

編號：(109)006.0801

# 2030 年臺灣人力需求圖像與推估

「本研究報告內容僅供本會業務參考」

國家發展委員會  
中華民國 109 年 1 月



編號：(109)006.0801

# 2030 年臺灣人力需求圖像與推估

委託單位：國家發展委員會

受託單位：財團法人中華經濟研究院

計畫主持人：王健全

協同主持人：賴偉文、黃勢璋

研究人員：魏聰哲、簡毓寧、蔡鳳凰、林柏君

顧問：吳中書、簡士評

研究助理：洪漫格、丘兆航

計畫期程：108 年 8 月至 108 年 12 月

國家發展委員會  
中華民國 109 年 1 月



# 目 次

目 次.....	i
表 次.....	iii
圖 次.....	v
摘 要.....	I
<b>Abstract.....</b>	<b>V</b>
<b>第一章 緒 論 .....</b>	<b>1</b>
第一節 研究緣起與目的 .....	1
第二節 研究架構與內容 .....	3
第三節 研究方法 .....	9
第四節 章節架構安排 .....	13
<b>第二章 2030 年台灣人力需求圖像與推估 .....</b>	<b>15</b>
第一節 相關文獻分析 .....	15
第二節 數位化後人力需求模型參數推估 .....	22
第三節 2030 年臺灣產業發展圖像之釐劃分析 .....	31
<b>第三章 數位經濟對勞動市場的影響.....</b>	<b>63</b>
第一節 分析架構及規劃 .....	63
第二節 相關文獻分析 .....	67
第三節 數位經濟發展對勞動需求的影響 .....	77
第四節 數位轉型對勞動市場之衝擊 .....	93
第五節 專家問卷及其結果分析 .....	105
<b>第四章 數位經濟對主要產業發展、人力需求的影響 .....</b>	<b>107</b>
第一節 智慧製造發展對產業人才需求之影響與對策 .....	108
第二節 數位創新科技對金融業人力需求的影響 .....	119

第三節	數位創新對醫療產業人才需求之衝擊影響評估 .....	127
第四節	零售電商發展對產業人才需求之影響與對策 .....	138
<b>第五章</b>	<b>2030 年臺灣人力需求推估 .....</b>	<b>149</b>
第一節	人力需求推估模型 .....	150
第二節	未來產業圖像與經濟發展 .....	170
第三節	2030 年人力需求推估結果 .....	211
<b>第六章</b>	<b>結論與建議 .....</b>	<b>227</b>
第一節	研究結論 .....	227
第二節	建 議 .....	232
<b>參考文獻.....</b>		<b>243</b>
<b>附 件.....</b>		<b>249</b>
附件一、問 卷 .....	251	
附件二、座談會會議紀錄（1） .....	265	
附件二、座談會會議紀錄（2） .....	269	
附件三、期初報告審查委員意見及處理情形 .....	273	
附件四、期末報告審查委員意見及處理情形 .....	275	
附件五、數位經濟的廣泛影響層面 .....	289	
附件六、數位經濟人力需求影響分析 .....	290	
附件七、CGE 模型總體參數估計方法 .....	291	

# 表 次

表 1-1 章節架構安排 .....	13
表 2-1 主要國家相對技術優勢指標情形 .....	34
表 2-2 AI 運作模式 .....	35
表 2-3 2019 年十大策略性科技趨勢 .....	39
表 2-4 2030 年全球前 30 前瞻技術清單 .....	41
表 2-5 未來醫療關鍵指標投入趨勢 .....	54
表 3-1 1111 人力銀行之九大職能 .....	66
表 3-2 歷年政府推動人才培育措施 .....	84
表 3-3 各政府部門產學合作推動計畫 .....	85
表 3-4 人力需求占比 .....	101
表 3-5 數位經濟對台灣整體產值的影響 .....	105
表 3-6 數位經濟對個別產業產值的影響 .....	105
表 3-7 數位經濟對人力需求影響的幅度 .....	106
表 4-1 國內製造業者對導入智慧機械後對人才轉型需求之看法 ..	117
表 4-2 我國國民醫療保健支出 (NHE) 統計 .....	129
表 4-3 我國醫療器材產值統計 .....	130
表 4-4 我國藥品及醫用化學製品製造業產值統計 .....	132
表 5-1 計量模型與數量模型的比較 .....	169
表 5-2 2019~2030 年我國經濟成長率預測 .....	172
表 5-3 數位化科技趨動經濟面向影響的行業 .....	179
表 5-4 未來產業圖像之政策情境設計 .....	183
表 5-5 2030 年我國各產業附加價值率變化 .....	188
表 5-6 各行業別生產毛額之變化 .....	190

表 5-7 各行業別產值變化 .....	193
表 5-8 職業別過度教育狀況（2014~2018 年） .....	224

# 圖 次

圖 1-1 研究架構 .....	3
圖 1-2 人才供需推估架構 .....	3
圖 1-3 影響未來產經發展之因素 .....	5
圖 1-4 未來產業發展趨勢 .....	5
圖 1-5 影響未來勞動需求轉變之因素 .....	6
圖 1-6 數位經濟產業化與產業數位經濟化的相關產業 .....	8
圖 1-7 研究流程圖 .....	12
圖 2-1 2000-2018 年愛爾蘭整體附加價值率與人均 GDP 變化 .....	27
圖 2-2 2000-2017 年愛爾蘭農、林、漁、牧業附加價值率變化 .....	27
圖 2-3 2000-2017 年愛爾蘭工業附加價值率變化 .....	28
圖 2-4 2000-2017 年愛爾蘭服務業附加價值率變化 .....	28
圖 2-5 2000-2018 年芬蘭整體附加價值率與人均 GDP 變化 .....	29
圖 2-6 2000-2018 年芬蘭農、林、漁、牧業附加價值率變化 .....	29
圖 2-7 2000-2018 年芬蘭工業附加價值率變化 .....	30
圖 2-8 2000-2018 年芬蘭服務業附加價值率變化 .....	30
圖 2-9 1950 年至 2100 年世界人口年齡組成 .....	33
圖 2-10 2000 年至 2015 年間人工智慧專利數統計 .....	36
圖 2-11 2000 年至 2015 年間各國人工智慧專利數占比 .....	36
圖 2-12 臺灣 2030 前瞻趨勢預測 .....	48
圖 2-13 前瞻趨勢及藍圖—背後驅動力 .....	50
圖 2-14 全球與亞洲 2030 重點技術分布 .....	51
圖 2-15 臺灣未來醫療產業發展 .....	53
圖 2-16 智慧機械產業推動方案架構 .....	55

圖 2-17	臺灣智慧製造的核心技術 .....	56
圖 2-18	臺灣能源轉型策略 .....	58
圖 2-19	資訊支出項目比較 .....	59
圖 2-20	科技服務新型態 .....	61
圖 3-1	專家問卷及規劃 .....	64
圖 3-2	數位經濟影響及其和總體模型的連結 .....	65
圖 3-3	人工智慧領導廠商與新創公司布局一覽 .....	68
圖 3-4	「大人物」串起的單一架構 .....	69
圖 3-5	完成「數位轉型」後社會各層面出現新商機 .....	69
圖 3-6	2030 AI 產業發展趨勢 .....	70
圖 3-7	人工智慧發展的四波趨勢浪潮 .....	71
圖 3-8	人工智慧發展重點趨勢 .....	72
圖 3-9	人工智慧技術對社會之影響 .....	72
圖 3-10	金融科技的應用系統觀 .....	73
圖 3-11	人工智慧對金融科技加值在商業模式 .....	74
圖 3-12	AIdea 人工智慧產學研共創平台 .....	75
圖 3-13	主計總處行業分類議題開發現況 .....	75
圖 3-14	AIdea 商業模式與收費機制規劃 .....	76
圖 3-15	2022 年企業採用新興技術趨勢 .....	78
圖 3-16	十大重點技術 .....	78
圖 3-17	2018 年及 2022 年工作消長變化趨勢 .....	79
圖 3-18	美國主要城市資料科學家短缺情形 .....	83
圖 3-19	科技部國際產學聯盟運作機制 .....	85
圖 3-20	GOLF 學用接軌推動目標 .....	86
圖 3-21	自動化風險較高之潛在產業衝擊來源 .....	88
圖 3-22	智慧醫療對 AI 的需求及應用 .....	91

圖 3-23 智慧零售對 AI 的需求及應用 .....	91
圖 3-24 智慧製造對 AI 的需求及應用 .....	92
圖 3-25 各部門勞力需求變化（2016-2030） .....	95
圖 3-26 2030 年美國工作縮減量 .....	96
圖 3-27 2030 年自動化對薪資與工作機會之影響（產業別） .....	96
圖 3-28 2030 年自動化對潛在經濟成長率之影響 .....	97
圖 3-29 數位轉型對不同產業的勞動需求衝擊 .....	98
圖 3-30 勞工技能需求與工時變化 .....	99
圖 3-31 不同產業勞工技能需求變化（2016 至 2030 年） .....	99
圖 3-32 人力需求占比 .....	101
圖 3-33 AI 對生產力之影響 .....	103
圖 3-34 2030 年自動化對潛在經濟成長率之影響 .....	103
圖 4-1 人工智能市場規模（按行業分類） .....	107
圖 4-2 人機協作智慧工廠之概念 .....	109
圖 4-3 我國產業未來導入智慧製造科技後對產業人才轉型需求類型 .....	115
圖 4-4 智慧機械與製造系統的導入與運用對產業人才結構之影響 .....	118
圖 4-5 金融服務業名目生產毛額佔 GDP 比重 .....	119
圖 4-6 金融科技的機會 .....	121
圖 4-7 招募和留任創新人才是否有困難 .....	122
圖 4-8 銀行全職員工數量縮減臨界點 .....	123
圖 4-9 銀行全職員工數量縮減變化 .....	124
圖 4-10 零售電商之客戶分析 .....	139
圖 5-1 人力需求模型推估步驟 .....	152
圖 5-2 人力需求推估架構 .....	155
圖 5-3 CGE 模型的生產結構 .....	162
圖 5-4 CGE 模型的資本形成結構 .....	163

圖 5-5 PPS-CGE 模型的家計部門消費結構 .....	165
圖 5-6 2030 年我國關鍵產業 .....	174
圖 5-7 2030 年臺灣前瞻趨勢及藍圖 .....	181
圖 5-8 2019~2030 年臺灣經濟成長率變化 .....	185
圖 5-9 2019~2030 年臺灣物價指數變化 .....	186
圖 5-10 2019~2030 年臺灣物價指數變動率 .....	186
圖 5-11 2019~2030 年 1 碼行業別生產毛額年平均成長率 .....	191
圖 5-12 2019~2030 年生產毛額成長最快前 15 大 2 碼行業 .....	192
圖 5-13 2019~2030 年 1 碼行業別產值年平均成長率 .....	194
圖 5-14 2019~2030 年產值成長最快前 15 大 2 碼行業 .....	195
圖 5-15 農、林、漁、牧業之產值變化 .....	196
圖 5-16 礦業及土石採取業之產值變化 .....	197
圖 5-17 製造業之產值變化 .....	198
圖 5-18 電力及燃氣供應業之產值變化 .....	199
圖 5-19 用水供應及污染整治業之產值變化 .....	199
圖 5-20 營造業之產值變化 .....	200
圖 5-21 批發及零售業之產值變化 .....	201
圖 5-22 運輸及倉儲業之產值變化 .....	202
圖 5-23 住宿及餐飲業之產值變化 .....	203
圖 5-24 資訊及通訊傳播業之產值變化 .....	204
圖 5-25 金融及保險業之產值變化 .....	205
圖 5-26 不動產及住宅服務業之產值變化 .....	205
圖 5-27 專業、科學及技術服務業之產值變化 .....	206
圖 5-28 支援服務業之產值變化 .....	207
圖 5-29 公共行政及國防；強制性社會安全之產值變化 .....	207
圖 5-30 教育服務業之產值變化 .....	208

圖 5-31	醫療保健及社會工作服務業之產值變化.....	209
圖 5-32	藝術、娛樂及休閒服務業之產值變化.....	210
圖 5-33	其他服務業之產值變化.....	210
圖 5-34	2019~2030 人均產值成長率.....	212
圖 5-35	2019~2030 年最終人力需求.....	213
圖 5-36	2018~2030 年三級產業人力需求結構變化.....	214
圖 5-37	1 碼行業別平均每年人力需求變動 .....	215
圖 5-38	2019~2030 年人力需求增加較多前 10 大行業 (2 位碼) .....	216
圖 5-39	2019~2030 年人力需求減少較多前 10 大行業 (2 位碼) .....	217
圖 5-40	1 碼職業別平均每年人力需求變動 .....	219
圖 5-41	2019~2030 年平均每年增加較多前 10 大職業 (2 位碼) .....	220
圖 5-42	2019~2030 年平均每年減少較多的前 10 大職業 (2 位碼) .....	221
圖 5-43	新進人力需求推估步驟.....	222
圖 5-44	教育程度別之人力需求推估 .....	225
圖 6-1	2018 年及 2022 年工作消長變化趨勢 .....	240

X

## 摘要

本計畫主要從若干面向，包括經濟發展、數位科技及人口老化等宏觀角度，由我國未來經濟及產業結構變革趨勢切入，分析數位科技對勞動市場之衝擊，建構出 2030 年我國產業發展及人力需求圖像，俾利推估我國 2019-2030 年之人力需求。

至於未來產業及人力發展需求的圖像可以利用以下五個構面分析：

第一， 數位科技驅動經濟成長；

第二， 新的需求、生活方式的改變，結合數位科技驅動經濟成長；

第三， 人口結構變遷包括老人化、少子化結合科技應用，驅動經濟成長；

第四， 氣候變遷、節能減碳與永續發展的趨勢；

第五， 新的數位科技，結合服務業法規鬆綁，去管制化，將促成經濟快速成長。

未來的產業以健康醫療、智慧製造、綠能科技及新科技服務為主軸，勢將帶動人才供需的變化。

根據本計畫的分析，在未來 5 年內平均產值增加的影響約 16.21%，未來 5~10 年的產值增加影響約為 36.12%；在對個別產業產值的影響上，未來 5 年內對智慧製造、物流運輸、金融等

產業的產值約在 17%—25.42%左右，未來 5~10 年的影響較大，約在 17%—50.50%左右。

至於對人力需求的影響，根據專家的分析，對 R&D 工程師、軟體開發工程師、統計專家、數學專家（以上 N=56）、專案支援人員（N=34），祇在 0-5 年或 5 年以上均呈增加之勢，且時間愈長，人力需求的比例增加愈大，但對辦公室行政人員及基層技術員工的人力（以上 N=34）需求均呈減少之勢。

未來我國人力需求方面，本計畫採用自國家發展委員會 2006 年所建立的人力推估模型，並搭配 CGE 總體數量分析模型，透過對未來產業圖像的描繪設計未來我國經濟發展之政策情境，將政策情境導入 CGE 模型進行長期動態模擬，並將所模擬的結果導入人力需求模型，並對該模型所採用的總體參數進行預測修正，以期能合理化推估我國未來 2019~2030 年人力需求。

根據未來產業圖像設計政策情境，所模擬之整體與各行業之生產總額與產值之目標之下，預估我國最終人力需求將由 2018 年的 1215.8 萬人，成長至 2030 年的 1302.5 萬人，累計約增加 87 萬人，平均每年約增加 7.25 萬人。

其中，在數位化科技應用初期 5 年（2019~2023 年）期間，由於國內各行業之產值增幅不一，因此各行業別對於人力需求的增加幅度也不同，但整體最終人力需求之年平均成長率將降低至 0.68%，平均每年增加 8.9 萬人；隨著時間的推移，數位化科技應用逐漸深化，2024~2030 年最終人力需求之年平均成長率將下降至 0.52%，平均每年增加 6.03 萬人。

若區分三級產業之人力需求推估，至 2023 年時，農業之人力需求占比下降為 4.62%、工業之人力需求占比下降為 36.23%；而服務業占比則提高為 59.19%；而隨著數位化科技應用深化，至 2030 年時農業之人力需求占比持續下降為 4.52%、工業之人力需求占比下降為 35.85%；而服務業占比則提高為 59.62%。

職類別之人力需求變化方面，2019~2030 年期間人力需求增加最多的職業別為專業人員，平均每年增加約 2.38 萬人，隨著數位化科技與技術的應用與深化，對專業人員的需求也愈高，因此在 2019~2030 年期間，專業人員需求仍維持高成長。

至於服務及銷售人員，若與 2012~2018 年期間相比，人力需求大幅下降，主要是因為在數位化時代大量運用 ICT 技術，初期（2019~2023 年）勞動市場仍需要服務及銷售人員，但隨者數位化科技與技術應用的深化，2024~2030 年期間服務與銷售人員的人力需求將明顯減少。

另外基層技術工與勞力工在 2019~2030 年期間之人力需求下降幅度也相當明顯；與基層技術工上勞力工類似，機構設備操作及組裝人員，在數位化科技與技術應用與深化後，亦是可能被取代的人力，因此在 2019~2030 年間呈現明顯的降幅。

教育程度別之人力需求係推估在排除高材低就的情況下，未來（2019~2030 年）教育程度別的人力需求，在初期 0-5 年間，數位化科技與技術已開始應用在各關鍵領域與行業中，因此國中以下學歷者之技能已開始不敷運用，因此對國中以下教育程度者之人力需求逐漸減少，隨著數位化科技與技術應用的深化，國中以下教育程度者之人力需求減少的幅度愈來愈大；至於高等教育程

度者（包括大學與研究所），因為其學歷符合廠商對高階專業人員的需求，因此高教育程度者的人力需求隨時間推移而持續擴大。

值得注意的是對於高中職與專科學歷者，在數位化科技與技術應用的前 5 年，此兩類教育程度者之學能尚能負擔其工作上的需要，因此其人力需求亦逐年增加；但隨著數位化科技與技術應用的深化，此兩類教育程度者亦將逐漸難以負荷，因此在 2024~2030 年期間高中職與專科之教育程度者，人力需求亦逐漸下降。

**關鍵字：數位經濟、人力需求**

# **Abstract**

This project focuses on several aspects, including macroeconomic perspectives such as economic development, digital technology, and aging population. It delves into the future trend of economic and industrial structural changes, and it analyzes the impacts of digital technology on the labor market, and extrapolates and introduces industrial development and human demand roadmaps in 2030, in order to estimate the labor demand from 2019 to 2030 in Taiwan.

Regarding the future industrial and labor demand roadmap, which can be influenced by the following five perspectives : new digital technology, new lifestyle, aging society, environmental change and deregulation in service industry. Inaddition, The future key areas for labor demand will mainly come from: health, smart manufacturing, green technology and new technology services.

According to the analysis of this project, the impact of average output value in the next 5 years will be about 16.21%, and the impact in the next 5 to 10 years will be about 36.12%. In terms of the impact on the output value of individual industries, it will affect smart manufacturing, logistics and transportation as well as the financial sector in the next 5 years, ranging from 17% to 25.42%. The impact of the next 5 to 10 years will be about 17% to 50.50%.

As for the impact on labor demand, according to the analysis of experts, the demand for R & D engineers, software development engineers, statistical experts, mathematical experts ( $N = 56$  or more),

project support staff ( $N = 34$ ), will rise in 0-5 years and 5-10 years; and the longer the time frame, the larger the increase in demand. On the other hand, the demand for office administrators, basic technical staff showed a downward trend ( $N = 34$ ).

This plan uses the manpower estimation model established by the National Development Commission in 2006, and combined with the CGE model to design future policy scenarios for Taiwan's economic development through the depiction of future industry images, and introduces the policy scenarios into the CGE model. Carry out long-term dynamic simulation, and import the simulation results into the human demand model, and predict and modify the macroeconomic parameters used by the model, in order to estimate Taiwan's future manpower demand in 2019 ~ 2030.

According to the future industrial image, Taiwan's final manpower demand will grow from 12.16 million in 2018 to 13.03 million in 2030. Total manpower demand increase 870,000, and average annual increase 72,500.

Among them, during the first 5 years of digital technology application (2019-2023), due to the different output growth rates of various industries in Taiwan, the increase in manpower demand by each industry is also different. The average annual growth rate will reduce to 0.68%, with an average annual increase of 89,000. Over time, the application of digital technology will gradually deepen, and the annual average growth rate of final manpower demand from 2024 to 2030 will drop to 0.52%, with an average annual increase of 60,300.

If we estimate the manpower demand of the three industries, by 2023, the proportion of manpower demand for agriculture will decrease to 4.62%, and the proportion of manpower demand for industry will decrease to 36.23%; while the proportion of service will increase to 59.19%. With the deepening of the application of digital technology, the proportion of manpower demand for agriculture will decrease to 4.52%, the proportion of manpower demand for industry will decrease to 35.85%; and the proportion of services will increase to 59.62%.

In terms of the change in manpower requirements of the occupation category, the occupations with the largest increase in manpower demand between 2019 and 2030 are professionals, with an average annual increase of about 23,800. With the application and deepening of digital technology, the demand for professionals has also increased between 2019 and 2030.

For the service and sales workers, if compared with the period from 2012 to 2018, the manpower demand has fallen sharply. Due to the large-scale use of ICT technology, the labor market still needs service and sales workers in 2019-2030. With the deepening of digital technology applications, the manpower demand of service and sales workers will significantly decrease from 2024 to 2030.

The manpower demand of elementary labourers during 2019 ~ 2030 is also significantly decrease. Similar to the elementary labourers, the craft and related trades workers will be replaced after the application of digital technology. So it will show a significant decline between 2019 and 2030.

The manpower demands of education levels are estimated by excluding the gap of high-education level and low-applied. In the early 5 years of future (2019 ~ 2030), the digital technology has applied in key fields and industries, the skills of those with education levels below the middle school level have begun to be insufficient. Therefore, the manpower requirements for those with education levels below the middle school level have gradually decreased. With the deepening of digital technology applications, the manpower of those with education levels below the middle school level has decreased significantly. For the manpower demands with higher education levels (including universities and research institutes), because their education conforms the demands of manufacturers for higher-level professionals, the manpower demands of those with higher education levels continue to expand over time.

It is worth noting that for high school vocational and college graduates, in the first 5 years of digital technology application, the academic ability of these two types of education can still conform their work needs, so their manpower requirements have also increased year by year; However, with the deepening of digital technology applications, these two types of education will gradually become difficult to load, the demand for manpower in high school and vocational education will gradually decline between 2024 and 2030.

## **Keywords: Digital Economy, Labor Demand**

# 第一章 緒論

## 第一節 研究緣起與目的

人才的充沛是國家經濟成長、產業發展的關鍵因素，精確掌握人才的供給、需求，是國家永續成長的重要驅動力，因此，推估未來人才的供給、需求，是政府無可旁貸的職責。

不過，隨著人口結構的變化、科技的變遷、數位經濟的快速發展，人力供需的掌握愈來愈困難。在人才的需求上，除了隨著總體經濟成長而會有自然成長外，若干外在變數，如數位經濟的影響（人工智慧、5G、自動化等），它除了帶動產業本身的發展外，也驅動其他產業的應用服務，有效的了解和掌握，有其必要性。在人才供給上，除了學校教育外，勞參率的變化，以及若干訓練學校、機構培育的人力，也構成數位經濟人才的增補。

有鑑於此，本文主要從若干面向，包括經濟發展、數位科技及人口老化等宏觀角度，由我國未來經濟及產業結構變革趨勢切入，分析數位科技對勞動市場之衝擊，建構出 2030 年我國產業發展及人力需求圖像，俾利推估我國 2019-2030 年之人力需求。

從國家長期發展而言，人力需求之充足與否，為經濟發展的重要關鍵要素之一。對國家總體經濟而言，投入資源以推動專業人才發展，乃是經濟持續成長的重要關鍵。事實上，國家整體產業人力供需狀況與產業發展進程、產業結構變化、未來人口結構變化具有相當緊密關係，其中專業人力投入更是影響國家競爭力

的關鍵性因素之一。而推動專業人才的發展則需先瞭解國內該產業之人才供需情形，方能有效支撐及推動國家的永續成長。

由於目前我國面臨國際經貿環境的急遽變化，並積極尋求產業的轉型升級，新興產業的發展對於相關專業人才未來需求將逐漸浮現。但現今就產業發展而言，若能對產業之人力資源（特別是專業人才）進行盤點、瞭解，甚至進一步推估，對於相關人才的培育、產業的發展以及競爭力的強化將有所助益。

在人才需求的推估下，搭配若干人才供給的考量，推估我國 2019 至 2030 之人力需求為本計畫之主要目的。

## 第二節 研究架構與內容

### 一、研究架構

為了達成前述研究目的，本計畫的架構如圖 1-1、圖 1-2 所示，從人才需求的面向推估未來人才需求的變化。

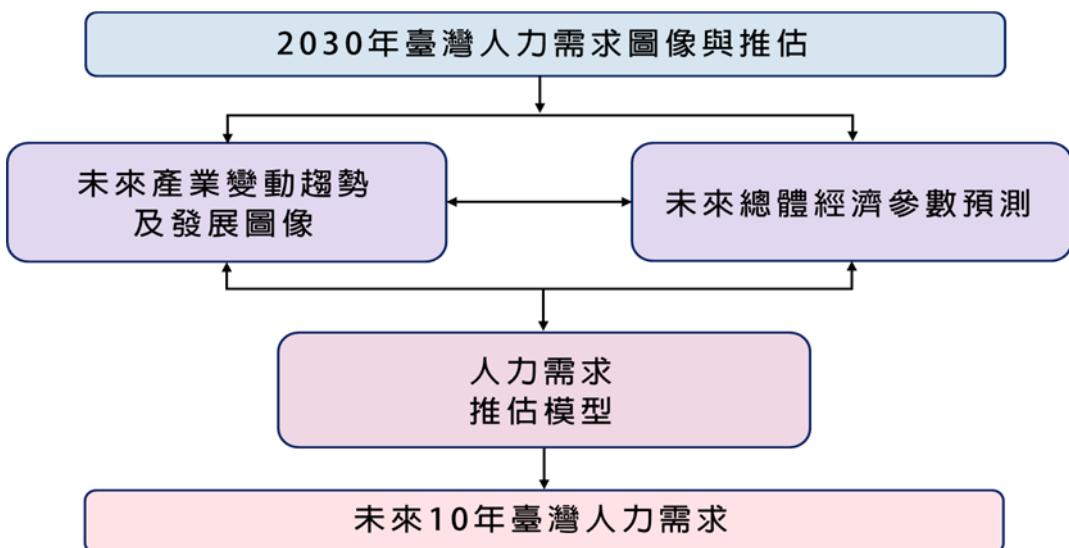


圖 1-1 研究架構

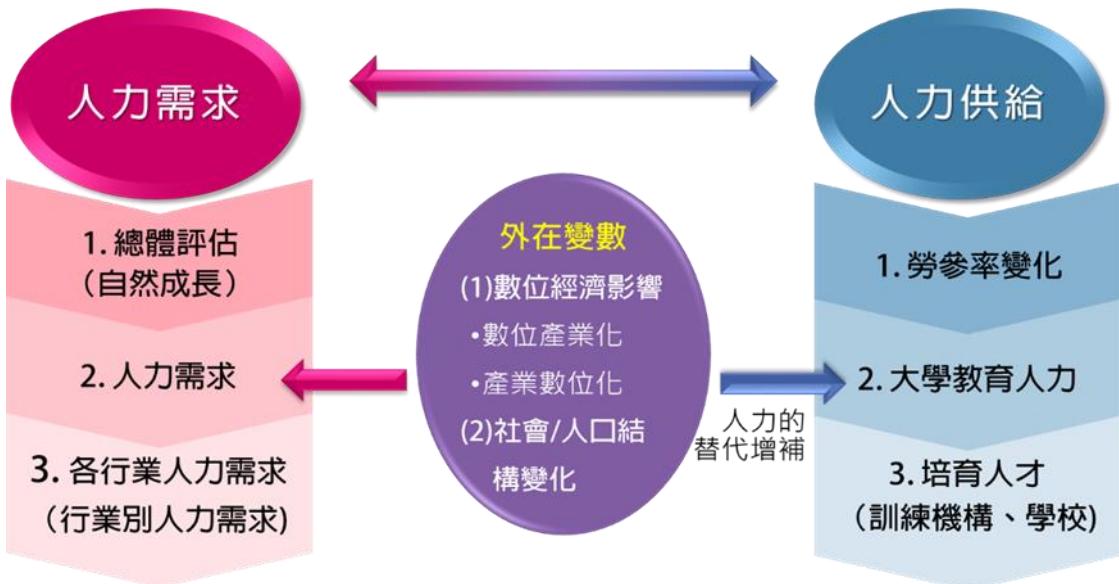


圖 1-2 人才供需推估架構

## 二、研究內容

本計畫的預定內容包括：

### 1.研析 2019~2030 年的產經發展趨勢

(1)2019~2030 年經濟成長率的變動趨勢及影響因素，各產業附加價值率的變化

A.從全球主要預測機構對台灣成長率、附加價值率的預測，推估未來台灣成長率、附加價值率的變化。

B.蒐集和我國量體、經濟發展趨勢相若的國家，但其經濟成長優於台灣的國家（如瑞士、荷蘭、芬蘭等國），掌握其發展路徑及關鍵因素，作為推估台灣 2019~2030 年成長率、附加價值率的基礎。

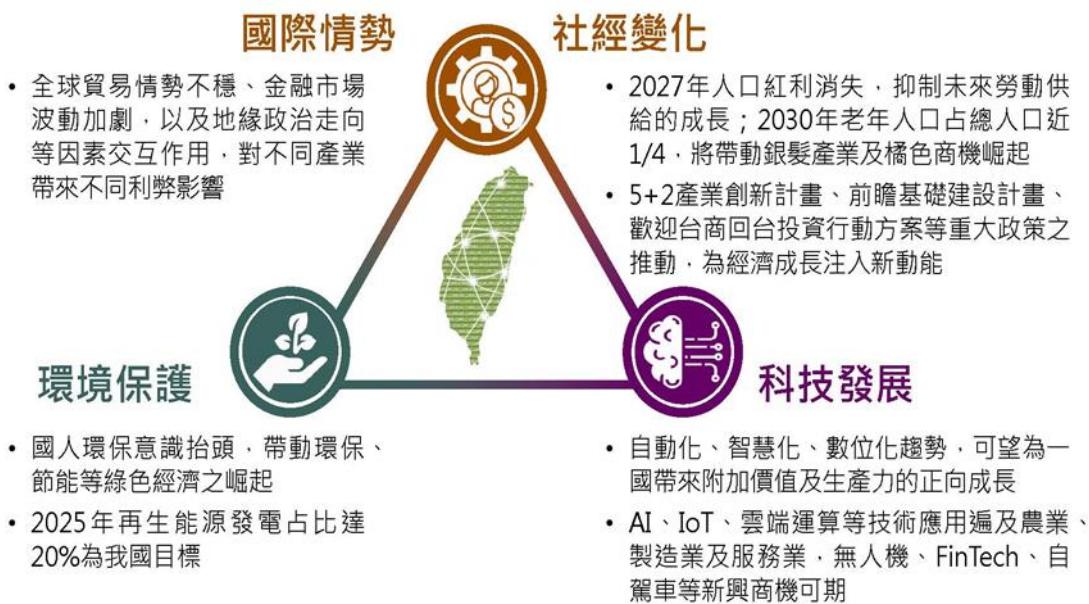
(2)綜觀未來新興科技發展，配合政府產業政策的推動，研擬我國未來十年的產業變動趨勢及發展關係

影響我國未來的產經發展因素，包括國際情勢、社會變化、環境保護及科技發展，如圖 1-3 所示。同時，數位化、智慧化、綠色化、服務化也將左右產業的發展，見圖 1-4。

除此之外，金融科技、智慧製造、生技、綠色產業、也攸關台灣未來的產業發展面貌。

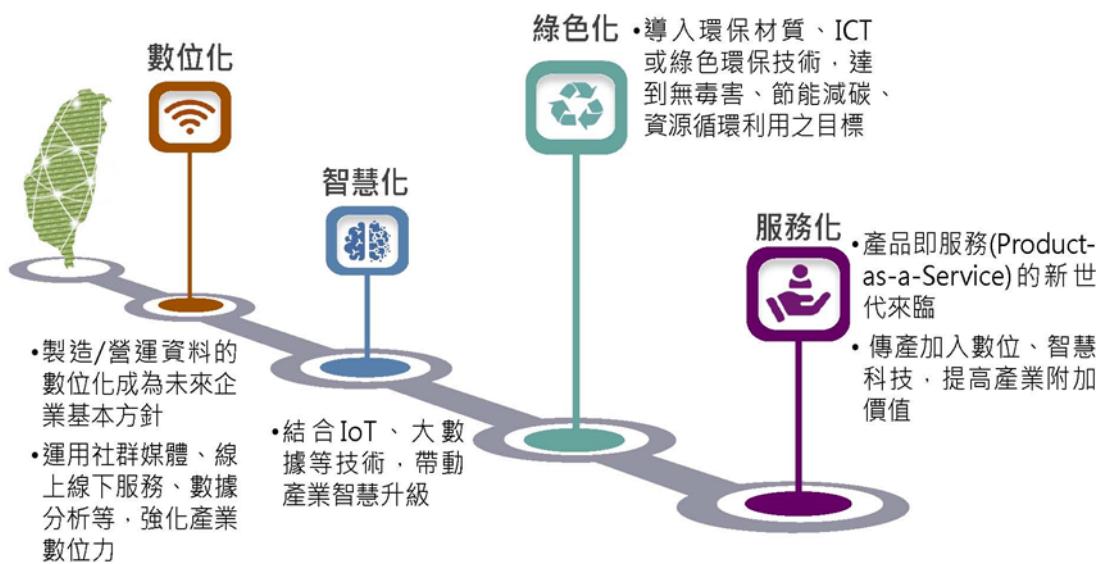
A.蒐集政府有關 AI、5G、大數據、物聯網等領域及 5+2 產業創新、前瞻基礎建設、DIGI 等政策、計畫的發展，掌握台灣數位經濟的發展趨勢及未來發展關係。

B.透過 STEEP（科學、技術、環境、經濟及政治）推估台灣未來趨勢的變化。車、環境友善塑膠材料、工業機器人、服務機器人等技術部分。



資料來源：國發會。

圖 1-3 影響未來產經發展之因素



資料來源：國發會。

圖 1-4 未來產業發展趨勢

## 2.研析數位科技對勞動市場的影響

影響勞動市場的因素包括自動化取代舊工作或科技創造新的需求（見圖 1-5）。另外，數位化、智慧化、綠色化、服務化也會影響勞動需求。

新興技術導入，取代並創造部分工作			
項目	按工作任務分	按職業類別分	按教育程度分
自動化取代舊工作	例行性體力及認知型工作任務，如涉及可預測體力工作、數據處理及數據蒐集等任務	常見於中階技術/中等薪資之職業，如辦公室及行政助理人員、生產及機械操作人員等職業	中、低教育程度受自動化之負面影響較劇
新科技創造新需求	新技術及其基礎設施之創建、推動、應用，多涉及顧客互動、專業知識應用及管理等任務	多為高階技術/高等薪資之職業，如IoT工程師、機器人設計師、資料分析師、法規專家等	新科技帶來專業性技術需求，高等教育程度需求提高

資料來源：國發會。

圖 1-5 影響未來勞動需求轉變之因素

(1)分析 AI、自動化數位科技下，考量產業界之間的關聯性，探討對於行業別人力需求的消長，尤其是 AI 人才需求的影響

A.根據麥肯錫全球研究院（MGI）報告預估，報告分析 46 國自動化潛力，最受自動化威脅的是具可預測性的體力工作，如：機器操作、設備安裝維修、餐飲準備；數據蒐集及分析性的工作也會受衝擊，因機器準確性與效率較高。因此，自動化影響並非局限於基層勞力工作，律師助理、會計及後勤支援等工作也面臨相關風險。至於較不受自動化影響的，包括管理類、專業知識應用、顧客互動、不具可預測性的體力工作，例如居家護理及老幼照護、園藝、水管工等，因涉及科

技尚無法突破的複雜性、靈活度、情感交流等能力，成為未來工作機會的創造來源和轉型方向。

## B. 人工智慧應用市場

根據 IDC 預估全球人工智慧相關產值將從 2014 年 US\$17.2B 成長至 2019 年 US\$48.6B，其中智慧金融（28%）、智慧醫療（19%）、智慧零售（17%）、智慧製造（14%）為四大垂直應用市場。不過，智慧運輸僅占 3% 的市場；智慧綠能與智慧農業全球商機有限。

### (2) 分析數位科技對人力需求的互補替代下，考量產業之間的關聯性，探討對於職業別的人力需求

#### A. 未來工作消長的變化趨勢

2018 年到 2022 年因第五代行動通訊技術、人工智慧、大數據、雲端運算等新興技術的進步，全球的勞動力市場會淘汰近 7,500 萬個工作，但也將創造 1.33 億個新工作。那麼未來 5 年哪些工作機會會增加？那些會減少呢？根據調查，2018 年穩定的工作占 48%，新的工作 15%，過剩的工作 31% 及其他 5%。預測 2022 年穩定的工作仍維持占比 48%，新的工作增加為 27%，過剩的工作減少為 21% 及其他 4%。

其中穩定的工作包括：執行長等高階管理人、軟體開發工程師、行銷人員、業務人員、人力資源專家、金融與財務顧問、供應鏈與物流管理專家、風險管理專家、資安工程師、電子工程師、化學加工廠作業員、大學教師、法規事務主管、能源和石油工程師、機器人工程師等。

新興的工作包括：數據分析師、資料科學家、人工智慧與機器學習專家、大數據專家、數位轉型專家、IT 服務工程師、流程自動化專家、資訊安全分析師、電子商務與社群專家、使用者經驗與人機互動、機器專家與工程師、客戶資訊與顧客服務專家、服務與解決方案設計專家、數位行銷與策略專家等。

會被取代的工作則包括：打字人員、會計與稽核人員、秘書與行政人員、工廠組裝工人、客服人員、倉管人員、郵政服務人員、收銀與售票人員、電話行銷人員、銀行櫃台人員、貨車司機、到府服務銷售人員、仲介人員、律師等。

## B.AI 發展趨勢

AI 主要為機器的深度學習，目前以軟體、資料人才、統計、數學人才的需求為主，但在 5 年內仍以提升產業效能，而非替代人力為主。其次，AI 技術也以單一領域，而非跨領域為主，故互補人力多、替代人力相對較少。除了技術有重大突破，如無人車、自駕車的出現，才有機會大規模取代人力。未來數位經濟對人才需求的影響如圖 1-6 所示。

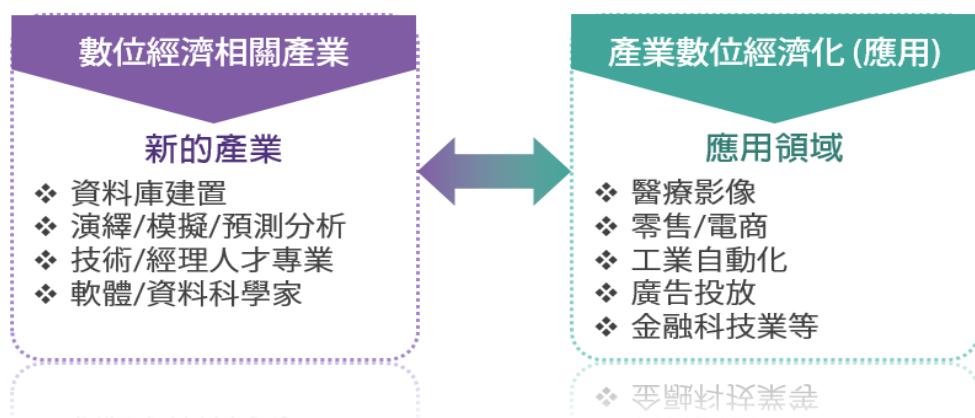


圖 1-6 數位經濟產業化與產業數位經濟化的相關產業

### 第三節 研究方法

本計畫的主要研究方法包括次級資料、國際比較、專家訪談、專家問卷及雇主調查，地中海區域計畫人力推估法等。

#### 一、次級資料／國際比較：

了解標竿國家成長率、附加價值率的變化，做為借鏡，進而推估台灣相關參數的設定。

#### 二、專家訪談／專家問卷：

透過訪談台灣數位經濟、AI 產業重要廠商，了解未來 AI 人力需求變化及可能需求人數。另，除教育機構培育人才供給外，勞動部相關人才訓練，台灣人工智慧學校的人才培訓供給，也是重點。目前台灣人工智慧學校在陳昇瑋校長帶領下，在台北、台南、新竹、台中已設有相關學校，訓練人數約 4 千人，已有 1~2 千人可馬上投入。

#### 三、雇主調查法

依雇主調查法的原則，產業人力需求變化主要取決於廠商最終產出需求，故廠商是產業人力需求的決定者。在實際推估調查上，主要是鎖定產業代表性廠商，透過訪談或問卷調查，來取得相關參數資料並推估下年的產業需求人力狀況。由於各產業的市場結構類型不同、人力運用狀況不同，僅透過鎖定產業代表性廠商所提供的資料來推估，並非能全面性捕捉各產業所需人力數量。在推估流程上，主要有三大階段，原則上，由三階段資料研究，可彙整出「雇主調查法」所需要的參數值，進而推估未來一年專業人才新增需求人數。

1. 第一階段為「探索研究」：主要透過鎖定代表性廠商，與廠商進行深度訪談。
2. 第二階段為「驗證研究」：主要利用第一階段所蒐集廠商資料加以彙整後，透過大規模對廠商發放問卷，蒐集更多廠商樣本數，以捕捉實際產業人力運用現況與發展概況。除此之外，可與第一階段廠商訪談資料進行驗證，檢視代表性廠商與其它中小型廠商對於產業目前現況與未來發展的預期是否一致，當兩者愈具有一致性，表示所蒐集的資料可信度愈高。
3. 第三階段為「資料分析與報告」：針對上述資料彙整與分析結果，從中得到各產業廠商樣本對於未來一年預計新增員工人數及不同專業領域的所需人數，再依據問卷回收的廠商家數占總產業比例，推算未來一年該產業新增員工人數及不同專業領域的所需人數。最後邀請相關產業專家學者、產業公會、協會代表座談會，根據蒐集的資料給予相關建議，將有助於資料修正與未來人才需求推估準確度。

進一步分析人才供需的主要研究方法如下：

### (一) 文獻蒐集分析

針對本計畫所涵蓋議題，蒐集整理國內、外相關文獻，以作為本計畫之研究基礎。所蒐集之國內外文獻包括：

1. 國內外針對總體經濟參數預測模式之理論與實證文獻。
2. 各國針對新興科技發展與數位轉型趨勢下，經濟成長率、附加價值率與產值成長率之研究文獻。
3. 蒯集國內、外對於社會面、環境面、技術面、經濟面與政治面的前瞻趨勢觀測文獻。

## （二）次級資料分析

為完善人力需求推估模型，需涵蓋各面向之統計數據與統計資料。包括運用主計處產業關聯表、人力資源調查資料、人力運用調查資料以及勞動部大專畢業生就業追蹤系統。

## （三）專家訪談

針對本計畫所涵蓋之議題，規劃以訪談的方式蒐集並瞭解在新興科技與數位創新趨勢與發展下，我國未來產業發展藍圖，以做為我國未來人力需求推估之參考。將選擇適當的專家學者與產業代表等進行訪談，其人數預計 10 人次。

## （四）焦點座談

針對本計畫欲探討的議題，召開二場專家焦點座談會，每場次邀請與會代表等至少 10 人次參與座談，首先針對我國未來產業變動趨勢及發展圖像，期透過焦點座談的舉辦，聽取各界（包括產、官、學等）對研究議題的意見，匯整各界的意見與建議；其次針對我國人力推估模型與總體經濟參數之設定與預測的合理性，亦就推估之產業人力需求，蒐集各方意見與建議。

## （五）專家問卷調查

為結合產業在新興科技發展與數位轉型趨勢下，對於人力需求與運用的實務經驗，本計畫擬透過發放專家問卷，廣泛蒐集專家意見，以作為未來運用人力需求模型的推估依據。

茲就上列各項工作之實施流程例如圖 1-7 所示：

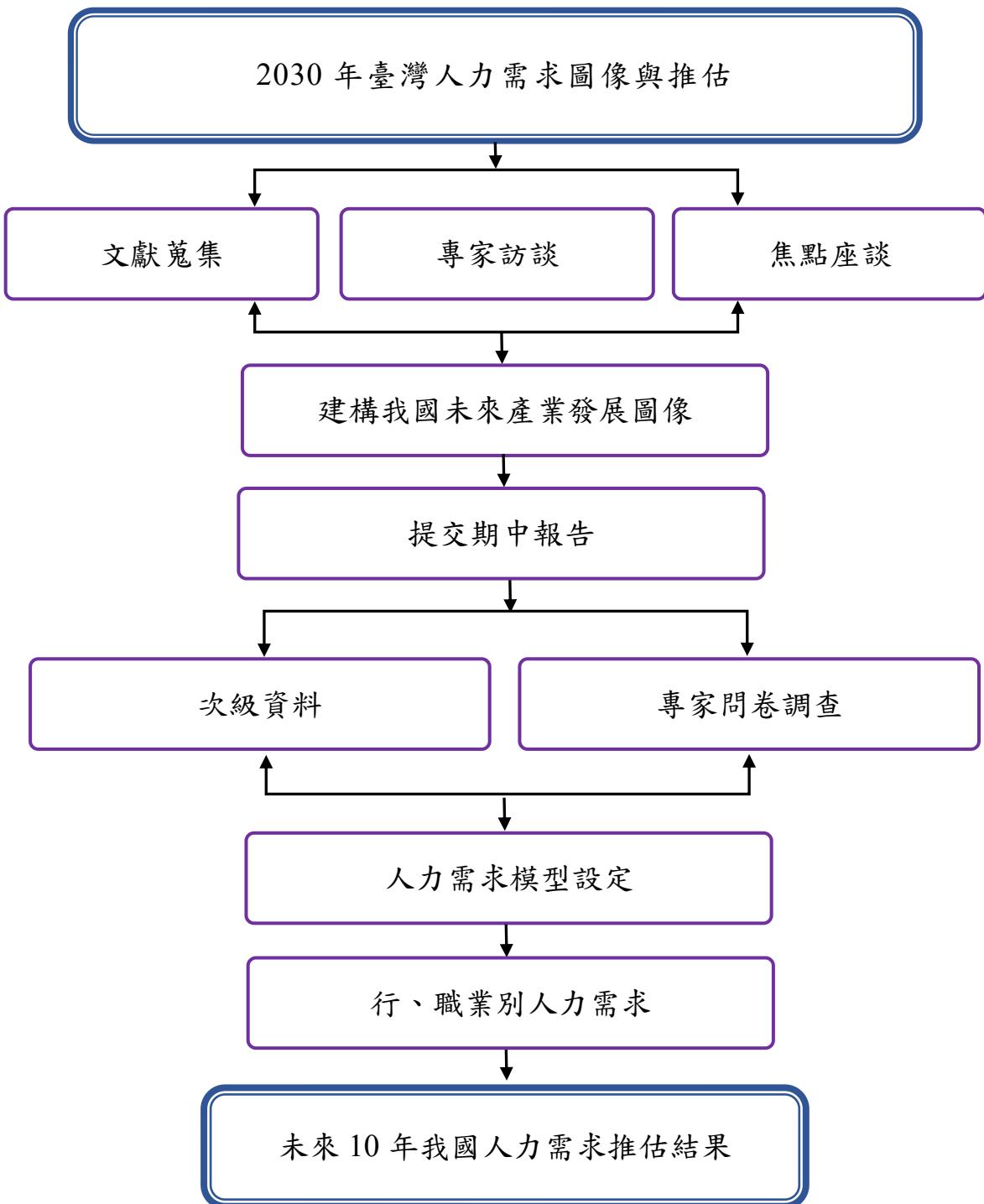


圖 1-7 研究流程圖

## 第四節 章節架構安排

本計畫主要章節架構如表 1-1 所示

表 1-1 章節架構安排

章名	節名
第一章 緒論	第一節 研究緣起與目的 第二節 研究架構與內容 第三節 研究方法 第四節 章節架構安排
第二章 2030 年台灣人力需求圖像與推估	第一節 相關文獻分析 第二節 數位化後人力需求模型參數推估 第三節 2030 年台灣產業發展圖像之釐劃分析
第三章 數位經濟對勞動市場的影響	第一節 分析架構與規劃 第二節 相關文獻分析 第三節 數位經濟發展對勞動需求的影響 第四節 數位轉型對勞動市場之衝擊 第五節 專家問卷及其結果分析
第四章 數位經濟對主要產業發展、人力需求的影響	第一節 智慧製造發展對產業人才需求之影響與對策 第二節 數位創新科技對金融業人力需求的影響 第三節 數位創新對於醫療產業人才需求之衝擊影響評估 第四節 零售電商發展對產業人才需求之影響與對策
第五章 結論與建議	第一節 結論 第二節 建議



## 第二章 2030 年台灣人力需求圖像與推估

### 第一節 相關文獻分析

#### 一、人力需求模型推估及分析

##### 1.OECD 人力推估模型

OECD 於 1960 年代所提出的「地中海區域計劃」中的推估人力需求方法 (Manpower Requirements Approach) 為最早的人力規劃模型之一。此一模型主要是檢視教育、人力資源投資與產業人力需求是否獲得平衡。因此，其主要目的並非在預測未來勞動市場的需求與供給，而是在決定需要多少的勞動供給，進而達到某特定的經濟成長目標。此模型的優點為同時考慮產業發展的人力效果，詳細推估人力需求結構；但因推估所需的參數甚多，使得參數資料取得不易，推估的成本也相對高。其推估方法及步驟整理如下：

##### ❖ 人力需求推估方法

人力需求預測步驟如下：

- (1)建立基礎年行業、職業與教育程度別就業人口結構資訊。
- (2)推估目標年年度達成之 GNP 或 GDP。
- (3)將 GNP 或 GDP 分配至各個產業部門。
- (4)依據各產業部門之平均勞動生產力推估目標年各產業部門所需之人力。

(5) 將各個行業別之就業人口，分配至各職業別，再分別累計各行業別中相同之職業別人口，獲得目標年職業人口結構。

(6) 再將職業別不同教育程度為基礎，將職業別人口結構轉成教育別人口結構。

#### ❖ 人力供給推估方法

##### ◎ 職業別人力初步估計

(1) 職業別退出勞動市場人數：就目前勞動力中，依據年齡與性別特徵估計死亡與退休之退出勞動市場人數。

(2) 職業別新進市場人數：估計教育程度別畢業者當中，會投入勞動市場人數，並依據過去職業別人力供給趨勢估計新進市場人數。

(3) 未來職業別人力供給：依據目前現有職業別勞動市場人數，加入新進市場人數與扣除退出市場人數。

##### ◎ 轉職人力之調整

(1) 職業別轉（業）出人數：估計某職業別有多少轉至其他職業別人數，必須從初步估計中剔除。

(2) 職業別轉（業）入人數：指勞動市場當中，原在其他職業別工作，但轉入某職業別人力；或原為非勞動力，再進入某一職業別人數。以上從其他職業轉入人力，必須加入初步估計當中。

##### ◎ 新進人力之調整

(1) 所學非所用數：畢業後所從事之職業非所學科系人數，與教育程度別估計之新進人力有所差距，必須視同新進人力之減少予以調整。

(2)職業別非本科系人數：職類別人力當中，非本科系畢業生人數，與教育程度別估計之新進人力有所差距，應視為新進人力之增加予以調整。

OECD 模型是依據總體經濟架構設計，所以適用於任何產業別。但因我國產業定義範圍與行業標準不一致，不但整合困難，並且與其他行業無法清楚區隔，反而會造成統計結果不具互斥與周延性。

## 2.美國勞動統計局勞動供需預測模型

美國由勞動統計局（Bureau of Labor Statistics；BLS，1997）統籌人力需求推估業務，其在施行勞動市場供需預測已超過 50 年，該局除了每 2 年更新一次對未來 10 年約 319 個行業及 725 個職業別就業推估趨勢外，也不定期於其出刊的 Monthly Labor Review 中發表評估人力推估之相關論文，以作為推估模型之改進參考。

勞動需求預測則運用總體經濟模型配合投入產出表進行估計，可得行業別之就業人口數，最後再配合職業係數轉換矩陣，可得各行業之職業別就業人口數。勞動供給預測方面，則是運用美國普查局（Census Bureau）之人口預測及過去勞動參與率歷史資料進行推估，並將人口資料區分為性別、年齡別及種族三個部分，其中種族區分為西班牙裔、黑人及亞裔等。未來人口規模以及不同族群之勞動參與率主要受到出生率、死亡率及淨移民的影響，經由趨勢分析法（Trend Analysis）將過去 8 年之歷史資料進行勞動參與率的推估，並配合時間序列方法之推估結果進行調整，最後將各組別（性別、年齡別及種族別）所預測之人口及其勞動參與率相乘，得到未來之勞動供給人口數。惟因勞動供給預測部分並

無再細分至行業之職業別，故無法看針對各行業就業人口之供需差距進行瞭解及比較。

BLS 推估模型的流程可分為六大步驟，每一步驟都有不同的推估程序、模型與假設，此六大步驟及推估程序為：

#### (1)總體經濟模型之建置

此階段為推估國內生產毛額(GDP)、主要需求及所得項目。而這些內容的推估係依據不同的假設及推估情境，利用不同的加總公式，得到總合一致的結果。近年來，總體經濟成長的推估主要是利用資料資源公司(Data Resources, Inc.)所發展出的總體經濟模型來進行推估。

#### (2)生產部門及消費部門的最終需求

在推估總合生產、需求及所得之後，接下來將這些總產量分配至各產業產出，此過程係依國民所得帳中的投入產出表(產業關聯表)來完成，此步驟主要是在預測每一個財貨在投入產出表中的最終需求。

#### (3)投入產出

將前述財貨部門之最終需求，依據必預投入生產之財貨比例(use table)與前述財貨分配至主要製造出成品之行業(製造表)，進一步轉換成國內部門行業產出。

#### (4)行業別就業

建立行業別就業之推估係利用生產函數，根據所導出之各行業之財貨產出與勞動工時、員工薪資、時間趨勢之關係方程式，以估計各特定行業產出所需之勞動投入，再以平均工時轉換為所需之就業人數。

#### (5)職業別就業

利用行業與職業類別分布的行職業矩陣進行職業別勞動需求推估。

#### (6)最後的調整

為確保推估之數據具一致性，BLS 會對每一步驟進行合理的檢閱與分析，透過許多不同領域的專家檢視所有相關的結果，並經過分析員無數次的互動與檢閱，進行最後的調整。

### 3.日本產業人力供需推估模型

日本產業人力供需推估主要遵循其經濟戰略之政策目標進行。在進行日本勞動需求推估工作前，需先推估總體經濟變化相關數據資料，如實質經濟成長率、消費者物價指數變化、國內企業物價變化率等總體參。

根據上述總體經濟目標，利用投入產出模型計算產值與勞動力需求。主要分析步驟，有以下三點：

#### (1)依據經濟情境設定總體經濟成長率

根據日本經濟戰略之政策目標，設定不同情境以進行後續產業人力供需推估。在總體經濟成長率之參數設定，取其過去 10 年經濟成長率之平均值以觀測未來產業勞動需求變化。另外搭配其政府所公布的國民經濟會計制度產業關聯表來進行實質 GDP 最終需求項目別的推估。

#### (2)產業別的最終需求推估

在產業別最終需求推估，有幾項重要推算項目，採用最新公布之國民經濟會計制度產業關聯表針對商品及服務的最終需求、投入係數、進口投入係數修正、產業別產值等項目進行估算。

### (3) 產業別勞動力需求的推估

根據上述數據資訊，利用 Cobb-Douglas 函數進行對勞動需求的推估。以勞動(L)和資本(K)兩種生產要素為例，產出(Q)與兩種生產要素的關係如下所示， $Q=f(L, K)=AL^aK^b$ ，這隱含對產業產出而言，勞動需求與資本皆為必要投入，要素間無法替代。

日本產業人力推估的資料蒐集處理上須針對 19 個重要產業部門，對照 SNA 產業關聯表的 87 部門，將出口、進口值由名目數據轉為實質數據、建立國內需求平減物價指數等步驟，另外在進行數據間跨年時間趨勢上比較時另外推估實質數據。

## 4. 我國人力需求模型

目前，國發會所採用的人力推估模型模型，原則上每年擬定總體經濟與勞動市場之各項目標而進行整體人力需求推估。有關國發會所採用之模型，對於 2019~2030 年人力需求的推估，主要進行步驟簡述如下：

### (1) 總體經濟參數預測

有關總體經濟參數預測部分，其設計的步驟如下：

- A.首先採用 IHS Markit 所公布之對我國未來 2019~2030 年經濟成長率之預測值，並據以推估未來我國未來國內生產毛額。
- B.依據過去附加價值率，在未來科技與產業發展下設定 2019~2030 年整體市場之附加價值率的成長趨勢，並據以推算未來 2019~2030 年我國之整體市場產值的變化。

C.依據過去我國各業產業結構，配合我國產業發展政策與科技發展趨勢，對重要發展產業之成長設以假定後，推算我國各產業未來的結構並據以計算各產業之產值。

## (2)人力需求預測

針對國內人力需求之預測部分，由於推估目的在於除了整體就業狀況外，亦細分至行業別與職業別的人力預測，故在整體勞動力之基礎下，須分別針對總就業人數、各行業就業人數、各行業中各職業分配與教育程度分配等要項來進行推估。

- A.總人力需求：現行模型所估算出的人力需求，係在維持某一經濟成長與發展的假設下，所需的人力投入，並彙總各行業就業人數得之。
- B.人力需求之行業分配：參考過去各行業人均產值趨勢及科技與產業的發展，推估未來人均產值的變動，並配合各行業未來產值，得出各行業人力需求及其結構。
- C.人力需求之職業分配：利用過去勞動相關資料求得各行業中職業結構的變動趨勢，推估各職業在各行業中的占比，再輔以各行業人數加總後，得到該年各職業別之就業人數。
- D.人力需求之教育程度分配：利用各職業別就業之教育程度結構之變動趨勢，推算各級教育程度人力在各類職業類別就業之占比，再以各職業別之就業人數乘之加總而得。

## 第二節 數位化後人力需求模型參數推估

以人力供需模型推估未來人力需求，特別是由上而下的推估模式，對於總體經濟參數預測值存在高度依賴，包括總體經濟成長率、附加價值率、各業產值成長率與平均個人產值成長率等，對於未來產業之人力需求的推估，將產生重要的影響。因此，對於人力需求模型之參數的預測與推估，需具備詳實之理論與實證基礎。

為有效推估我國數位化轉型後之人力需求，本研究觀察全球數位化進程較為領先且與我國產業結構較為相近的國家（如荷蘭、愛爾蘭及芬蘭），檢視其相關研究報告以作為未來我國人力需求模型推估時所需之參數預測推估依據。

### 一、荷 蘭

為了觀察荷蘭數位經濟占 GDP 的比重，the METISfiles 整合了荷蘭 248 家數位科技企業資料，根據其服務對象產業性質，開發出一變數「國內數位生產毛額」GDDP ( Gross Digital Domestic Product )，用以衡量各產業中，應用 ICT 技術時間占其工時 50% 以上之工作者所創造之產值，並以該變數做為各產業數位化之經濟衡量指標。

根據 the METISfiles 分析，2013 年在荷蘭應用 ICT 技術時間占其工時 50% 以上之工作者約占荷蘭總勞動力人口 17%，至 2016 年已增長為 21%（約 157 萬人），且估計 2021 年會增長到 26%。此外，GDDP 也從 2013 年的 1,290 億歐元（約占荷蘭 GDP22%）增長到 2016 年的 1,820 億歐元（約占荷蘭 GDP29%）。

若進一步從產業別觀察荷蘭各部門 GDDP 的數值可以發現，自 2013 年至 2017 年，金融服務的 GDDP 成長率為 90%，而醫療保健行業的 GDDP 成長率僅為 10%，顯示各產業部門之數位化應用程度有所不同，亦表示未來荷蘭醫療保健領域的數位化仍有加強的空間。

隨著數位化轉型的深入和拓展，該報告也指出，自物聯網、3D 打印、機器學習、人工智能、機器人技術、區塊鏈及虛擬實境…等技術的不斷更新，都為荷蘭在教育、醫療、建築、工業和農業等產業提供了充分的機會，重塑其核心業務，加快數位創新的步伐，從而保持數位化與荷蘭經濟的相關性。

## 二、愛爾蘭

觀察愛爾蘭歷年來人均 GDP 與整體產業附加價值率<sup>1</sup>的表現與變化以及創新轉型政策的沿革。自 2003 年以來，政府當局透過降低企業所得稅吸引資金、國際企業進駐，並成立科學基金會 (SFI) 以提升國家競爭力與創新力，隔年更通過 R&D 租稅抵減措施，鼓勵企業投入研發創新，隨後陸續頒布許多國家級的創新計畫，如：2006 年所推動的《2006~2013 年科技與創新戰略》，以及 2007 年進入第四期的《國家發展計畫 (The Strategy)》，在產業轉型方面，加強企業發展、科技創新、人才培育及技術升級，致力於打造愛爾蘭成為知識經濟體系，2000-2017 年愛爾蘭整體產業的附加價值率平均介於 39%-47%，儘管於 2008 年與 2012 年期間受到全球金融風暴與歐債危機的影響，附加價值率一直呈現波動不定的情形，但整體而言呈現上升的趨勢，且於 2011 年及 2015 年分別達到次高及最高的 45.7% 與 47.0%，近年則維持在

---

<sup>1</sup> 附加價值率=(生產總值-中間投入)/生產總值。

45.5%左右；2000-2018 年愛爾蘭人均 GDP 也呈現高度成長，年複合成長率高達 5.7%，同樣地，於 2008 年後，愛爾蘭人均 GDP 呈現放緩成長甚至下降的趨勢，但 2014 年至 2015 年，人均 GDP 由 51,126 美元增加至 69,147 美元，成長率高達 35.25%，並於 2018 年首度突破 8 萬美元，達歷年新高的 83,081 美元，請參考圖 2-1。

進一步觀察各行業附加價值率的表現，農、林、漁、牧業方面，2000-2017 年附加價值率皆呈現下降的趨勢，尤其以林業的下降幅度最大，自 2010 年的 44.6%，至 2017 年已下降至 11.7%，甚至於 2011 年首次出現負值的情況，另外農、牧業及漁業的附加價值率也分別下降至 28.8% 及 29.4%，請參考圖 2-2。

工業方面，2000-2017 年製造業以及用水供應及汙染整治業的附加價值率呈現上升的趨勢，其中以製造業上升幅度最大，由 2000 年的 35.5% 上升至 2017 年的 44.5%，2018 年，愛爾蘭政府更擴大投資，於都柏林大學成立 I-Form，運用工業 4.0 的理念，藉由產學合作研發，將數位科技導入製造業改變生產形式，提高生產效率。而礦業及土石採取業以及營建工程業的附加價值率呈現下降的趨勢，其中礦業及土石業的波動幅度最大，另外，電力及燃氣供應業則大抵呈現持平，請參考圖 2-3。

服務業方面，2000-2017 年教育業、專業、科學及技術服務業與醫療保健業的附加價值率呈現上升的趨勢，其中以教育業最高，2017 年達 87%，另外，批發零售、金融保險業與資訊服務業則呈現下降的趨勢，2017 年以資訊服務業的 26.4% 最低。關於金融服務業，愛爾蘭財政部於 2015 年曾頒佈「國際金融服務行業戰略五年計劃」(IFS2020)，針對當地在人才、技術、創新與

先進客戶服務的基礎環境下，提高愛爾蘭的全球金融服務地位，並聚焦在金融科技產業的發展(Fintech)，因此，預估未來愛爾蘭金融服務業的附加價值率將會逐漸改善，請參考圖 2-4。

### 三、芬蘭

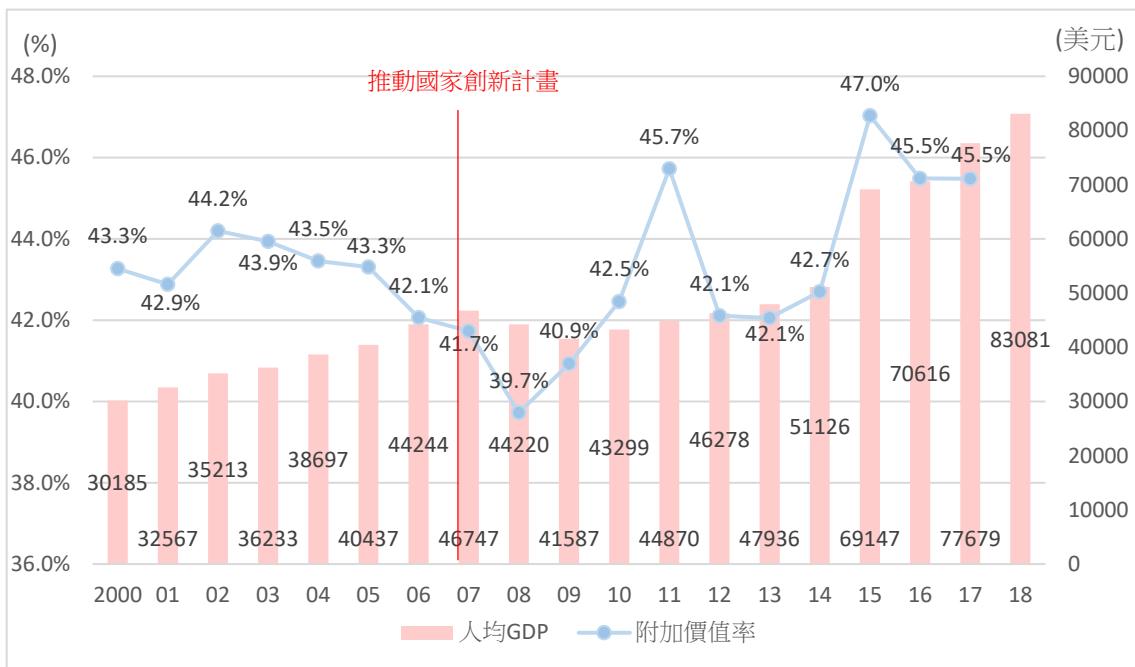
觀察芬蘭歷年來人均 GDP 與整體產業附加價值率的表現與變化與近年政府當局推動措施，2000-2018 年芬蘭整體產業的附加價值率與愛爾蘭相似，平均介於 44%-49%，在 2002 年曾達到最高的 48.3%，之後同樣於 2008 年全球金融風暴期間以及 2010 年歐債危機後附加價值率呈現下降的趨勢，至 2012 年達到最低的 44.7%，之後，附加價值率逐漸回升，2018 年芬蘭整體產業附加價值率為 45.8%；2000-2018 年人均 GDP 呈現穩定成長的趨勢，年複合成長率達 3.2%，於 2008 年起，芬蘭人均 GDP 呈現放緩成長甚至下降的趨勢，但整體而言，人均 GDP 呈現穩定上升，並且於 2011 年芬蘭人均 GDP 突破 4 萬美元，2018 年更達 47,946 美元，請參考圖 2-5。

進一步觀察各行業附加價值率的表現，農、林、漁、牧業方面，以林業的附加價值率最高，2018 其附加價值率達 73.2%，其次為漁業的 56.1%，而農、牧業最低，僅 28.5%，整體而言，2000-2018 年附加價值率皆呈現緩慢下降的趨勢，請參考圖 2-6。

工業方面，2000-2018 年間，各行業附加價值率波動皆呈現穩定，變動幅度不大，惟用水供應及汙染整治業呈現較明顯的下降趨勢，附加價值率由 2000 年的 57.7 下降至 2018 年的 45.6%，另外，觀察各行業之附加價值率表現，自 2008 年後，製造業之附加價值率平均低於 30%，在 2012 年達到最低的 24.9%，請參考圖 2-7。

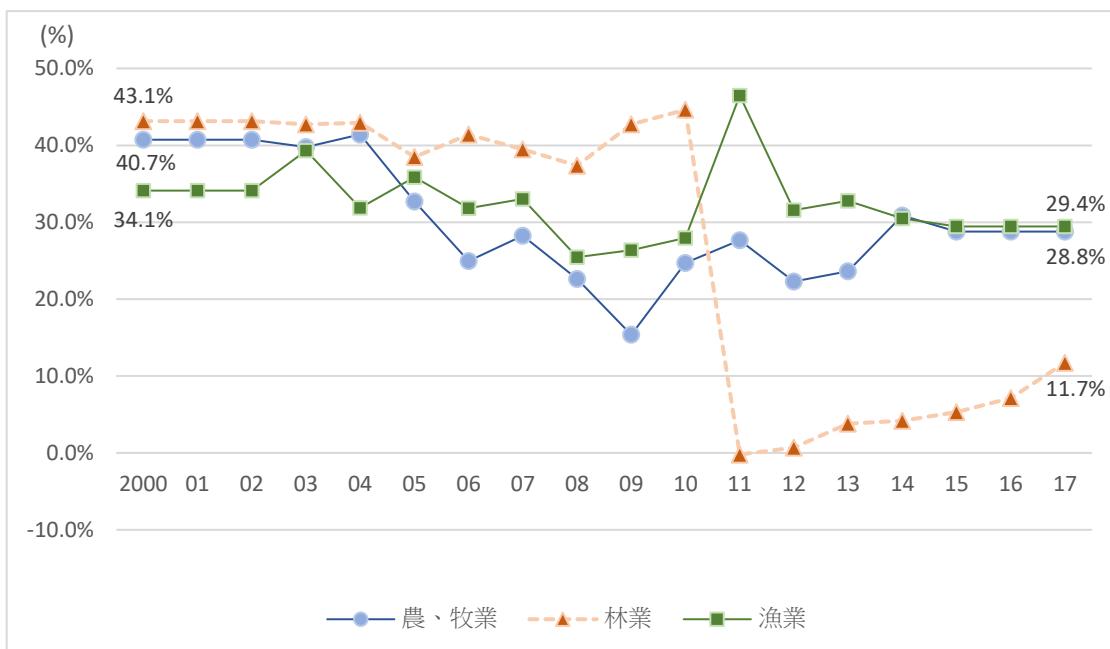
服務業方面，2018 年附加價值率以教育業的 71.1% 居首，金融及保險業最低，為 48.4%，整體而言，2000-2018 年教育業、資訊通訊服務業、專業、科學及技術服務業、批發零售業的呈現穩定持平的趨勢，而金融及保險業與醫療保健業則呈現下降的趨勢，其中以金融保險業下降幅度最大，請參考圖 2-8。

芬蘭政府自 2017 年起陸續推動多項創新計畫，如：芬蘭經濟事務與就業部門所發表的 Artificial Intelligence Programme，為歐洲首先發表人工智慧實施策略的國家，其內容包含將 AI 運用於提升國內企業競爭力、以 AI 改變現有的工作形態、讓芬蘭成為 AI 的領頭羊等；另外還有芬蘭商業局所推動的 Smart Energy Programme，透過數位化的商業模式提升工業生產運作的安全、連接、智慧、便利，促進人民福祉與全球競爭力，預估未來將可大幅提升產業的附加價值，以改善產業的附加價值率與人均 GDP 成長率。



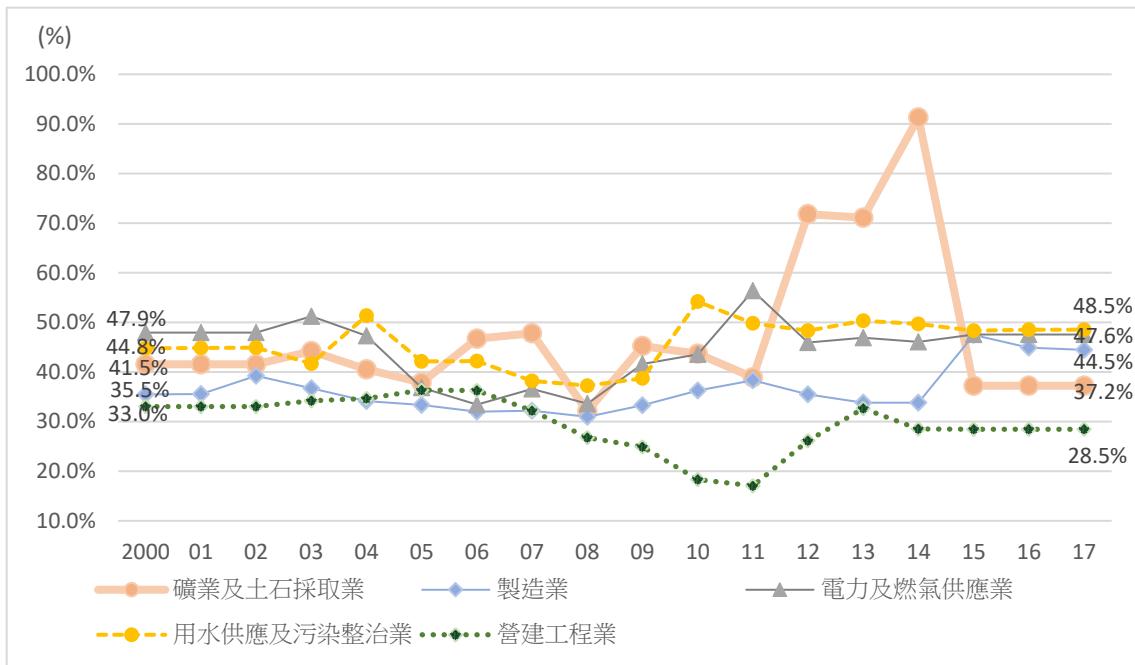
資料來源：OECD(2019)，經本研究繪製。

圖 2-1 2000-2018 年愛爾蘭整體附加價值率與人均 GDP 變化



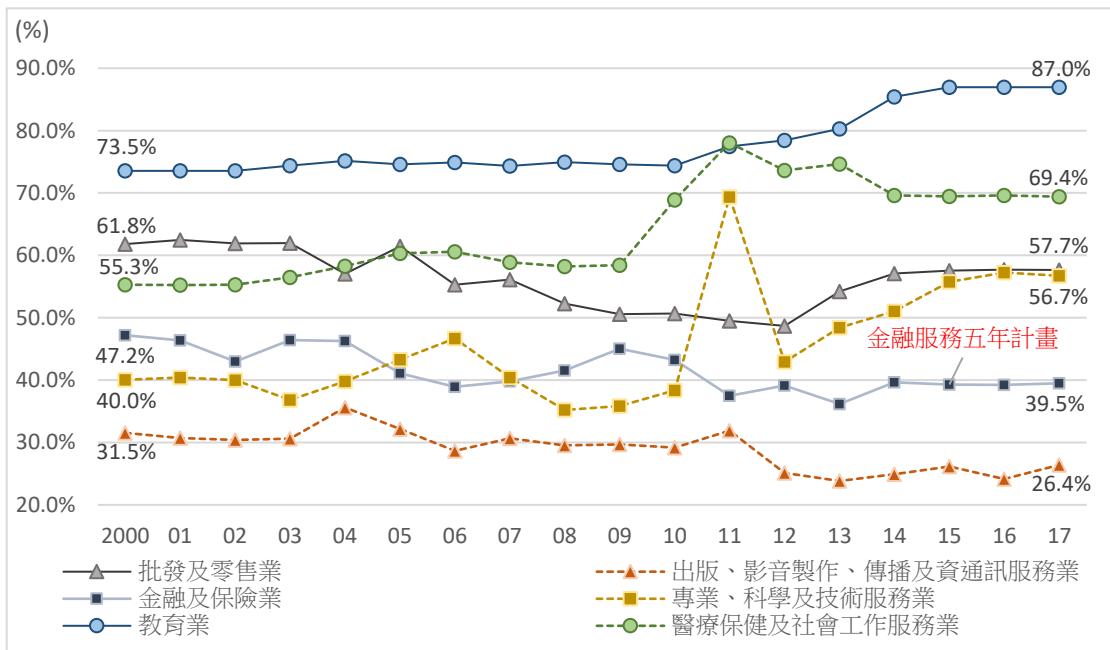
資料來源：OECD(2019)，經本研究繪製。

圖 2-2 2000-2017 年愛爾蘭農、林、漁、牧業附加價值率變化



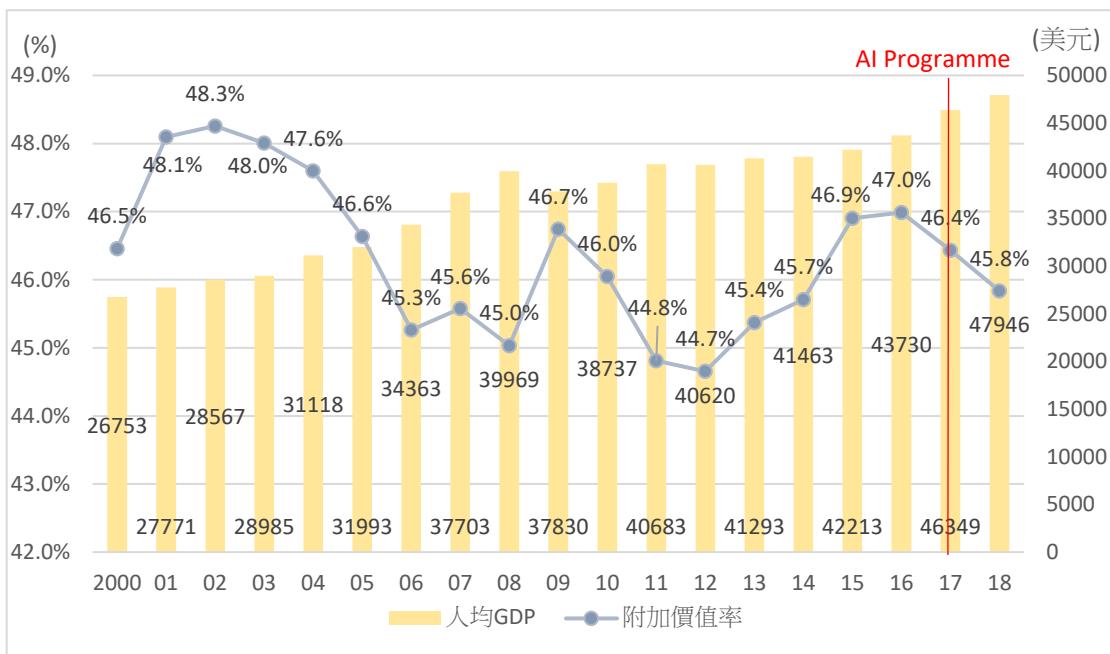
資料來源：OECD(2019)，經本研究繪製。

圖 2-3 2000-2017 年愛爾蘭工業附加價值率變化



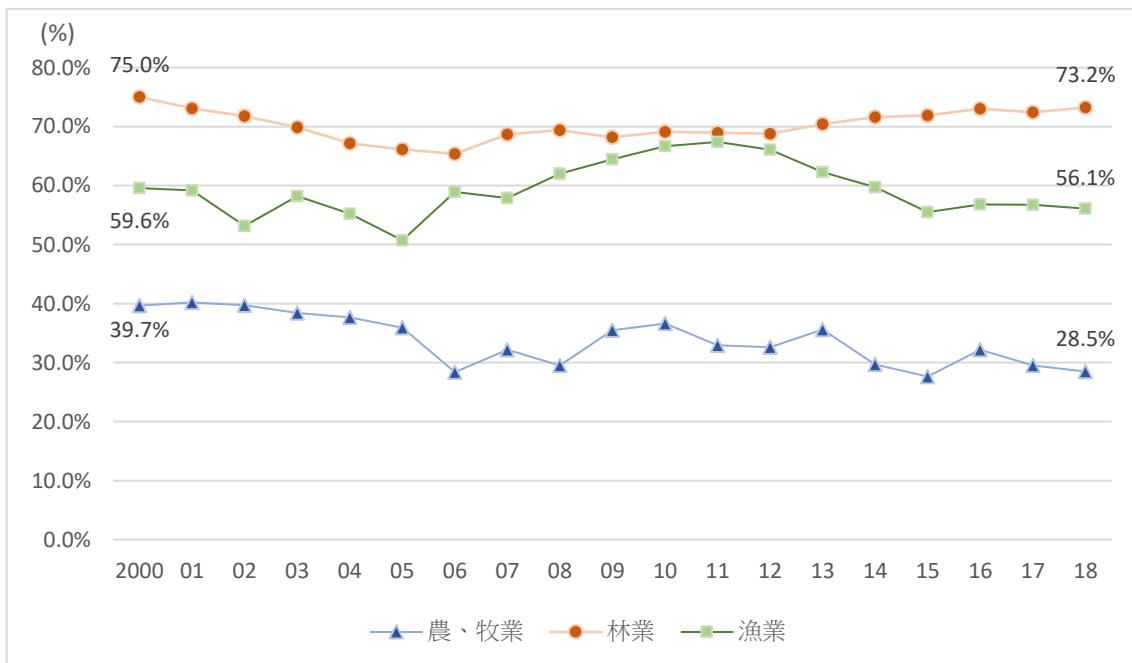
資料來源：OECD(2019)，經本研究繪製。

圖 2-4 2000-2017 年愛爾蘭服務業附加價值率變化



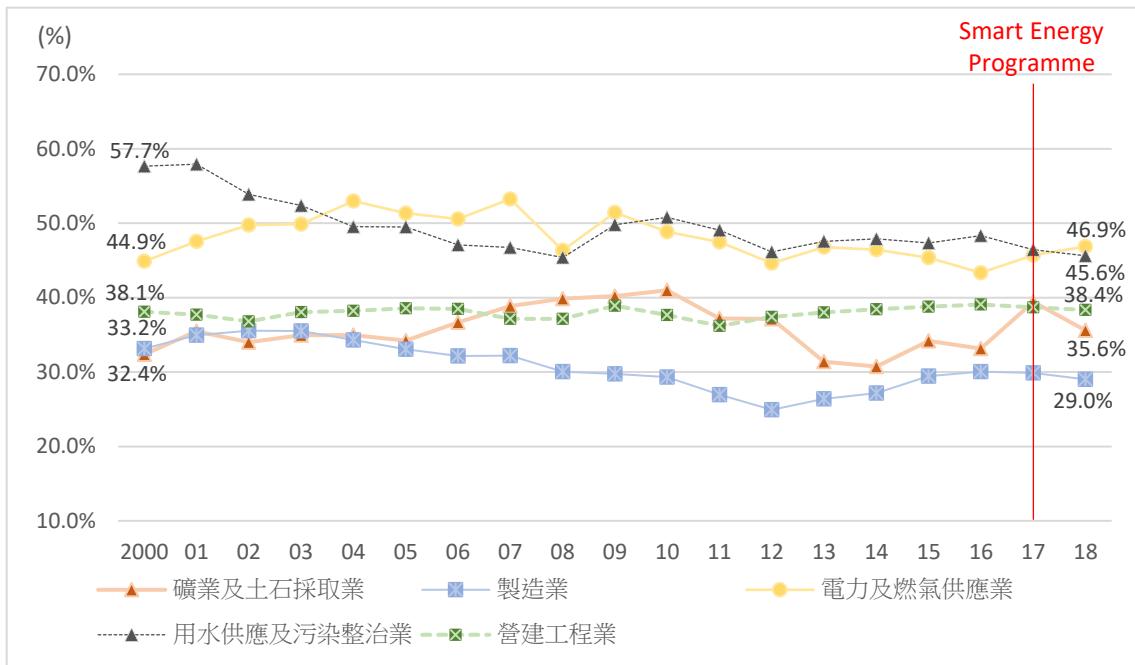
資料來源：OECD(2019)。經本研究繪製。

圖 2-5 2000-2018 年芬蘭整體附加價值率與人均 GDP 變化



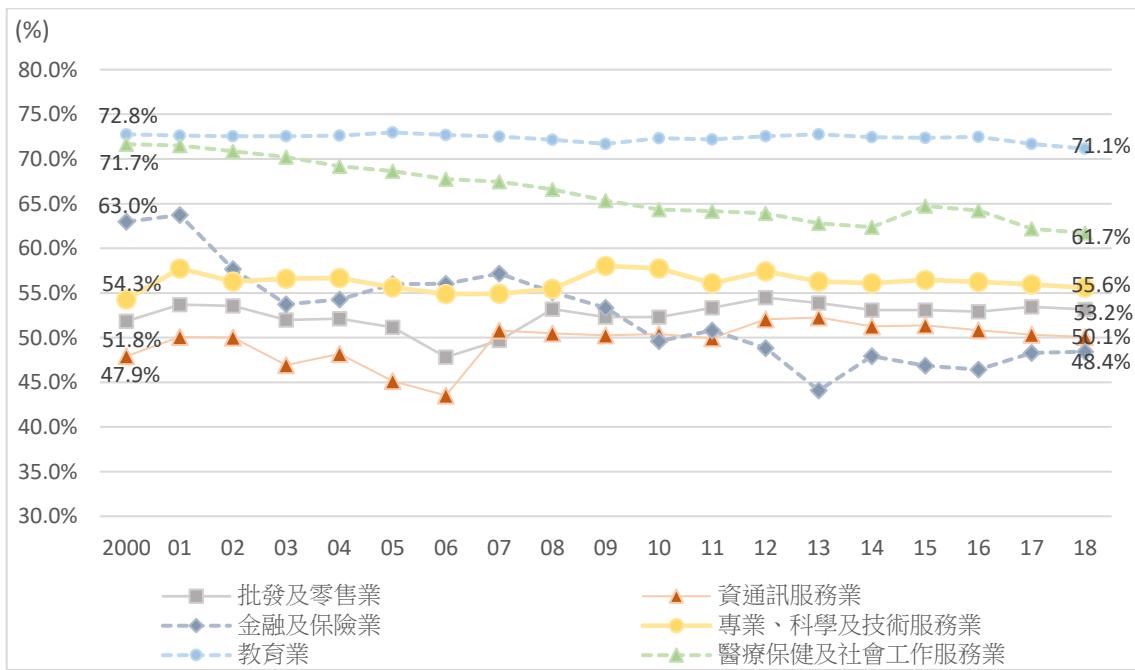
資料來源：OECD(2019)。經本研究繪製。

圖 2-6 2000-2018 年芬蘭農、林、漁、牧業附加價值率變化



資料來源：OECD(2019)。經本研究繪製。

圖 2-7 2000-2018 年芬蘭工業附加價值率變化



資料來源：OECD(2019)。經本研究繪製。

圖 2-8 2000-2018 年芬蘭服務業附加價值率變化

### 第三節 2030 年臺灣產業發展圖像之釐劃分析

近年來，受到創新科技與關鍵技術的發展，如：物聯網（Internet of Things, IoT）、大數據（Big Data）雲端運算（Cloud Computing）與人工智慧（Artificial Intelligence, AI）等，不僅帶動各國政府吹起一股數位經濟（Digital Economy）的風潮，經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Cooperation and Development, OECD）更指出，經由數位產業帶動之經濟活動，以及非數位產業透過數位科技等方式，都將能達到產業創新之發展目標。數位經濟的內涵範疇已不再侷限於資通訊產業以及軟硬體發展，非數位產業透過數位轉型（Digital Transformation）更將成為創新經濟的一部分。

根據 OECD 及世界經濟論壇（World Economic Forum, WEF）的定義發現，數位轉型為持續性的數位化（Digitalization）演進過程，並非一次性的轉變結果。未來，在數位化及數位轉型的趨勢下，相關數位創新與技術之整合與應用，將加速各種創新的商業與營運模式產生，進一步驅動全球產業變動。此外，WEF(2018) 認為，數位轉型對產業最具影響力之技術，包含：人工智慧、大數據分析、物聯網、連結裝置、自駕車（Autonomous vehicles）、雲端技術、客製化生產與 3D 列印（Custom manufacturing and 3D printing）、機器人與無人機（Robots and Drones）以及社群媒體與平台（Social media and platforms）；推估 2030 年全球數位轉型將產生超過 100 兆美元的產品價值。

在全球數位經濟趨勢下，為了掌握我國對於未來 2030 的產業變動與發展趨勢，本文首先藉由全球新興科技之發展趨勢觀測，

搭配考量政府相關產業政策推動情形，分析我國 2030 年產業前瞻變化趨勢之發展重點，以提出相關發展圖像內容作為後續模型評估之參考。

## 一、2030 全球前瞻趨勢

### (一) STEEP 分析觀測

所謂的 STEEP 分析架構，指的是針對社會 (Society)、技術 (Technology)、經濟 (Economics)、環境 (Environment) 及政治 (Politics) 等五層面進行趨勢觀測。以下依序提出幾點簡要分析：

#### 1. 社會面

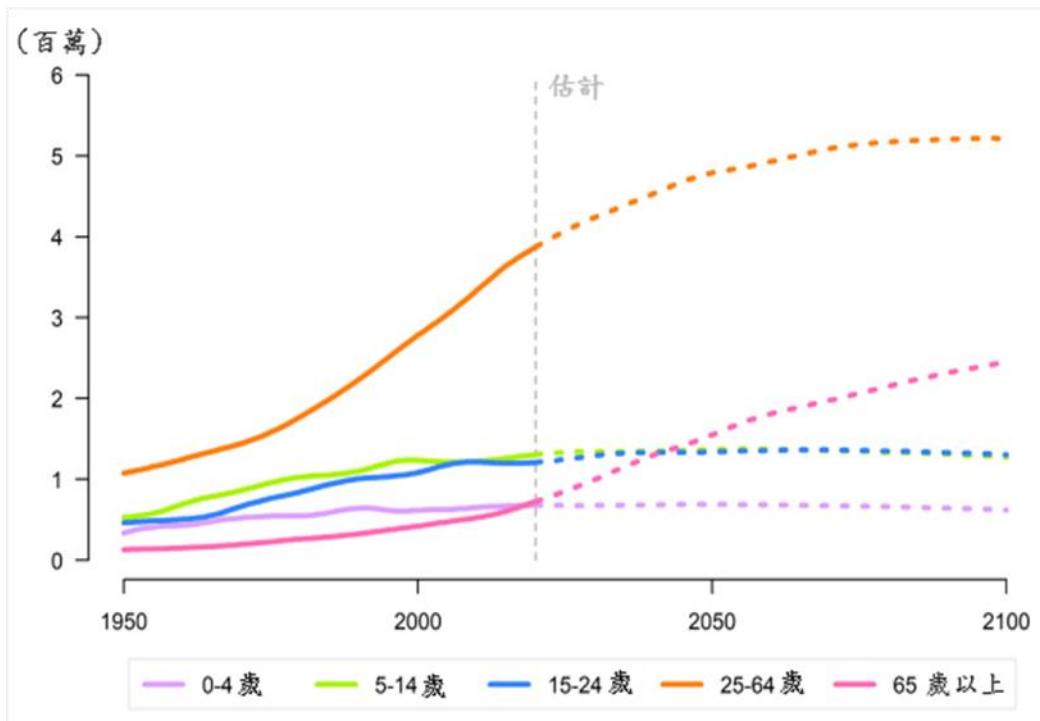
根據聯合國 2019 年發布之《世界人口展望報告》，全球人口在 2019 年底將達到 77 億人，預估 2030 年將增加至 85 億人，2050 年增加至 97 億人。若以區域別來看，以非洲人口成長最快速，南亞的人口成長為全球第二；在人口年齡組成方面（見圖 2-9），65 歲以上人口則是成長最快的年齡族群，2018 年的 65 歲以上人口首次超過 5 歲以下的人口數，2019 年全球老年人口比例將達到 9.1%，預估 2030 年將增加至 11.7%，2050 年則將增加至 15.9%。在其他條件假設不變的情況下，全球人口老齡化的情形只會持續惡化；其中，以亞洲人口老化情形最明顯，其次為歐洲地區。

#### 2. 技術面

根據 OECD (2017)、WEF (2018)、ERPS (2018) 以及 PwC (2018) 等相關國際前瞻觀測報告趨勢指出<sup>2</sup>，2030 年的全球智慧化科技將趨於普及；在數位經濟的發展下，產業與

<sup>2</sup> 包括 OECD. (2017), “Science, Technology and Industry Scoreboard.”；OECD. (2017), “Digital Economy Outlook.”；WEF. (2018), “Digital Transformation Initiative.”；EPRI. (2018), “Global Trends to 2035.”；PwC (2018), 「抓住 AI 商機」，臺北。

技術創新也將成為未來發展重點，尤其將聚焦全球資通訊技術中人工智慧領域發展現況與未來趨勢。



資料來源：修改自 UN (2019)，「World Population Prospects」。

圖 2-9 1950 年至 2100 年世界人口年齡組成

以 OECD(2017)的資料為例，在 2010 年至 2015 年間，日本、美國、中國、韓國與臺灣在世界前 20 項尖端資通訊科技的技術研發成果當中，申請的專利數占了全球 64%至 98%，為研發資通訊科技的主要領先國。

為了解各國在資通訊、環境及健康醫療等領域相關技術之專業發展程度，OECD 以美國專利商標局(USPTO)、歐洲專利局(EPO)等世界五大專利局的專利資料，推算出各國技術優勢指標 (Revealed technology advantage, RTA)；若其值大於 1，則表示該國在此技術領域較具有專業化發展的能力，為該國研發重點技術之一。根據表 2-1 結果可知，中國在 2002 年至 2015 年間，尤其是資通訊領域專業程度有上升情形；相對而言，日本和韓國則是呈現衰退情況。另外，在健康醫

療領域上，則以美國專業程度最高，日本和韓國居次。我國在 2002 年至 2015 年間，資通訊的專業程度略為下降，環境和健康醫療方面則有明顯的提升，但仍落後於其他國家。

**表 2-1 主要國家相對技術優勢指標情形**

	資通訊		環境		健康醫療	
	2002   2005	2012   2015	2002   2005	2012   2015	2002   2005	2012   2015
	韓國	1.78 1.56 ▼	0.66 0.91 ▲	0.29 0.60 ▲		
日本	1.21 0.98 ▼	1.05 0.97 ▼	0.50 0.63 ▲			
美國	0.95 0.92 ▼	0.98 1.16 ▲	1.74 1.73 ▼			
中國	1.25 1.63 ▲	0.63 0.61 ▼	0.81 0.54 ▲			
臺灣	1.51 1.48 ▼	0.47 0.54 ▲	0.26 0.45 ▲			

資料來源：整理自 OECD (2017)，「Science, Technology and Industry Scoreboard」。

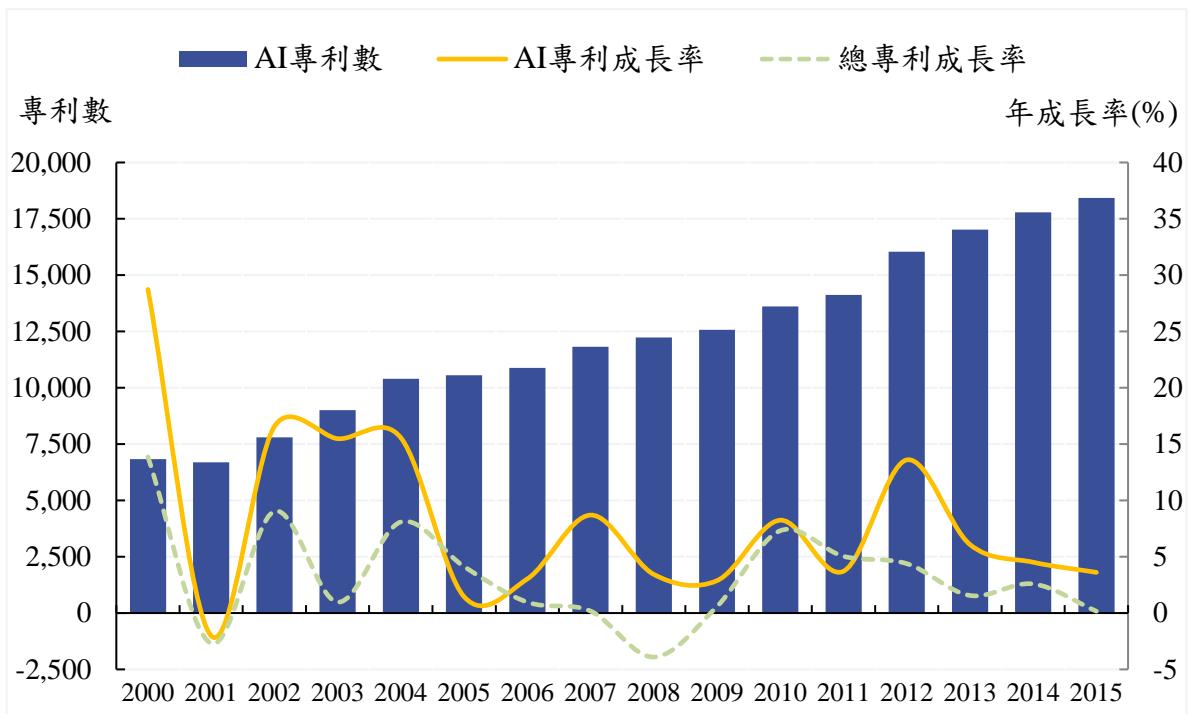
此外，根據 PwC (2018) 以及王皓怡 (2018) 指出，AI 為資通訊領域關鍵技術之一，也是透過電腦模擬學習、知識、推理或決策等人類認知功能，目前已逐漸延伸應用於各產業中，其應用範疇包含交通運輸、物流業、通訊、健康醫療與娛樂等。根據運作模式，PwC 將人工智慧共分為四大類型，包括：自動化智慧、輔助智慧、擴增智慧和自主性智慧(見表 2-2)。

表 2-2 AI 運作模式

類型	定義
自動化智慧 Automated Intelligence	將具有重覆性或非重覆性，且需經由人工辨識或人力的工作自動化。
輔助智慧 Assisted Intelligence	提供相關數據或分析，以協助人類更快速或更精確地完成工作。
擴增智慧 Augmented Intelligence	藉由與環境或人類互動以學系、改善系統，協助人類優化決策。
自主性智慧 Autonomous Intelligence	機器與系統不需再經由人類介入，即可「自主」行動。

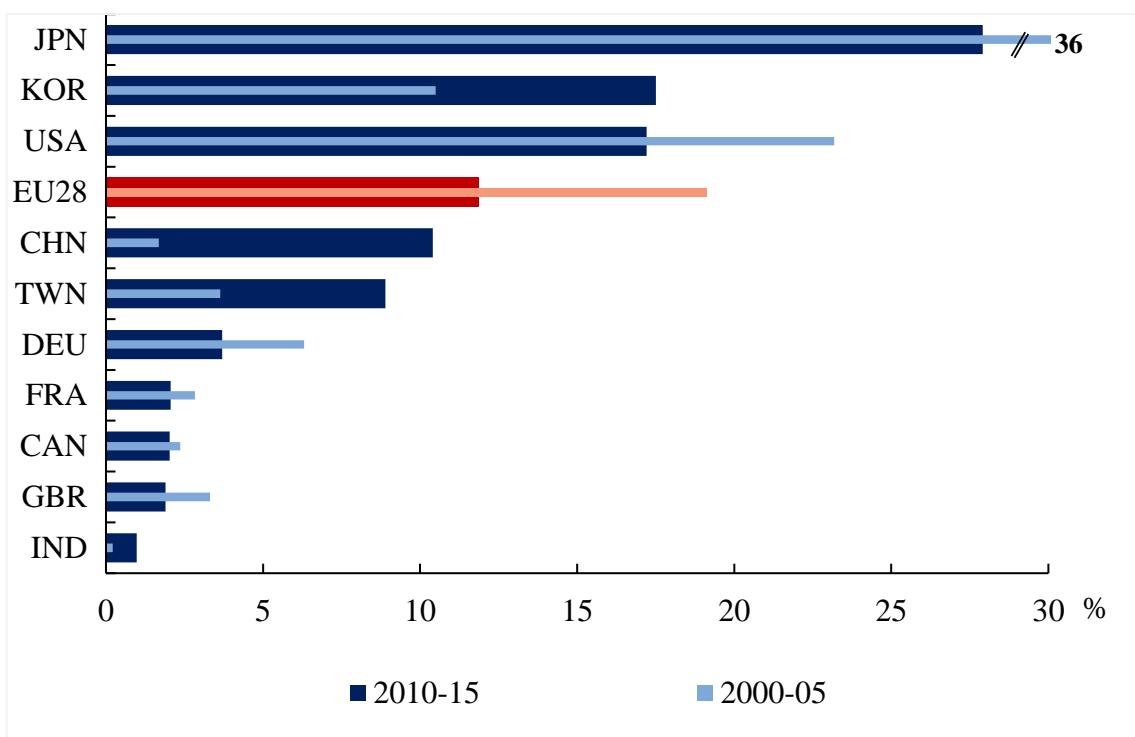
資料來源：整理自資誠聯合會計師事務所（2018），「抓住 AI 商機」。

此外，根據 OECD (2017) 報告資料顯示（見圖-10 及圖-11），在 2000 年至 2015 年間，人工智慧相關技術領域於世界五大專利局（IP5）之發明專利數由 6,827 件增加至 18,429 件，平均成長率為 8.3%；其次，觀察各國人工智慧相關技術專利情形，2010 年至 2015 年間美國、日本、韓國、中國與臺灣為申請人工智慧相關專利前五多的國家。在人工智慧未來發展趨勢方面，PwC (2018) 認為 2030 年將可產生 15.7 兆美元的 GDP 成長；其中，預估有 9.1 兆美元是來自全球消費端的貢獻，6.6 兆美元則是受惠於科技發展而使生產端效率與品質大幅提升。此外，根據各國發展情形，預期中國與美國將成為人工智慧相關技術發展最大的受惠者。



資料來源：OECD (2017)，「Science,Technology and Industry Scoreboard」。

圖 2-10 2000 年至 2015 年間人工智慧專利數統計



資料來源：OECD (2017)，「Science,Technology and Industry Scoreboard」。

圖 2-11 2000 年至 2015 年間各國人工智慧專利數占比

### 3. 經濟面

根據 IMF (2019) 公布的《世界展望報告》指出，預估 2019 年全球經濟成長率為 3.3%，為金融海嘯以來的最低值，主要為國際間貿易之不確定性尚未消散；此外，中國緊縮信用影響、阿根廷與土耳其貨幣顏重貶值以及德國汽車工業出現衰退等問題，皆是造成 2019 年上半年經濟成長放緩之因素，預期這些衝擊情形將在 2019 年下半年有改善情形，2020 年全球經濟成長將可望增加至 3.6%，2020 年以後可望維持在 3% 的穩定水準。

### 4. 環境面

人口增加、自然資源過度開發，工業廢水、廢氣排放、燃料廢棄等汙染產生，加重環境負擔與氣候變遷等問題。在能源需求增加以及資源有限的情況下，國際間相當重視再生能源開發以及碳排放量等議題。依據國際能源署 (International Energy Agency, IEA) 的資料顯示，2018 年全球太陽光電、風電、水力、生質能和其他再生能源的增加量約 180 百萬瓩，整體來說將可望成長 7%。然而，全球與能源有關的碳排放量達到 330 億噸的歷史新高，整體增加 1.7%。因此，為實現巴黎協定 (Paris Agreement) 的目標，IEA 預估於 2030 年前，每年再生能源平均的增加量需超過 300 百萬瓩。

### 5. 政治面

不同於過往國際情勢由先進國家所主導，隨著新興市場於全球經濟興起，其逐漸展現對於國際的影響程度。而新興國家與歐美的市場間存在之治理落差等系統性風險問題，將使未來全球於政治面呈現更複雜與多元的樣貌。面對以上全

球挑戰與新興機會，聯合國於 2030 年永續發展議程 (Agenda 30)，提出 17 項永續發展目標 (The Sustainable Development Goals, SDGs)。其中，目標 10.2 即以「在 2030 年前，促進社會、經濟、政治之融合，無論其種族、性別、年齡、宗教或經濟等身分地位之差異」為目標。

## (二) 全球科技發展藍圖

### 1. 短期

依據 Gartner(2018) 發布的十大策略性科技趨勢 (The Top 10 Strategic Technology Trends for 2019) 指出，近年數位科技趨勢將著重在智慧化 (Intelligent)、數位化 (Digital) 和網格 (Mesh) 三面向，其中又可細分為自動化物件、增強分析、人工智慧驅動開發等十項科技趨勢，各科技趨勢的名稱、分類面向與摘述請參考表 2-3 這十項科技大多是處於轉變時期或尚未廣泛應用的科技，但極有可能在短期內有爆發性的發展，並藉由不同趨勢間的組合應用，於未來五年內帶來顛覆性影響。

表 2-3 2019 年十大策略性科技趨勢

面向	名稱	描述
智慧化	自動化物件 autonomous things	○ 有別過往的機械自動化，透過 AI 技術能使自動化物件更自然且靈活的與人和環境互動，包含機器人、無人車、無人機等。
	增強分析 augmented analytics	○ 著重在增強智慧的部分，利用機器學習強化資料準備、分析等，自動化提供相關決策，可望促成公民資料科學(citizen data science)。
	人工智慧驅動開發 AI-driven development	○ 將 AI 運用在流程開發，使應用程式開發到測試皆自動化，提升整體效率。
數位化	數位分身 digital twins	○ 將現實中的實物以數位化呈現並結合，能即時監測現實物件、蒐集分析資料、與不同數位分身互動以進行環境模擬與評估等。
	強化邊緣運算 empowered edge	○ 邊緣運算的發展逐漸成熟，配合 5G 網路電信發展能降低延遲和提供更佳的傳輸品質。
	沉浸式體驗 immersive experience	○ 結合虛擬實境 (VR)、擴增實境 (AR)、混合實境 (MR) 與對話式平台的互動模式，塑造使用者沉浸式體驗。
網格	區塊鏈 blockchain	○ 未來目標在於去除中心化，交易將不再經中央機關或機構，能大幅降低交易的延遲和中間的成本。此外，亦期望將區塊鏈的應用從金融延伸至其他產業。
	智慧空間 smart spaces	○ 結合了人、服務和物件等，能為特定族群或產業建立沉浸式的體驗。預計未來近幾年，智慧空間的市場將快速增長。
	數位隱私與數位道德 privacy and ethics	○ 個資將成為數位科技發展中的最大隱憂，因此企業需更加注重數位隱私，並建立有效的防護方式，最終目標在於從數位隱私的保護延伸至數位道德。
	量子運算 quantum computing	○ 量子運算能解決傳統電腦運算所無法解決的複雜問題，若能將量子電腦或服務成功應用於產業上，未來金融、醫療、保險、軍事產業等諸多產業皆能受益。

資料來源：整理自 Gartner (2018)，「Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2019.」。

## 2.長 期

工研院（2018）根據國際科技期刊技術重點和相關前瞻技術清單，提出《科技新指標－2030 全球趨勢大未來報告》，整理出 2030 年前，150 項最具影響力的前瞻技術，並依照數位科技、智慧機器、綠能環保、先進材料與生命科技等五大領域進行技術分類。其中，全球 30 大前瞻技術與所屬類別群組請參考表 2-4，各領域簡要說明如下：

- (1) 數位科技領域：著重在資通訊、機器學習、光電及電子科技之技術研發。透過資通訊技術結合民生、安全與環境生活等，衍生相關創新服務，創造經濟效益。
- (2) 智慧機器領域：透過產業工程科技及智慧機械技術之研發，以提升生產效率、促進產業整體技術發展。
- (3) 綠能環保領域：包含生態、綠色能源與資源運用等環境相關技術探索，以促進生活環境便利性與安全性。
- (4) 先進材料領域：研究範疇包含先進材料、高能物理、量子資訊等。
- (5) 生命科技領域：目標在於厚植生技產業發展、提升食品安全，以提升整體民生福祉與生活品質。

表 2-4 2030 年全球前 30 前瞻技術清單

類別	技術名稱	
數位科技	第六代行動通訊	6G Mobile Network
	機器學習	Machine Learning
	量子運算	Quantum Computing
	區塊鏈	Blockchain
	虛擬助理	Virtual Assistant
智慧機器	AR/VR 虛擬顯示器	Smart Eyeglasses for AR/VR
	3D 列印	3D Printing
	動力外骨骼	Powered Exoskeletons
	工業機器人	Industrial Robot
	服務機器人	Service Robot
	醫療機器人	Medical Robot
綠能環保	自動駕駛車	Autonomous Vehicle
	新能源車	New Energy Vehicle
	碳捕捉與儲存	Carbon Capture and Storage
	零碳建築	Zero-Energy Building
	能源儲存	Energy Storage
	燃料電池	Fuel-Cell
	生質能源	Bioenergy
	海洋能源	Marine Energy
先進材料	風力能源	Wind Power
	環境友善塑膠材料	Renewable and Biodegradable Plastic Materials
	石墨烯	Graphene
	奈米材料	Nanomaterial
	二氧化碳料源	CO2 utilization
生命科技	固態電池	Solid-State Battery
	奈米生物感測	Nano-Biosensor
	3D 器官列印	3D BioPrinting
	基因療法	Gene Therapy
	細胞再生醫學	Cell Therapy
	個人醫學	Personalized Medicine

資料來源：整理自工研院（2018），「科技新指標－2030 全球趨勢大未來報告」。

### 3.政府政策

目前各部會有關數位經濟產業政策的主要做法如下：

#### (1)經濟部

2016年7月21日行政院院會通過「智慧機械產業推動方案」。「智慧機械產業推動方案」以連結在地、未來以及國際的三大推動主軸來進行推動，期望藉由強化產官學研的資源整合，建立智慧製造解決方案及國際合作拓展外銷，打造全球「智慧機械之都」。就連結在地而言，主要重點在於活用臺灣中部精密機械產業群聚長期蓬勃運作所累積的高品質製造以及產學合作研發能量，將其所在的臺中市及其周邊地區打造為「智慧機械之都」；在連結在未來方面，主要重點在於推動工具機控制系統以及產業用機器人關鍵技術的國產化，以及建置具有臺灣特色的工業聯網或智慧製造營運模式；就連結國際而言，主要重點強化國際交流合作與系統整合輸出。依智慧機械產業推動辦公室於2018年4月公布的進度成果，可區分為打造智慧機械之都、整合產學研能量、發展關鍵技術及推動智慧製造，以及透過展會協助智慧機械行銷國際等四個部分。

#### (2)科技部

科技部推動人工智慧政策，主要以「小國大戰略」的思維，掌握AI創新價值，提升國家競爭力為願景。「AI小國大戰略」主要分為五大策略，分別為：(1)建構AI主機：以4年共50億元經費，有效整合國內資源，提供大規模共用、共享的高速運算環境；(2)設立AI創新研究中心：以5年為期，每年預計投入10億元經費，

深耕人工智慧人才與技術研發，同時加入人文、社會等未來人工智慧於實際應用時所面臨議題之研究，形成世界級 AI 研發群聚，培養充足的 AI 人才；(3)打造智慧機器人創新基地：以 4 年為期，預計於中科與南科投入 20 億元經費，落實機器人軟硬整合與創新應用；(4)半導體射月計畫：以 4 年為期，將投入 40 億元經費，全力協助打通半導體業進入 AI Edge 的瓶頸，積極培育頂尖半導體製程與晶片設計人才；(5)科技大擂台（Grand Challenges）：以擂台賽方式設定重大挑戰課題，廣徵優秀人才參與投入。動態即時提供 AI 機器人需求端企業所需要短期性問題解決服務。

### (3) 國發會

國發會持續透過進化、優化、基本功等 3 大施政主軸，推動數位國家政策，其中地方創生、雙語國家政策、國發基金計畫將持續進行，明年也將修正個人資料保護條例，成立專責機構，以取得歐盟 GDPR 適足性認定。同時持續推動 2020 數位國家發展全景，在進化方面，推動地方創生與新創結合、精進新創事業投資環境 2.0、因應數位身分識別證建置 T-Road 發展智慧政府、推動台歐盟數位經濟對話 (DDE)、台美數位經濟論壇 (DEF)。

優化方面，將運用 AI 人工智慧掌握經濟景氣動態，提前預估未來景氣轉折點，並與智庫研究整合，做到預警效果，明年可望有相關研究、成果。

基本功方面，將修正個人資料保護條例，以取得 GDPR 適足性認定，預期明年 3 月進行法規研修，成立「個人資料保護委員會」專責機關，另外也將制定新經

濟移民法、Open Data 標準，研擬 OGP 國家行動方案，並調整國發基金組織、提升數位創新化。

## 二、2030 臺灣產業圖像趨勢

### (一) 前瞻趨勢觀測

#### 1. 社會面

根據 2018 年行政院國家發展委員會《人口推估報告》顯示，就人口年齡結構方面，我國仍維持高齡少子化情形，15-64 歲之工作年齡人口自 2015 年達最高峰後逐漸下降，預計 2030 年時，我國工作年齡人口將降至 1,515 萬人，下降幅約達 10%；2065 年則預計會減少為 862 萬人（下降幅約為 49.6%）。在人口高齡化方面，我國自 2018 年正式邁入高齡社會 (Aged Society)；預計 2026 年將達到超高齡社會 (Super Aged Society)，老年人口占比將超過 20%；至 2030 年時，老年人口預計會增至 559 萬人，2065 年再增至 715 萬人，老年人口占總人口比重將達 41.2%。

依據國家發展委員會的推估，我國人口紅利將於 2027 年消失，屆時勢必會面臨勞動力嚴重短缺的問題，我國勞動比例從 2013 年的 74.2%逐年下滑，預計在 2030 年時勞動比例將下滑至 64%。日前我國政府已積極推動相關政策以因應未來高齡少子化帶來的衝擊，除了鼓勵生育的「我國少子女化對策計畫 (107-111 年)」外，也針對勞動力短缺提出引進外國人力(外國專業人才延攬及僱用法、新經濟移民法草案)和促進在職者延後退休等的相關法案(中高齡者及高齡者就業法草案)，並結合 AI 行動計畫以彌補勞力不足的困境，提升人力資源的有效運用。

至於人口老化、少子化對產業結構的影響上，隨著人口老化，醫療費用增加，運用 AI、大數據的精準醫療、細胞治療乃因運而生；勢將導入更多的 AI、資料分析人才，相關新藥的研發人才，但也會排擠若干現有傳統的醫療人員。其次，長期健康照護人力需求增加，服務型機器人、運用科技進行照護，也會改變人力需求的結構。

在少子化上，由於撫養子女人數減少，教育、語言、專業訓練等行業的人力需求會增加，但對婦產科、正規教育、補習班等產業的需求會下降。不過，面對數位經濟的若干嶄新領域，如資料科學家、大數據人才等，仍有新的需求，為了因應專業人力不足，國外專業人才的引進也有其迫切的需求。

## 2. 經濟面

根據主計總處資料顯示，我國 2019 年第一季經濟成長率為 1.71%；預測全年（2019 年）經濟成長率可達 2.64%。未來整體成長情形將因臺灣出口不振、消費動能不足、人口老化等因素，呈現下滑趨勢，凸顯臺灣長期成長動能持續走緩的困境（平庸成長）。

然而，根據微軟與 IDC 共同發佈之解密數位轉型對亞太地區經濟影響 (Unlocking the Economic Impact of Digital Transformation in Asia Pacific)，至 2021 年前，數位轉型可望為亞太 GDP 帶來 60% 之貢獻。同時，預期臺灣於 2030 年將有超過 60%GDP 來自於數位服務相關的技術與產品，顯示產業擁有創新商業模式能力將是未來競爭關鍵因素。而在數位經濟下關鍵之人工智慧發展部分，根據 PwC《抓住 AI 商機研究報告》，最具人工智慧發展潛力的產業有五個，分別為

「健康照護業」、「金融服務業」、「運輸與物流業」、「汽車業」和「科技、通訊與娛樂業」。

### 3. 技術面

依據工研院（2018）的預估，在2025至2030時，人工智慧與物聯網將廣泛運用於各行各業上，而智慧製造與人工智慧的統合應用也將成為未來產業技術發展的重點之一。當前我國人工智慧的發展受益於全球三大趨勢：邊緣運算（Edge computing）的興起、AI晶片高速成長和數位隱私權與資安的法制化。

我國科技產業奠定了半導體與製造業的強大優勢下，若能搭配軟體平台相互整合，我國可望成為全球AI晶片產業的領航者。由行政院科技會報辦公室與經濟部所指導的台灣人工智慧晶片聯盟（AITA）於2019年7月正式成立，目標在於建構人工智慧生態系、開發產品與研發關鍵技術等，並期許在2023年時能占據全球四分之一市場。而近年數位隱私與道德概念逐漸受到重視，國際規範已從基礎的個資保護延伸到物聯網設備安全控管，而我國普遍認同且注重資料隱私則可受益於此。

### 4. 環境面

根據臺灣電力公司於2019年4月發布《臺電環境白皮書》，內容涵蓋六大策略面向，包括：「因應氣候變遷」、「守護環境品質」、「聚焦循環創新」、「精進管理系統」、「營造生態共融」和「擴大內外議合」等環境永續藍圖。其中也訂定了未來我國空污與溫室氣體碳排放之短期、中期、長期目標。在空汙排放上，臺電也承諾在2021年時需比2016年少30%；2025年減少幅度需達40%；2030年減少幅度則需達50%。

而在溫室氣體碳排放上，臺電也承諾 2021 年時火力機組排放強度要比 2016 年時少 7%、2025 年減少幅度需達 15%、2030 年減少幅度則需達 20%。

在能源整體運用上，依據經濟部 2019 年 8 月提出最新版本的「2030 年電力盤點」，2025 年能源配比為：燃氣 50%、燃煤 27%、再生能源 20%和其他類能源 3%（抽蓄水力 1%、燃油 1%、核能 1%），再生能源中，太陽光電裝置容量目標為 20GW，風力發電裝置容量目標則為 6.9GW（陸域 1.2GW，離岸 5.7GW）。隨著離岸風電區塊開發完成，至 2030 年，燃氣發電可望隨綠電增加而逐漸降低，再生能源發電量將達全國發電比的 25%。

相較於空氣品質與能源，水資源是以往政府與人民較少關注的議題，但隨著極端氣候、水庫泥沙淤積和民生用水與工業用水大增的影響，未來十年內缺水問題將成為政府急需面對的重要議題之一。統合未來的民生用水和工業用水增加量，估計在 2030 年時，我國用水量將會增加 10%左右。依據政府預估，若未改變現有的水源與制度，預期在 2031 年，竹科、中科、南科等科學園區每日缺水將高達 40 萬噸。行政院 2019 年 7 月發布「臺灣永續發展目標」則明定「提升用水效率、降低平均用水量」的目標；其中，包含改善農業灌設備、提高工廠用水回收率等方式，預計在 2030 年時，將每人每日用水量由 275 公升（2016 年）降至 250 公升。有關 2030 前瞻趨勢的預測，請見圖 2-12。

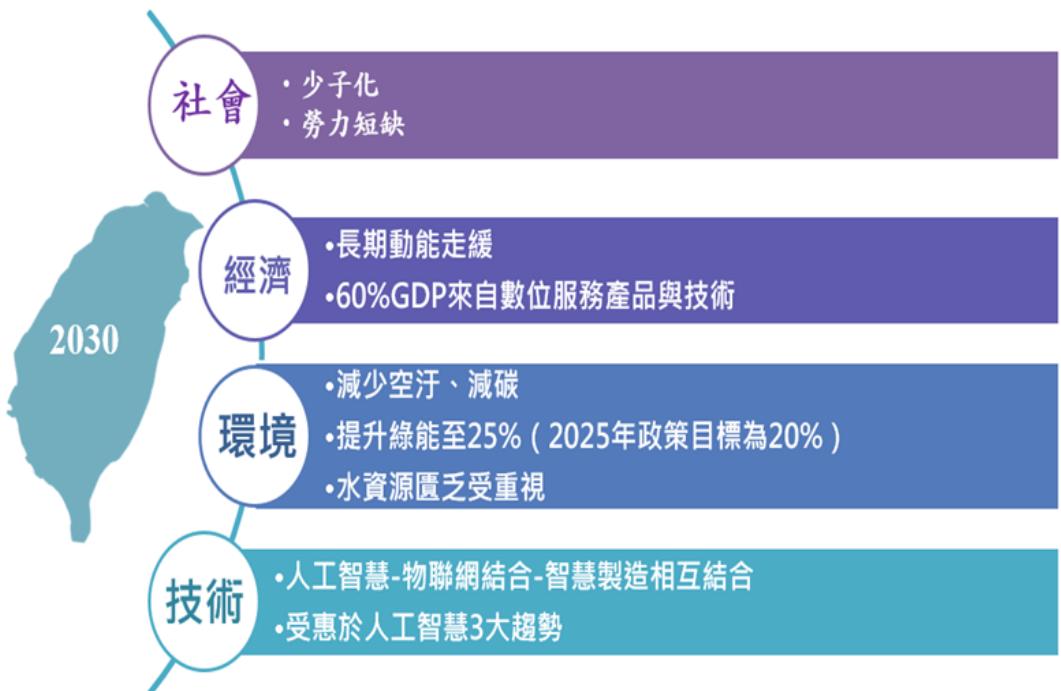


圖 2-12 臺灣 2030 前瞻趨勢預測

## (二) 我國 2030 產業圖像之趨勢分析

### 1. 數位經濟背後的驅動力

數位經濟背後的驅動力為何？它如何成為未來台灣在 2020 到 2025 年，2025 到 2030 年的成長驅動力呢？我們從以下五個構面來分析：

(1) 數位科技驅動經濟成長：AI、5G、IOT、大數據、區塊鏈、量子運算等數位科技的運用，首先會帶動科技進步、商業模式提升，以及產業效率的升級。其次，會帶動零組件、設備的需求增加，再者，會有新的應用服務模式出現。

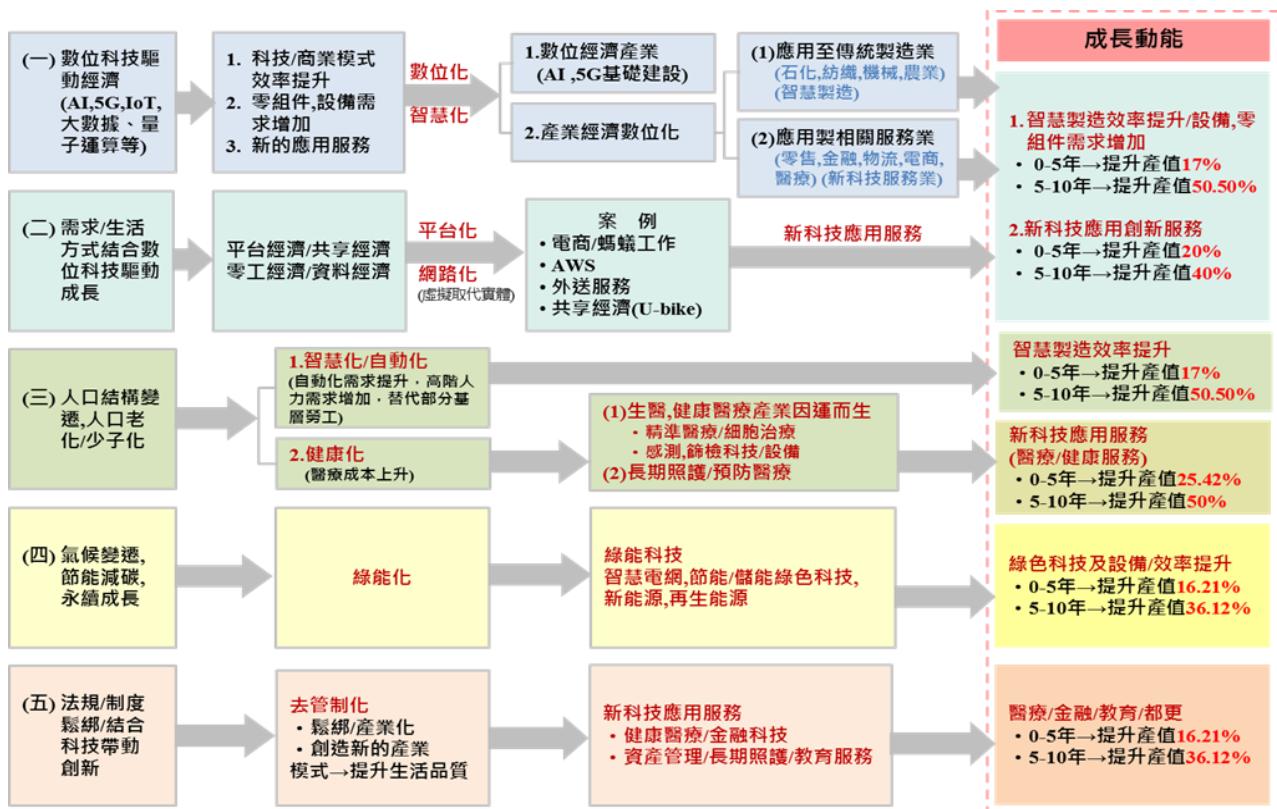
在產業數位化、智慧化之後會帶動數位經濟的產業（亦即 AI、5G 等基礎建設及相關的數據、資料服務），和產業數位化的產業（包括應用至傳統產業的”智慧製

造”，以及應用至相關領域的服務業，如零售、金融、物流、電商、廣告、零售、醫療等，即所謂的”新科技服務業”。透過智慧製造效率的提升，以及新科技應用服務，會帶動產業產值的提升。

- (2)新的需求、生活方式的改變，結合數位科技驅動經濟成長：隨著生活方式的改變，加上數位科技的進步，產生了很多新的生活方式，例如電商、雲端服務、外送服務、共享經濟等，即所謂的平台經濟、共享經濟、零工經濟、資料經濟，在平台化、網路化之後，會驅動很多新的科技應用服務業，從而提升整個經濟的成長動能。
- (3)人口結構變遷包括老人化、少子化結合科技應用，驅動經濟成長：這又可分為兩方面來討論。其一，人口老化、少子化，會驅動業者多使用自動化設備，朝智慧化、自動化發展，如此，可望提升高階人力需求及自動化設備需求的增加，但也會替代部分的基層勞力的僱用。其二，隨著人口老化，醫療成本也會大幅上升，因此，結合生技醫療技術和健康醫療的產業乃因運而生。例如結合大數據、感測技術、篩檢技術的精準醫療、細胞治療及其設備的產業，將會擴大發展。另外，長期照護及其輔具、醫材設備、預防醫療的投資，也會大幅增加，帶動經濟的成長。
- (4)氣候變遷、節能減碳與永續發展的趨勢：隨著氣候變遷，節能減碳的潮流發展，未來智慧電網、綠能科技、節能／儲能技術與設備、新能源、再生能源的投資可望大幅增加，進而帶動經濟成長的效率將會大幅提升。
- (5)新的數位科技，結合服務業法規鬆綁，去管制化，將促成經濟快速成長：隨著時間的經過，加上新科技的進步、

跨業跨域整合潮流加速，以及社會生活品質提升要求的壓力，未來結合科技、產業鬆綁、商業化，帶動健康醫療、金融科技、資產管理、長期照護、教育服務的全面現代化、規模化。

台灣目前有 10 兆元新台幣的超額儲蓄、20 兆元的保險資金，如妥善運用，挹注服務業將有爆發性成長。以長期照護為例，如鬆綁法規、允許保險公司資金導入長照，將使長照規模擴大、引入新的商業模式，帶動建設業者、科技業者。醫材、養生業者、創投、心理諮商、金融理財等相關應用投入，打造嶄新、國際化長照體系，帶動高階人力需求。在現代化、規模化之後，預計將會帶動另一波經濟的成長高峰，以及高階人力需求的大幅增加。相關的驅動力及藍圖，請參見圖 2-13：



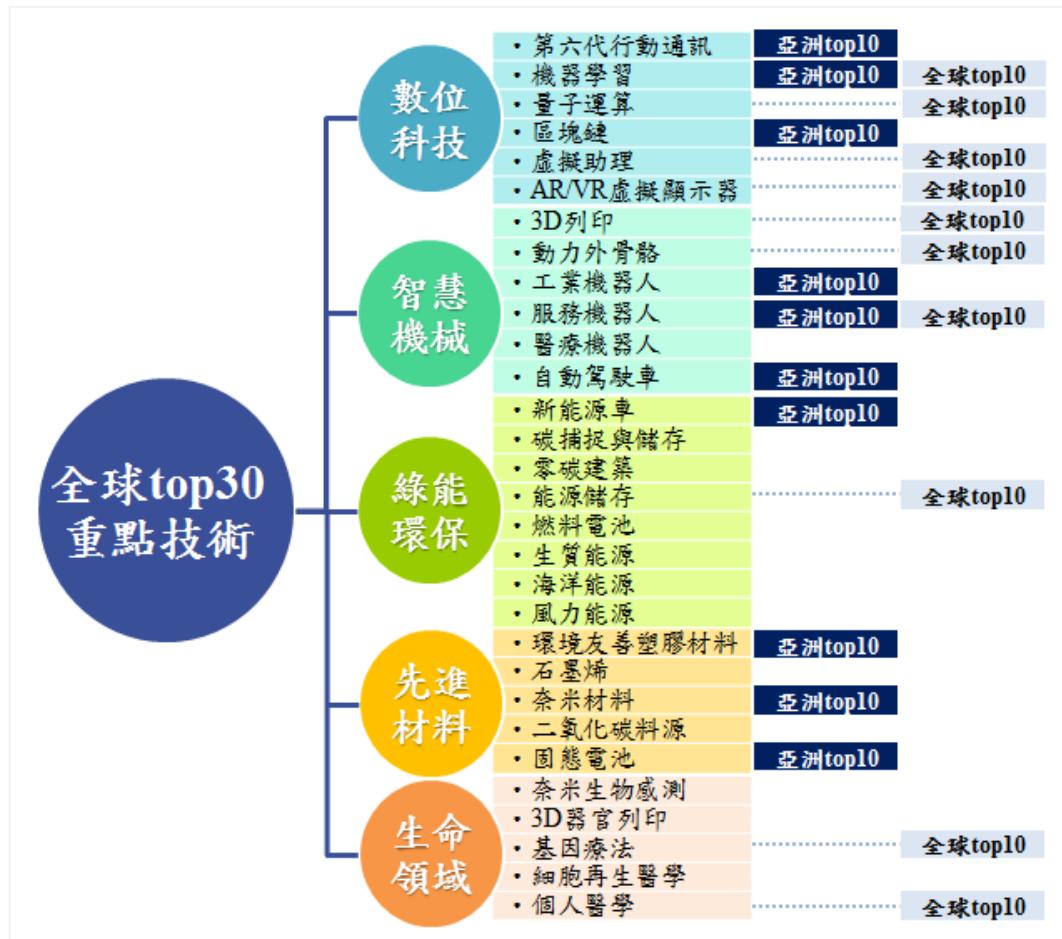
註：產值提升的比率係來自專家問卷。

資料來源：本計畫自行整理。

圖 2-13 前瞻趨勢及藍圖—背後驅動力

## 2. 相關重點產業的分析

依據工研院（2018）的預估，在2025至2030時，人工智慧與物聯網將廣泛運用於各行各業上，而智慧製造與人工智慧的統合應用也將成為未來產業技術發展的重點之一。當前我國人工智慧的發展受益於全球三大趨勢：邊緣運算（Edge computing）的興起、AI晶片高速成長和數位隱私權與資安的法制化（見圖2-14）。



資料來源：整理自工研院（2018），「2030 亞洲科技發展藍圖報告」。

圖 2-14 全球與亞洲 2030 重點技術分布

根據工研院《2030 亞洲科技發展藍圖報告》的分析結果發現，2030 年人工智慧與服務機器人同為全球與亞洲前 10 大技術範圍，是國際普遍重視之關鍵技術。整體而言，全球

技術發展趨勢多著重於突破性、前瞻性技術，如下世代運算、顯示器（AR/VR）、智慧機械、醫療等部分。

因此，觀察臺灣前瞻發展情形（人口老化、資通訊研發能力突出）、政府推動相關產業政策（5+2 產業創新政策）及國際科技藍圖發展趨勢（關鍵技術缺口），以下將分別針對健康醫療、智慧製造產業、綠能科技與新科技服務產業，瞄準我國 2030 關鍵產業圖像，進行未來發展趨勢之探討。

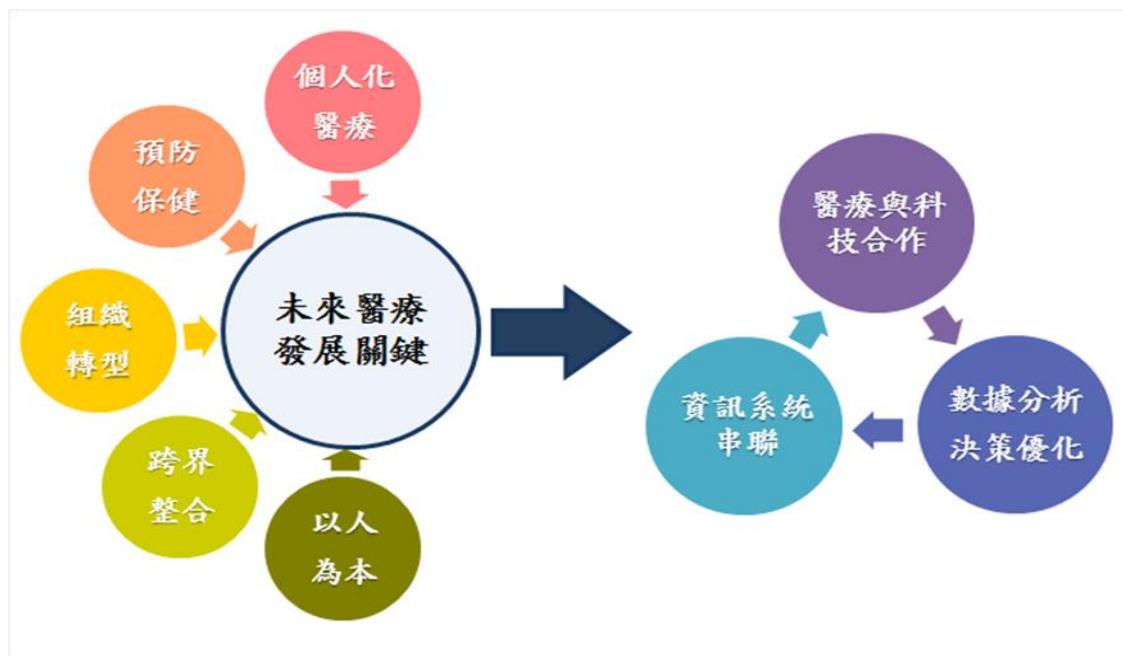
## 1. 健康醫療產業

觀察國內需求（高齡、少子化問題）以及資通訊技術（串聯平臺、行動裝置）發展情形，配合政府相關政策，如 2016 年「生醫產業創新推動方案」，乃是以「連結在地、連結未來、連結國際」為其主軸，推動「推動特色重點產業、整合創新聚落、完善生態體系、連結國際市場資源」四大行動方案，目標在 2025 年前完成至少 20 項新藥、促成至少 80 項高值醫材於國外市場上市，同時扶植至少 10 個健康服務旗艦品牌成立，積極打造我國成為亞太生醫研發產業之重鎮。因此，透過醫療結合數位科技為我國醫療產業的重要未來趨勢之一，其中又以人工智慧與大數據的分析應用最受矚目。

優秀的 ICT 技術和健全的健保制度使我國在健康醫療與人工智慧的整併上有相當的優勢，而隨著可攜式健康裝置的普及、不同類型感測器的問世，透過物聯網連結，個人的健康數據蒐集更加完備且即時。除了可作為醫生的診斷依據外，亦可經由人工智慧作疾病風險等的演算，提供快速而有效的醫療協助。配合國際 2030 年未來醫療發展關鍵：預防保健（Preventive Health Care）、個人化醫療（Personalized Medicine）、以人為本（People-driven）、跨界整合（Cross-border Integration）以及組織轉型（Organizational Transformation）

創新。協助臺灣健康醫療相關產業以患者導向之數位醫療觀點出發，結合人工智慧、大數據以及相關感測技術，創造醫療物聯網生態系運作模式，並發展完善之醫療照護解決方案（見圖 2-15）。在未來，健康醫療產業發展將不再只侷限於傳統醫療相關產業，依據資誠（2019）預測，科技業龍頭將成為未來健康醫療產業轉型的主要推力之一（見表 2-5），帶動醫療科技的發展。

在邁向未來全新型態的醫療產業同時，我國應以三個發展重點：「醫療科技創新商業模式搭配照護醫療之生態環境」、「整合與發展院內院外的醫療科技應用」、「注重數位風險與訂定相關法規」，為基石，以建立安全而完善的智慧醫療生態系（資誠，2019）。屆時，醫療產業將不再只是「治療疾病」，而是以個人為核心，透過觀察個人生活及即時身體狀況，主動提供相關預防與醫療措施，使醫療照護更佳精準而效率。



資料來源：整理自資誠（2019），「2030 未來醫療」以及勤業眾信（2019），「2019 生技醫療產業展望」。

圖 2-15 臺灣未來醫療產業發展

表 2-5 未來醫療關鍵指標投入趨勢

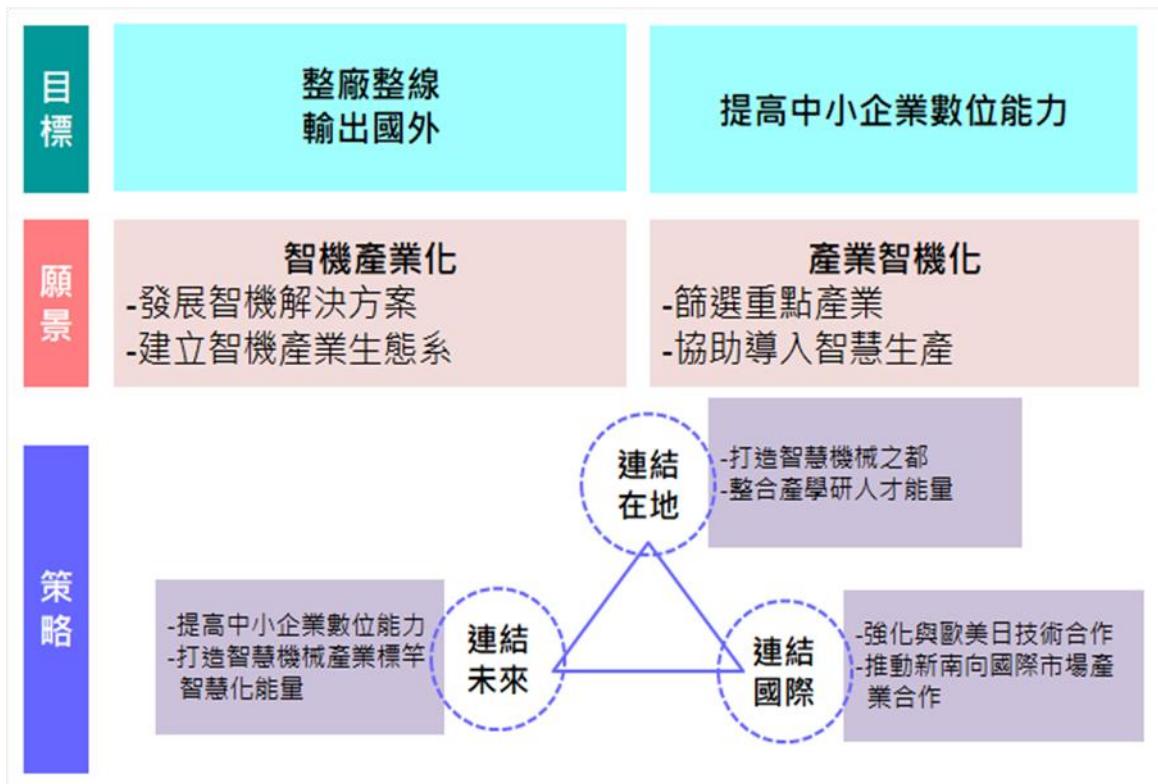
	以人為本	預防保健	個人化醫療	數位醫療	跨界整合	組織轉型
科技龍頭	+++	+	+	+++	+++	+++
科技創新	+	○	○	++	++	+
醫材公司	○	+++	+++	+	+	-
檢測公司	○	+++	+++	+	+	-
生技製藥	○	--	++	○	-	++
醫院/學研	--	○	○	-	--	--
保險支付	-	++	--	○	○	++
主管機關	---	---	---	---	---	○
患者	+++	-	-	--	○	--

註：+++為驅動者，+越多代表驅動力越高；○為無影響；---為停滯者，-越多代表越停滯。

資料來源：整理自資誠（2019），「Driving the future of health」、資誠(2019)，「驅動健康大未來」。

## 2.智慧製造產業

隨著全球製造業訂單多樣化、客製化之需求提高、關鍵技術複雜度增加等外部因素影響，以及國內勞動成本增加、缺乏品牌建立等內部因素影響下，臺灣製造業逐漸失去傳統代工優勢。同時，於全球製造業高度分工下，尤其是高端製造市場部分，未來臺灣的相關產業恐將逐漸失去優勢。為因應全球製造業精密化、客製化及高階自動化的發展趨勢，政府積極規動相關政策，如：2016 年的「智慧機械產業推動方案」，透過推動智慧科技導入精密機械產業，以建立智慧機械之生態體系，並推動金屬機電、電子資訊、資訊服務、民生化工等重點產業導入智慧製造（見圖 2-16）。



資料來源：整理自經濟部(2019)，「智慧機械產業推動方案進度及成果」。

圖 2-16 智慧機械產業推動方案架構

隨著近年人工智慧的發展逐漸成熟，智慧製造與人工智慧的結合能發會更大的成效，而欲將人工智慧於工業中實現前，產業需建構在工廠的自動化與完善的物聯網之上，並輔以足量且有效的大數據，方能有效將兩者結合。因此，考量到我國較晚開始進入工業 4.0，加上資源技術多被國際大廠掌握、中小型企業難以轉型等問題，我國短期內可採用工業 3.0 與工業 4.0 之混合策略，意即「工業 3.5」，就自身企業的現況評估後再逐步擴大優化決策的範圍，等軟體設備皆成熟後再邁入工業 4.0。我國可由提高關鍵技術自主能力以及發展跨領域虛實整合的製造平台，將有助於國內相關產業於全球智慧製造之產業鏈中，取得優勢地位。

依據葉芳瑜（2019）彙整智慧製造相關領域之專家學者意見，我國在時間與資源有限下，未來應先推動「資通訊」、

「先進製造系統」、「先進材料」及「微米和奈米電子」此四項智慧製造關鍵技術（見圖 2-17）。其中，依據近 5 年我國專利申請資料，在「資通訊」、「微奈米電子技術」、「先進製造技術」和「光學」專利之相對影響力最高，顯示我國在這四項技術上具有發展基礎與優勢。專家學者亦指出，在各項關鍵技術中，「人工智慧」、「高性能製造」、「微奈米電子生產技術」、「硬體架構」與「未來網」的創新需求度高，入門檻也較高，故有待政府輔助該技術研發，並推動產學間合作。

	核心技術	優先發展技術	其次發展技術
優先發展領域	資通訊 先進製造系統 微米和奈米電子 先進材料	- 機器人與自動化系統 - 人工智慧 - 未來網  - 先進生/化學製程 - 高性能製造  - 微處理器 - 硬體架構  - 智慧與多功能性材料、元件與結構 - 輕量超強材料與結構	- 新世代元件與系統 - 先進運算與雲端運算 - 內容資訊...等  - 微電子與光子製造技術 - 製造架構創新 - 維修技術...等  - 電腦記憶體 - 微型傳感器 - 電力電子...等  - 嚴酷環境耐受材料 - 表面工程與塗裝 - 生物材料...等
其次發展領域	光學 奈米科技 工業生物材料	- 雷射、光學、光纖	- 信號分析、資料處理和運算 - 光能 - 光電子和電子...等  - 奈米塗層 - 奈米材料 - 奈米機械...等 - 修飾與最佳化 - 生物煉製 - 生物製程...等

資料來源：整理自葉芳瑜(2019)，「2030 年智慧製造之關鍵技術領域發展趨勢」。

圖 2-17 臺灣智慧製造的核心技術

### 3. 綠能科技產業

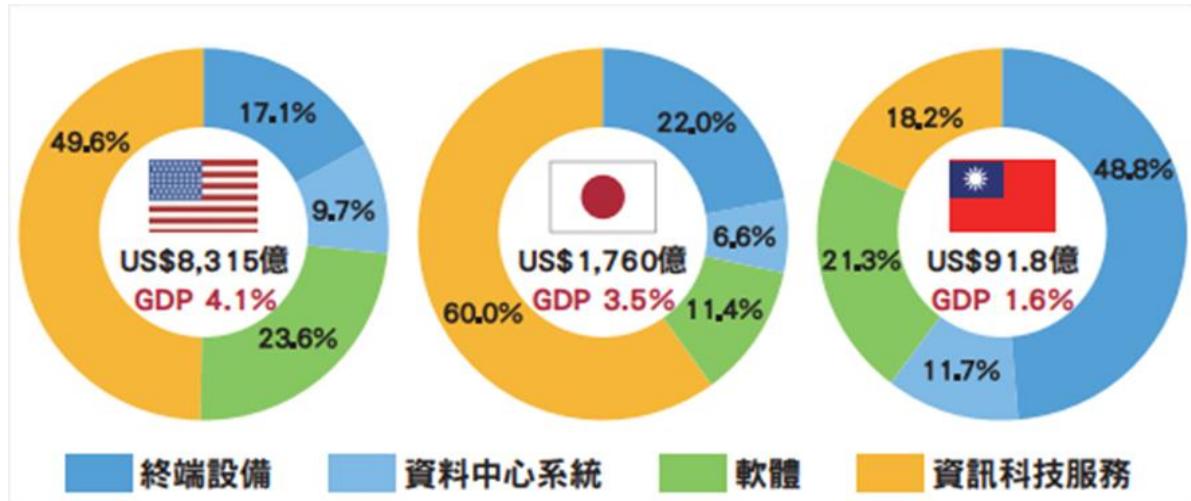
隨著近年能源逐漸枯竭、產業轉型能源所需、氣候變遷與環境保護意識提高等因素，能源永續發展已成為經濟與社會安全的基石，各國政府紛紛推動能源轉型與綠能政策，期望達到「能源安全」與「環境永續」兼具。就我國而言，「綠能產業創新推動方案」以環境面、社會面和經濟面做為綠能科技的效益評估目標，就環境面而言，預期將再生能源比重提升至 20%，以降低傳統化石能源的依賴及減少碳排放；社會面可望經由綠能科技產業的發展能帶動 13.8 萬人就業；經濟面則預期在 2025 年時產值上升至 4,618 億，而在 2016 至 2025 間累積投資金額達 22,731 億元。

就綠能科技的供給端與使用端而言，前者發展以「創能」為主軸，後者以「節能」為主軸，而「儲能」則做為供給與使用間的調度與調節。因此，在我國政府所推動的綠能科技架構中，以「創能、儲能、節能」為主軸，並以「智慧系統整合」連動三主軸，推動相應政策與訂定預期目標（見圖 2-18）。「創能」為著重在提高能源的多元性與自主性，除了大幅度加強太陽能與風力發電外<sup>3</sup>，地熱、生質能與水利也是將來重要的再生能源來源。「儲能」著重在儲能設備的布局及加強電力系統的穩定度。

其中，在儲能設備方面，包含「固定式儲能系統」與「移動式儲能系統」兩種，前者適用於家庭與社區儲能、工商業與電網儲能；後者適用於電動車、電動機車等，期望我國能在 2030 年時完成公車全面電動化。「節能」著重在提升能源效率、推廣並檢討智慧節電的成果，並藉由「輔導、補助、管制」三管齊下的方式提升產業用電效率，營造社會節能氛

<sup>3</sup> 近年，我國政府致力於推動太陽能與風力的能源發展，如：2016 年的「太陽光電 2 年推動計畫」、2017 年的「風力發電 4 年推動計畫」、2018 年的「綠能屋頂全民參與推動計畫」等。

圍。「智慧系統整合」重點則包含智慧電表/電網的應用、提供再生能源併網及建立沙崙綠能科技城等；其中，沙崙綠能科技城著重在前端綠色製程設備及後端之創新應用，做為將來我國綠能科技研究、示範與產業化的核心場所。

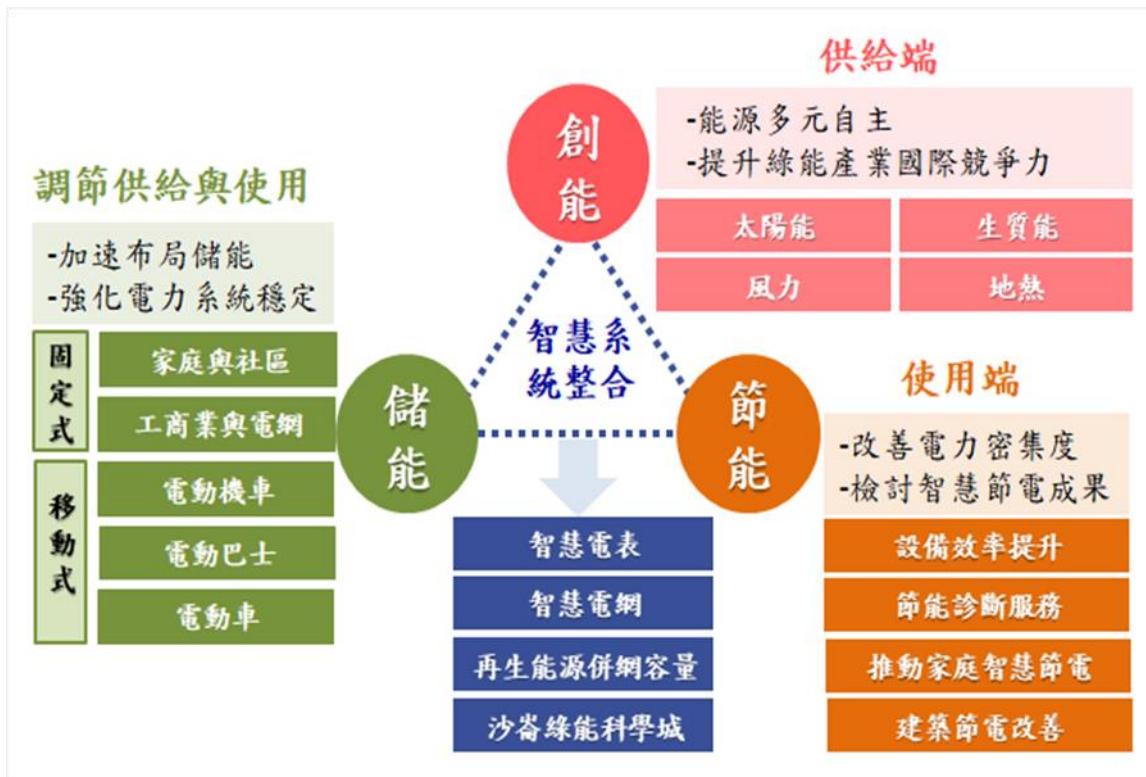


資料來源：整理自王振益(2018)、經濟部(2018)。

圖 2-18 臺灣能源轉型策略

#### 4. 新科技服務產業

隨著科技發展與「個人化」逐漸成為主流消費型態，服務業的商業模式與服務對象開始出現重大轉變。近年全球全新型態的服務業快速萌芽，如科技平台應用結合運輸服務業的 Uber、結合外送服務的 Foodpanda 等。在我國，服務業為經濟發展的主要動能，無論是在產值或就業人數皆達六成以上；然而，在這波經濟轉型的浪潮中，我國服務業似乎有較為停滯的情況。依據 Gartner (2018) 的報告指出，我國科技支出在「終端設備」、「資料中心系統」、「軟體」、「資訊科技服務」四類項目中，資訊科技有明顯投入不足的情況，顯示我國在面對產業數位轉型時，仍較著重在硬體設備的發展與投資，如圖 2-19。



資料來源：取自工研院(2019)，「啟動台灣產業數位轉型 借力科技服務新生態」。

圖 2-19 資訊支出項目比較

考量我國具有智慧硬體之優勢背景與優良的軟體開發人才，若能配合現今市場需求推動科技服務業的發展，則可望引領我國產業走向數位轉型<sup>4</sup>，並於近五年內創造 1.5 兆元的經濟效益。依據需求，新科技服務業可分為五類(見圖 2-20)。

### (1)軟體開發

提供客製化軟體開發服務，含括終端應用(如 APP)和管理系統等。在新型態的軟體開發服務中，包含了以 AI 演算法進行程式開發，依消費者資料建構機器學習之系統環境等。

<sup>4</sup> 我國產業結構以中小企業為主，但中小企業在研發創新上動能與資源都較為不足，因此若能推動新科技服務業的發展，則能有效協助中小企業進行數位轉型。

## (2) 系統整合

以新科技整合雲端技術資源，並協助消費者進行新興科技系統的整合開發、為企業建構符合其需求之系統環境。

## (3) 科技平台

提供客製化網路平台，使其消費者能在平台上取得服務。科技平台除了衍伸出全新的商業模式，如 B2B 專業應用和 B2C 資源服務媒合等，也能有助於傳統服務業進行數位轉型、跨越科技障礙。

## (4) 研發測試

提供顧客研發測試之服務，有助於產業將重心持續放在研發創新上，並降低其研發所需投入的成本，如財團法人和學研機構等之研發單位。

## (5) 顧問服務

提供客戶科技研發相關之顧問服務，包含科技應用規劃、商業模式評估、服務流程評估等，以協助產業進行轉型與提升品質。

整體而言，台灣科技服務業包括兩種服務業，一為科技的專業服務等如研發測試、系統整合、軟體開發、顧問服務等。另一則為科技應用服務等，醫療、金融、製造、資訊業的數位科技應用、平台服務及解決方案的相關服務。



資料來源：取自工研院(2019)，「啟動台灣產業數位轉型 借力科技服務新生態」。

圖 2-20 科技服務新型態



# 第三章 數位經濟對勞動市場的影響

## 第一節 分析架構及規劃

### 一、數位經濟定義

根據 OECD 和歐盟統計局之定義，數位創新係指「使用資訊科技，帶動生產流程、行銷方式或組織行為的變革，進而對生活、就業、生產力等經濟活動帶動機會與挑戰。」根據上述定義，「數位經濟」包括應用資訊科技，跨領域科技的結合，帶動生產、行銷、商業模式的重大變革。而資訊、通訊科技、數據及相關分析是重要載具，產品、勞動、法規的鬆綁是數位經濟突破的關鍵。此一發展對傳統、實體經濟會帶來重大影響，對民眾的生活方式、就業機會和型態、生產力與物價的變化，亦有深遠的影響，值得我們加以關切。

數位經濟也有如下的定義：在新經濟時代下，透過各種創新數位科技，並結合跨領域整合平台與創新服務模式。

#### 1.AI／IoT／大數據／5G 的角色

- (1)AI：建置模型技術，進而預測、推估各種應用（尤其在電商、廣告投放、醫療影像上）；
- (2)IoT：生成資料的結果；
- (3)大數據：資料來源；
- (4)5G：AI 及通訊的基礎建設。

## 二、分析架構

1. 分析 AI、自動化數位科技下，考量產業界之間的關聯性，研討對行業別人力需求的消長，尤其是 AI 人才需求的影響。
2. 分析數位科技對人力需求的互補替代下，考量產業間的關聯性，探討對職業別的人力需求。

## 三、分析方法

在分析方法上，本文利用國際比較、次級資料分析為主，透過專家問卷／訪談，掌握主要應用領域及其產值、人力需求的變化。(見圖 3-1)

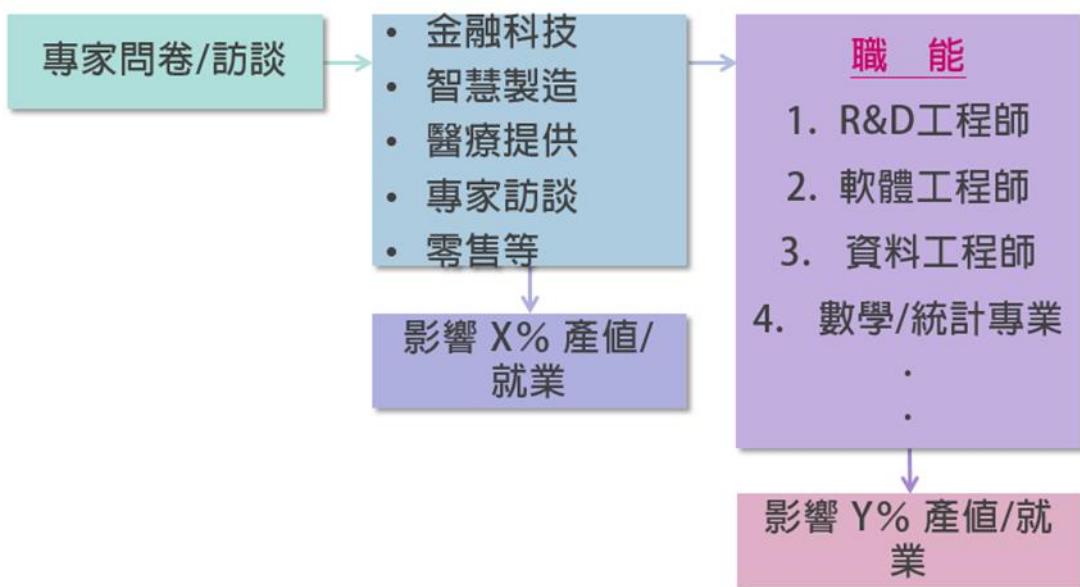


圖 3-1 專家問卷及規劃

至於本部分內容和總體模型的連結，主要透過了解人力需求、產值變化，而透過產業關聯，帶入總體模型分析。(見圖 3-2)

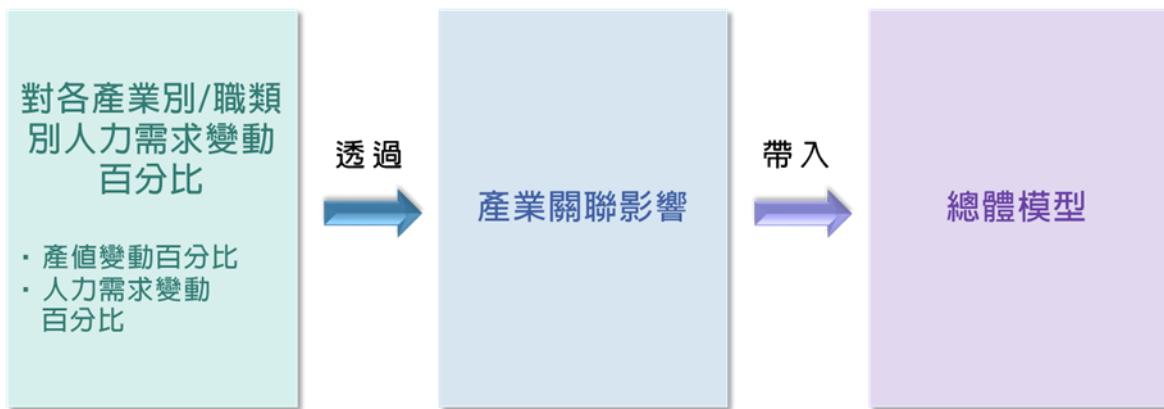


圖 3-2 數位經濟影響及其和總體模型的連結

#### 四、研究內容

本部分主要內容包括：

1. AI 的發展趨勢及本身之人力需求

2. AI 對產業發展及人力需求的影響

- AI 在金融科技上之發展及人力需求；
- AI 在零售/電商上之發展及人力需求；
- AI 在智慧製造上之發展及人力需求；
- AI 在醫療影像上之發展及人力需求。

3. AI 的發展對產業產值的影響

AI 發展趨勢：短期內以提升效率為主，中長期則可能替代部分人力。

AI 主要為機器的深度學習，目前以軟體、資料人才、統計、數學人才的需求為主，但在 5 年內仍以提升產業效能，而非替代人力為主。其次，AI 技術也以單一領域，而非跨領域為主，故互補人力多、替代人力相對較少。除了技術有重

大突破，如無人車、自駕車的出現，才有機會大規模取代人力。

#### 4.AI 及其應用對各領域產值及各職類別人力需求的影響（專家訪談及專家問卷）（見表 3-1）

- (1)AI 對職類別人力需求、產值的變動；
- (2)AI 在金融應用上對職類別人力需求的變動（含產值變動）；
- (3)AI 在零售/電商上對職類別人力需求的變動（含產值變動）；
- (4)AI 在智慧製造上對職類別人力需求的變動（含產值變動）；
- (5)AI 在醫療影像上對職類別人力需求的變動（含產值變動）。

表 3-1 1111 人力銀行之九大職能

類型	說明
研究型	需要思考、組織理解的開發性活動。
業務型	與人接觸，進行溝通協調及心理說服的活動。
服務型	提供時間、產品、地點以進行利益或心理滿足的情緒勞務活動。
商業型	與時事結合並能創造契機、影響他人的目的性活動。
藝術型	須獨立自主、無規則可循且較無形之創造性活動。
社會型	能幫助和提升別人的活動。
應用型	使用專業知識進行應用和統整分析的活動。
領導型	組織與主導團體，進行策略規劃與任務分配管理活動。
傳統型	清楚明確、規範有序的任務性活動。

各職業類別下的人力需求如下：財務分析人員、律師、BIOS 工程師、MES 工程師、半導體工程師、心理學研究人員、社會學研究人員、政治相關研究人員、醫藥研發人員。

## 第二節 相關文獻分析

本節透過文獻分析數位經濟時代對產業的影響及人力需求的變化方向。雖然文獻不同，但均指出：

- (1) 產業的商機以 AI、雲端運算、半導體等技術領域為主，但在運用上包括了：自駕車、金融、醫療、零售、智慧製造、交通、電商相關領域為主。
- (2) 人力需求在基礎、技術上的人力需求以資料科學家、大數據專家、資料庫人才、統計、數學人才、演算專家、人機語音介面人才、大數據處理人才為主。在應用上，則以金融、醫療、零售、智慧製造、電商、農業自動化、通訊娛樂、物流、新創服務的人力需求為主。請參見以下文獻：

### 一、石立康（2019）《數位轉型帶來大人物風潮》

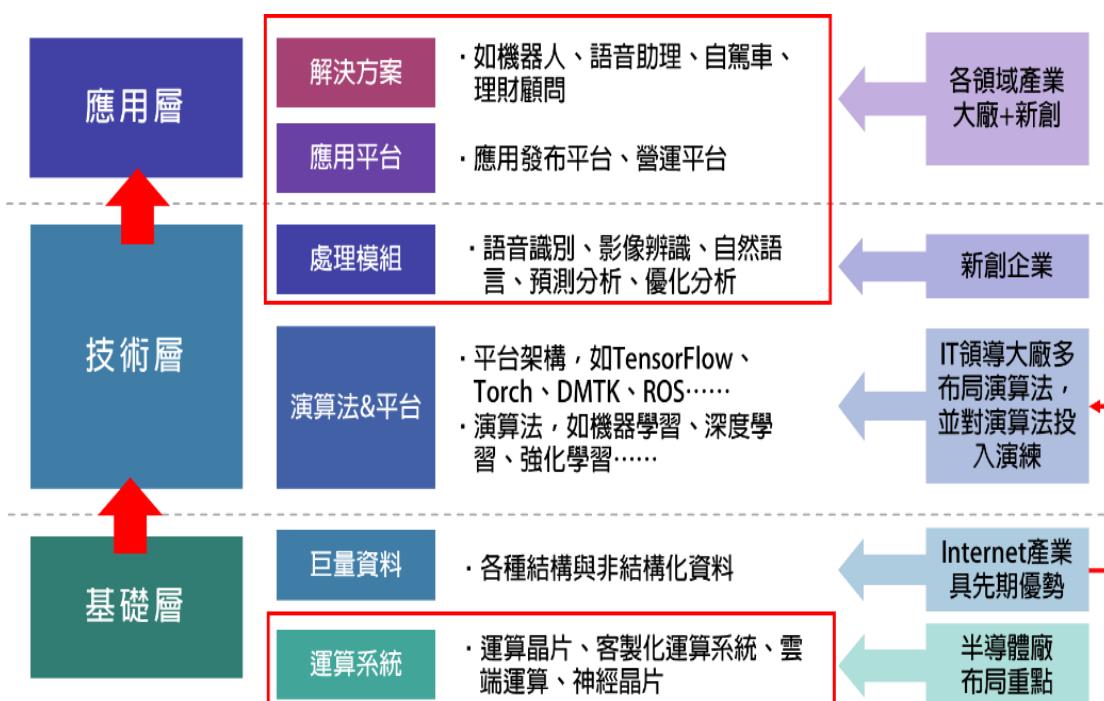
#### 1. 主要發現

- (1) 大數據、人工智慧、物聯網是當下全球最受關注的三項科技主題。
- (2) 人工智慧對產業影響（見圖 3-3）：
  - 基礎層：晶片、神經晶片、雲端運算、巨量資料、半導體
  - 技術層：演算平台、機器學習
  - 應用層：自駕車、理財、語音助理、新創產業

## 2. 人力需求

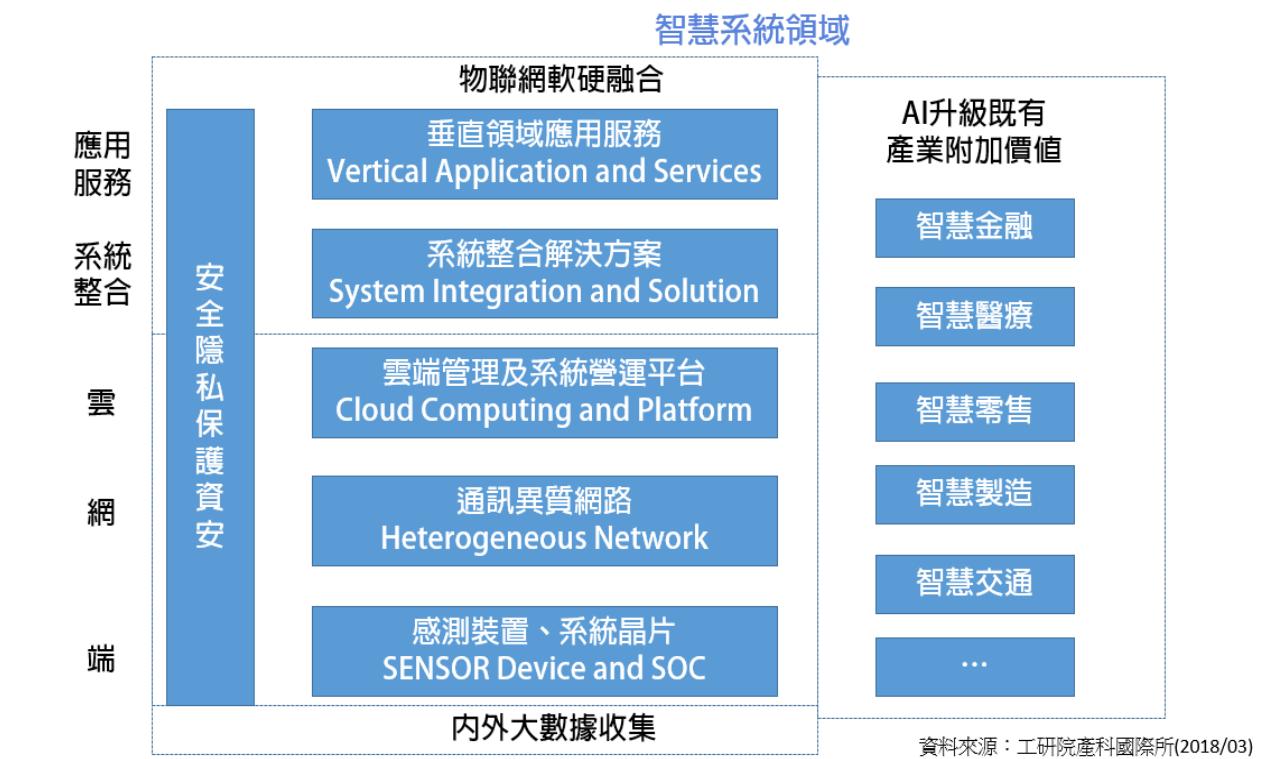
- 基礎層：資料科學家、大數據專家、資料庫、統計、數學人才
- 技術層：演算、數學專家、機器人
- 應用層：具 AI 及金融、醫療、零售、智慧製造、交通、電商業的跨域人才

相關內容請見圖 3-3、3-4 和 3-5。



資料來源：工研院產科國際所（2017/02）。

圖 3-3 人工智慧領導廠商與新創公司布局一覽



資料來源：工研院產科國際所（2018/03）。

圖 3-4 「大人物」串起的單一架構



資料來源：工研院產科國際所（2019/02）

圖 3-5 完成「數位轉型」後社會各層面出現新商機

## 二、資誠聯合會計師事務所（2019）《2030 AI 產業發展趨勢》

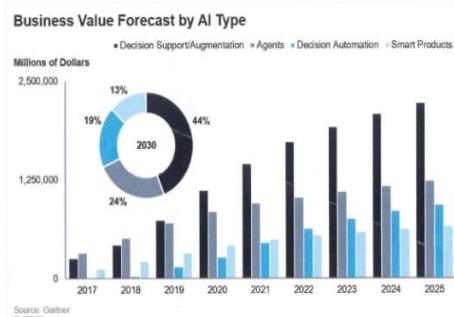
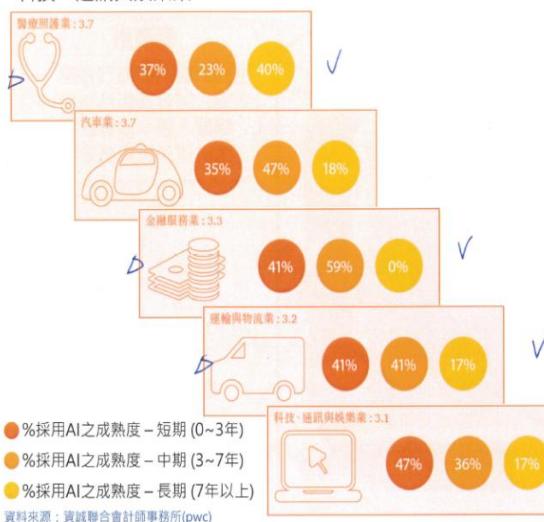
### 1. 主要發現

未來 AI 最具潛力的五個產業：健康照護、汽車、金融服務、運輸與物流、科技、通訊與娛樂。

### 2. 人力需求

引用 Gartner：2020 年創造 230 萬 AI 工作機會，消失 180 萬個非 AI 機會，2022 年預計有 1/5 的相關工作被 AI 取代。（見圖 3-6）

資誠聯合會計師事務所(pwc)：最具AI發展潛力的五個產業分別是健康照護業、汽車業、金融服務業、運輸與物流業，以及科技、通訊與娛樂業。



- Gartner表示
- ◆ AI將在2021年創造全球2.9萬億美元的商業價值
  - ◆ 到2020年將創造230萬個AI工作機會，同時使180萬個非AI工作機會消失
  - ◆ 企業開始應用AI進行非常規工作，到2022年預計有五分之一的相關工作被AI取代
  - ◆ 預計到2030年決策支援/擴增智慧類型任務價值，佔全球AI衍生業務價值的最大比例(44%)

資料來源：資誠聯合會計師事務所（PwC）。

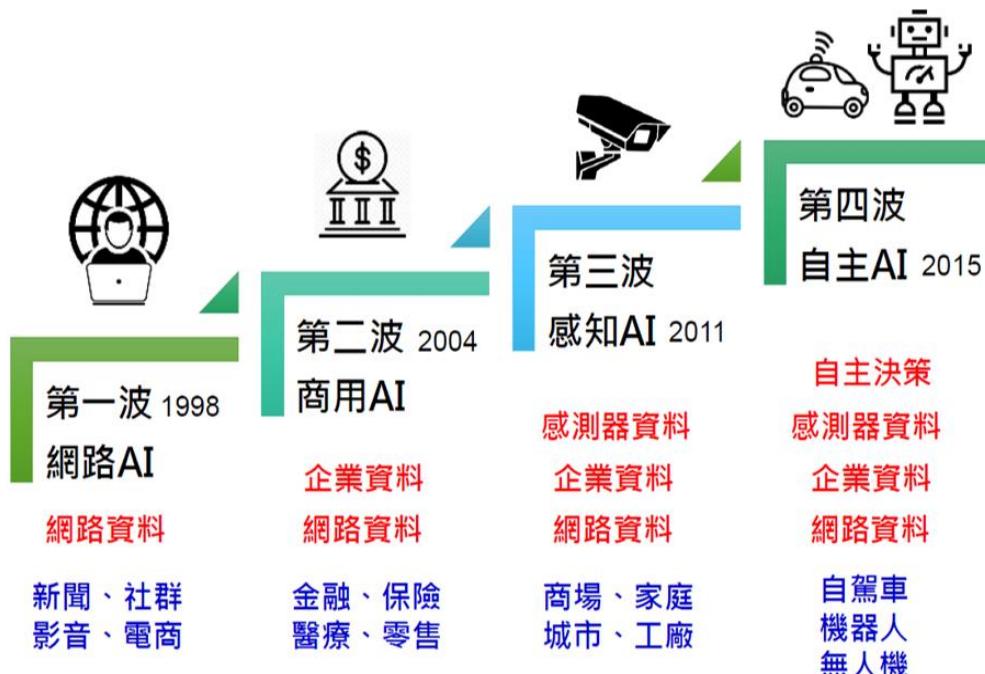
圖 3-6 2030 AI 產業發展趨勢

### 三、蘇孟宗(2019)《人工智慧對產業及社會的價值創造》

#### 1. 主要發現

(1) 數位經濟將帶動另一波新產業，發展重點在智慧機器／雲端運算／邊緣運算與 AI 晶片。

(2) 人工智慧的四波浪潮（見圖 3-7）。



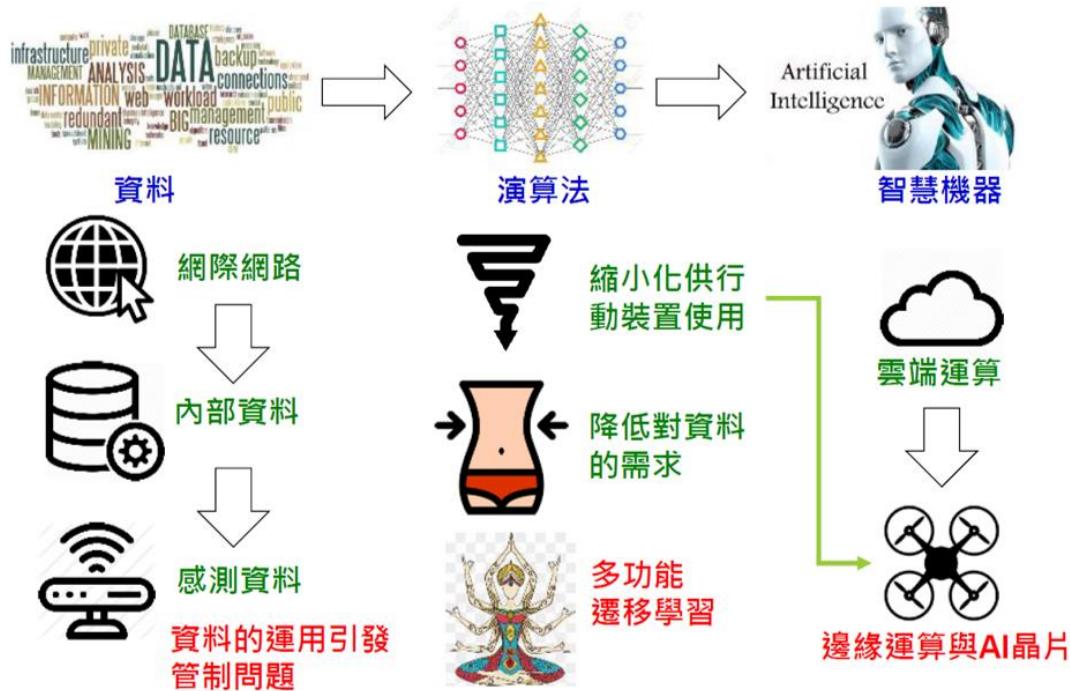
資料來源：工研院前瞻科技指導委員會潘益宗顧問（2018/12）。

圖 3-7 人工智慧發展的四波趨勢浪潮

#### 2. 人力需求

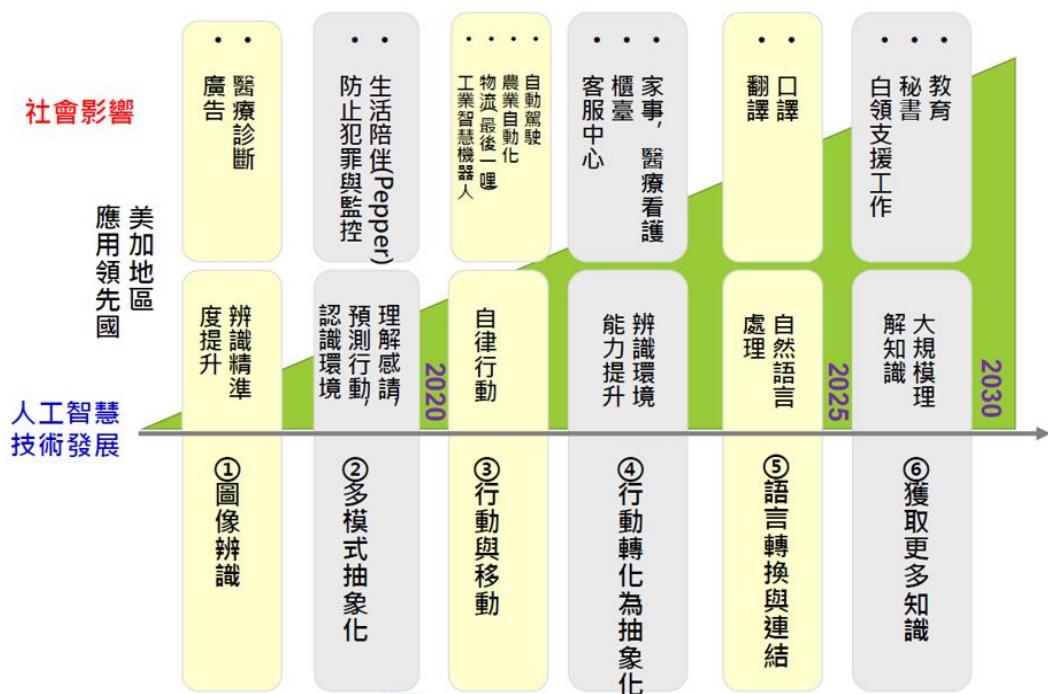
人工智慧對社會創新及人力需求（見圖 3-8、3-9）：

- 關係人才、語言專長人力人才
- 自然語言處理、大數據處理人才
- 醫療創新、生活條件、物流、農業自動化、醫療看護、工業機器人等



資料來源：工研院產科國際所（2019/03）。

圖 3-8 人工智能發展重點趨勢



資料來源：日本松尾豐（2016/08）。

圖 3-9 人工智能技術對社會之影響

## 四、石立康（2019）《人工智慧在金融科技應用趨勢》

### 1. 主要發現

人工智慧／雲端運算／物聯網可應用於：第三方支付、個人徵信、借貸平台、群眾募資、銀行、金融、保險等（見圖 3-10）。



資料來源：工研院 IEK 整理（2016/10）。

圖 3-10 金融科技的應用系統觀

### 2. 人力需求影響

銀行／保險／行動支付／資安／法規、人才需求會增加（見圖 3-11）。

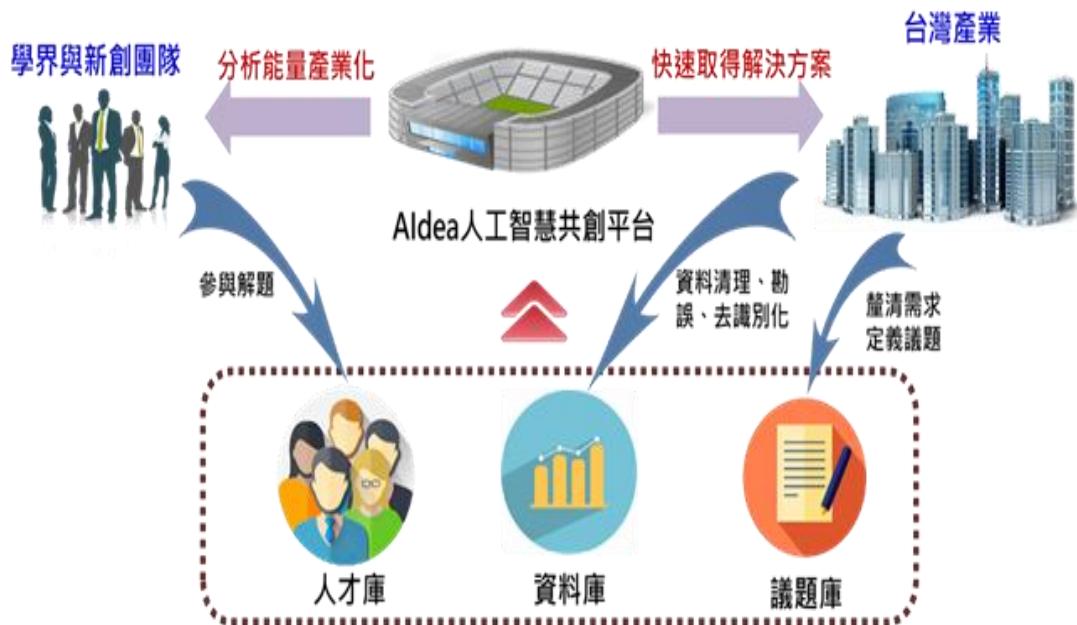


資料來源：工研院 IEK 整理（2017/11）

圖 3-11 人工智能對金融科技加值在商業模式

## 五、石立康（2019）《AIdea 人工智能產學研共創平台》

1. 2019 全國工業總會白皮書提出對政府政策的建言中，特別提到期望產業與學界透過「人工智能共創平台 AIdea」找到合適的合作夥伴，進而達到產業 AI 化、AI 產業化的目的（見圖 3-12）。
2. 平台透過公開解題，持續累積台灣產業議題庫、資料庫、人才庫（見圖 3-13、圖 3-14）。
3. 根據主計總處行業分類，平台議題已涵蓋九個行業領域，將持續擴展，引領更多的產業跨入 AI 應用門檻



資料來源：巨資中心、工研院產科國際所。

圖 3-12 AIdea 人工智慧產學研共創平台



資料來源：巨資中心、工研院產科國際所。

圖 3-13 主計總處行業分類議題開發現況



資料來源：巨資中心、工研院產科國際所。

圖 3-14 AIdea 商業模式與收費機制規劃

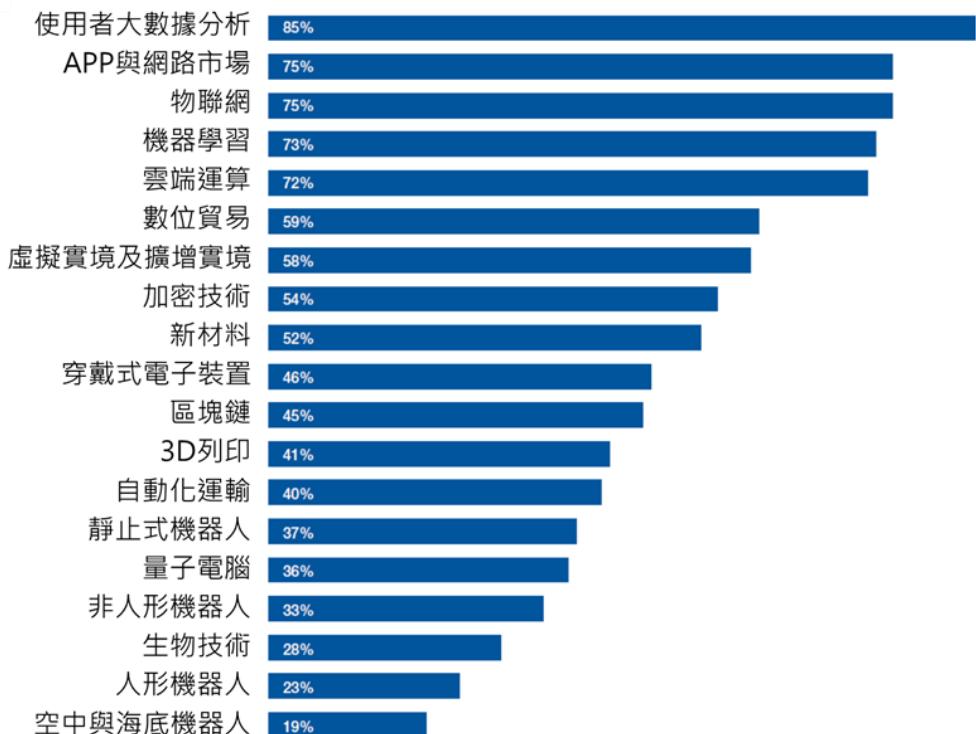
## 第三節 數位經濟發展對勞動需求的影響

### 一、數位經濟發展對產業的影響

世界經濟論壇（The World Economic Forum，WEF）針對全球性跨國大企業的執行長、人力資源主管進行意見調查，對於公司未來 5 年的人力需求、技能訓練與投資策略等蒐集相關資料，提出「未來工作報告（2018）」。資料蒐集範圍含括了已開發國家與新興國家共 20 國，且分布於不同產業的 313 名國際企業受訪者，並蒐集到 1,513 萬勞工的工作樣態。

調查結果顯示（見圖 3-15），2022 年企業大幅採用新興技術趨勢，如下圖所示，依序為使用者大數據分析、APP 與網路市場、物聯網、機器學習、雲端運算、數位貿易、虛擬實境及擴增實境、加密技術、新材料、穿戴式電子裝置、區塊鏈、3D 列印、自動化運輸、靜止式機器人、量子電腦、非人形機器人、生物技術、人形機器人、空中與海底機器人等。此外，除了新興技術發展速度會影響到工作型態轉型之外，商品化程度、消費者接受度及現有的法規等，也都將影響工作型態轉型的速度和幅度。

**1.新興產業：**根據工研院蘇孟宗主任（2019）的分析，未來數位經濟可能勞動的新興產業如圖 3-16、圖 3-17 所示。



資料來源：The Future of Jobs Report 2018，WEF。

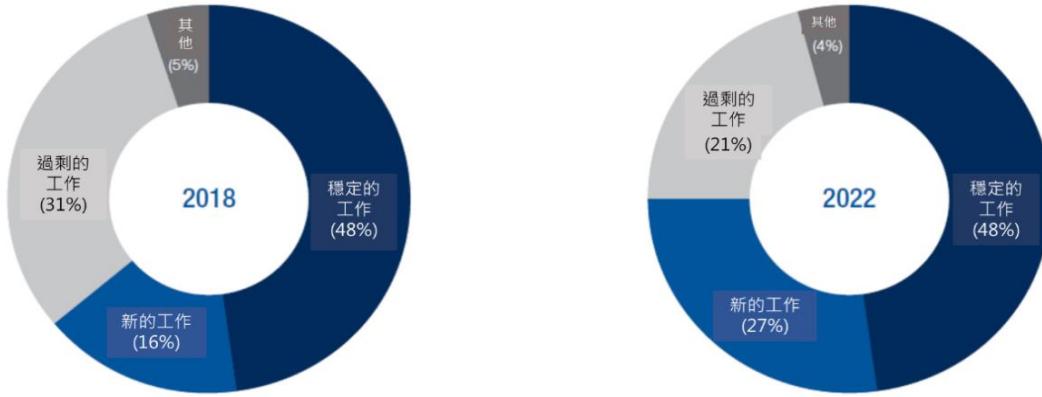
圖 3-15 2022 年企業採用新興技術趨勢

- **排序原則**：綜合**影響性、滲透率與投資優先度**三項加總。
- 重要性的意義在於該國不僅在**2030年需要**該技術(市場潛力)，也對該技術作了**高度的投資**作為來促成技術的成熟(技術供給)。

排序	亞洲2030十大重點技術
1	人工智慧/機器學習
2	第六代行動通訊
3	自動駕駛車
4	工業機器人
5	服務機器人
6	區塊鏈
7	新能源車
8	環境友善塑膠材料
9	固態電池
10	奈米材料

資料來源：IEK Consulting (2018/11)。

圖 3-16 十大重點技術



資料來源：The Future of Jobs Report 2018，WEF。

**圖 3-17 2018 年及 2022 年工作消長變化趨勢**

其中穩定的工作包括：執行長等高階管理人、軟體開發工程師、行銷人員、業務人員、人力資源專家、金融與財務顧問、供應鏈與物流管理專家、風險管理專家、資安工程師、電子工程師、化學加工廠作業員、大學教師、法規事務主管、能源和石油工程師、機器人工程師等。

新興的工作包括：數據分析師、資料科學家、人工智能與機器學習專家、大數據專家、數位轉型專家、IT 服務工程師、流程自動化專家、資訊安全分析師、電子商務與社群專家、使用者經驗與人機互動、機器專家與工程師、客戶資訊與顧客服務專家、服務與解決方案設計專家、數位行銷與策略專家等。

會被取代的工作則包括：打字人員、會計與稽核人員、秘書與行政人員、工廠組裝工人、客服人員、倉管人員、郵政服務人員、收銀與售票人員、電話行銷人員、銀行櫃台人員、貨車司機、到府服務銷售人員、仲介人員、律師等。

### (1) 影響產業

根據麥肯錫全球研究院（MGI）報告預估，報告分析 46 國自動化潛力，最受自動化威脅的是具可預測性的體力

工作，如：機器操作、設備安裝維修、餐飲準備；數據蒐集及分析性的工作也會受衝擊，因機器準確性與效率較高。因此，自動化影響並非局限於基層勞力工作，律師助理、會計及後勤支援等工作也面臨相關風險。至於較不受自動化影響的，包括管理類、專業知識應用、顧客互動、不具可預測性的體力工作，例如居家護理及老幼照護、園藝、水管工等，因涉及科技尚無法突破的複雜性、靈活度、情感交流等能力，成為未來工作機會的創造來源和轉型方向。

## (2) 影響方向

IDC 認為未來工作將會基於以下三大基礎，從根本發生質與量的改變：分別是(1)工作場域、(2)工作人力、(3)工作文化。

IDC 的研究發現，亞太地區現已有超過 60% 的企業正在思考並建立 Future of Work (FoW) 的相關規劃，預估在 2021 年，全球超過 60% 的 G2000 的企業將會導入 FoW 概念，用以協助企業提升員工產能、工作體驗及企業競爭力。而為了達成 FoW 的精神與規劃，未來包括行動裝置、智慧助理、擴增實境 (AR)／虛擬實境 (VR)、雲端應用、人工智慧 (AI) 及物聯網 (IoT) 等將被大幅應用，以滿足企業對未來新型態辦公的需求。

IDC 預測 2020 年亞太市場在 FoW 相關技術的投資將達到 6 千億美元以上。到 2023 年，全球將有三成以上的 G2000 企業，其 20% 的營收是來自非核心業務，主要原因就是導入 FoW 概念後，將更能幫助企業在人力、資源、與商業模式中，創造與衍生出最靈活與最佳的配置。

### (3)AI 重要性凸顯

IDC 終端系統研究副總監嚴蘭欣表示：『AI 人工智慧，將會是影響未來工作型態 FoW 的一項重要指標與推手。』原因是未來應用於工作環境中的新興科技與技術選項，有越來越多將基於或受惠 AI 技術而被使用。特別是從 2018 年開始，AI 相關的技術與應用積極由雲端擴展至終端，不論是智慧型手機、監控系統、物聯網、無人機、車載系統等終端裝置，已經無須透過網路與雲端，便能於裝置進行即時性的 AI 運算與判讀，做出專屬性或小規模的判別與應用。

這些預先經由大量機器學習訓練與算力演繹的邊緣運算，將透過各式各樣的智慧裝置進入日常生活與工作環境之中。嚴蘭欣進一步指出：『對企業而言，具備 AI 感測和經過 AI 訓練的智慧裝置，將更有利於人機協作，不僅增加工作效率、提升工作場所安全性、甚至可加速業務經營決策的時間、提高企業競爭力，使得 AI 成為企業 FoW 概念中的重要一環。』

根據 IDC 近期針對亞太區所做的一份調查，企業主認為未來三到五年，影響企業最深的新興技術依序是 AI 人工智慧、5G 網路、雲端系統、物聯網、機器人。IDC 更預估在 2019 年，全球有四分之一的 IT 相關開發與操作流程將完全自動化，為企業增加 15% 的生產力，並且激勵企業重新定義數位化後的工作技能與管理。

個人電腦也將繼智慧型手機與物聯網裝置之後，大幅度導入 AI 邊緣運算技術，配合日常與工作使用，發展出更靈活與符合人性化的操作與應用，無論是在電池續航力、

身份識別、檔案管理、資料安全性保護等面向均會看到 AI 相關的應用。

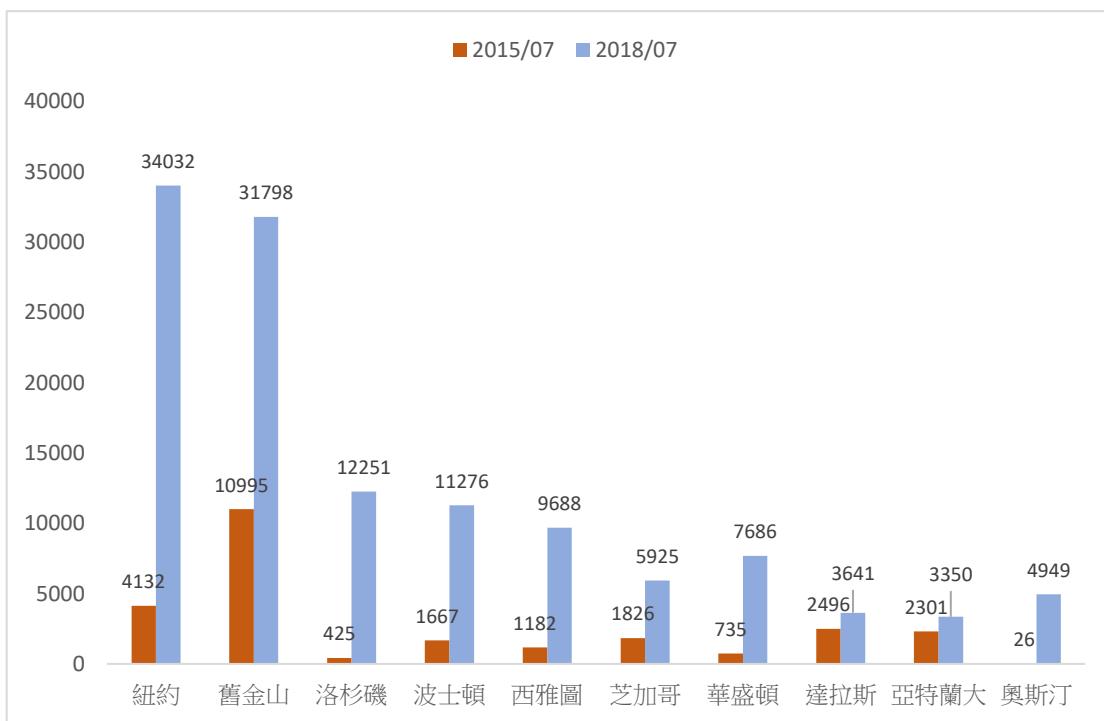
## 二、人才供給初步分析

隨著大數據、物聯網（IoT）、人工智慧（AI）、雲端運算、5G 行動通訊等數位科技的快速發展，數位經濟已成為新經濟時代的重要基礎；尤其是透過各種創新數位科技，結合跨域整合平台與創新服務模式，進而重新塑造針對 B2B 及 B2C 使用者之商品與服務的買賣結構和經濟價值。藉由數位科技的運用，不僅可孕育出許多創新的商業模式與跨領域的新創企業，包含：產業創新、人才技能、以及法規制度等，高教人才的培育養育，更是影響產業發展能否成功的重要關鍵。

根據世界經濟論壇（WEF）估計，在數位經濟的發展下，未來約有 65%的工作會消失。經濟合作暨發展組織（OECD）也提出預測，目前小學兒童約有 65%的未來工作現階段尚未出現，25%的工作有很大的機會被自動化取代；預期 2024 年以前需具備數位技能的工作者，與機器一同共事的比例約成長 12%，且企業未來需運用協作工具、共享平台的比例高達 80%。這些數據都驗證說明出，未來人才培育不僅要著重專業技能的培養，更需學習運用科技解決問題的數位技能。

高等教育為學生從校園進入職場生涯的關鍵階段，然近年來隨著科技快速發展與變遷，我國高等教育因此產生學用落差、高學歷高失業率、學生素質低落等問題，加上未來數位經濟發展需要透過產業間跨領域的合作，為加速不同領域的磨合，也常藉由具備跨界、跨域的人才協助。石立康（2018）認為，在未來 AI 科技應用上，如財務金融、醫療、互聯網等，數據資料的人才需求

為產業的趨勢；以美國為例，面對快速發展的市場商機，需要從學界招聘大量的資料科學家，但卻造成為日後人才培育機構的人源短缺，請參考圖 3-18。面對此一現象，未來不論業界對於人才的招聘制度，亦或是學界對於人才培育的措施，都是日後在人力資源上必須面對的問題。



資料來源：LinkedIn Workforce Report (2018)；經本研究整理。

圖 3-18 美國主要城市資料科學家短缺情形

臺灣地狹人稠、領土狹小、天然資源有限，但卻能於過去創造經濟奇蹟，成為「亞洲四小龍」之一，這是因為我國擁有豐沛且優秀的人力資源；過去，政府因應產業發展變遷的需求，於各時期制定不同的人才培育措施，以達到降低學用落差、解決勞動市場供需失衡及青年就業的失業問題，請參考表 3-2。

表 3-2 歷年政府推動人才培育措施

年 份	計畫名稱
1983	加強培育及延攬高級科技人才方案
2002	科技人才培訓及運用方案
2006	產業人力套案
2010	行政院人才培育方案
2011	中華民國教育報告書
2012	縮短學訓考用落差方案

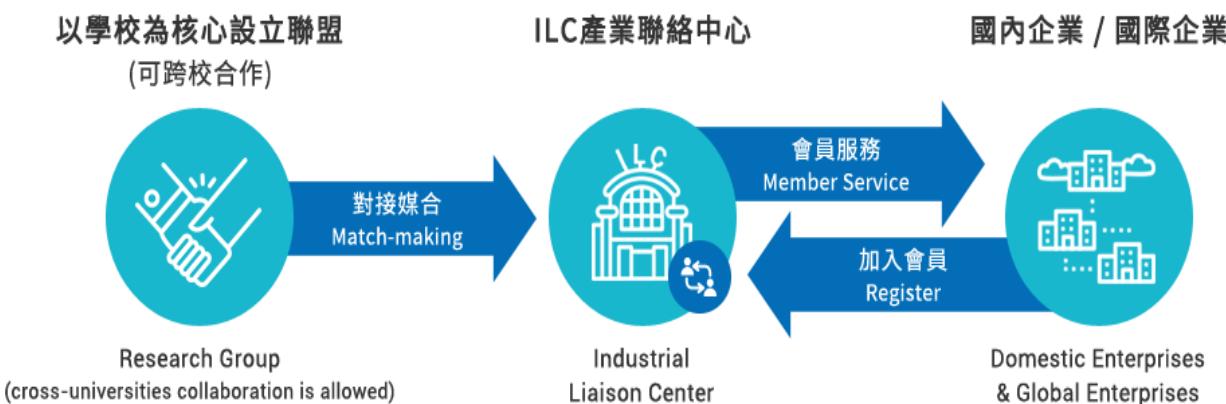
資料來源：陳清溪（2014）；經本研究整理。

近年，隨著數位科技的發展，為強化數位技能培育，提升我國人才未來競爭力，政府在「亞洲・矽谷推動方案」的國家型計畫中，除了鼓勵大專院校設置跨領域虛擬教學平台、新增數位技能相關課程外，針對高教人才，政府各部門也推動許多促進產學合作的計畫。請參考表 3-3。此外，為加速推動產學接軌，搭建產學研合作與國際市場連結，為產業提供學用一致的人才，科技部推出以大學為核心的國際產學聯盟計畫，整合產學界資源，並設置產業聯絡中心，促成國內外人才媒合等國際產學合作，加速整體研發能量的累積，創造技術研發的經濟規模，期望為產業培育 4,000 人以上的國際級人才，期間為 2017 年 9 月起至 2020 年 12 月止。請參考圖 3-19。

表 3-3 各政府部門產學合作推動計畫

	經濟部	教育部	勞動部	科技部
大專院校	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 產業人才扎根計畫</li> <li>◦ 產業技師培育計畫</li> <li>◦ 智慧內容產學特色學程</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 產學攜手合作計畫</li> <li>◦ 產業學院計畫</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 產學訓合作訓練計畫</li> <li>◦ 雙軌訓練旗艦計畫</li> <li>◦ 補助大專院校辦理就業學程計畫</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 科學工業園區人才培育補助計畫</li> </ul>
研究所	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 產業人才扎根計畫</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 產業碩士專班計畫</li> <li>◦ 產學合作培育研發菁英計畫</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 產學訓合作訓練計畫</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 科學工業園區人才培育補助計畫</li> <li>◦ 鼓勵企業參與培育博士研究生試辦方案</li> </ul>

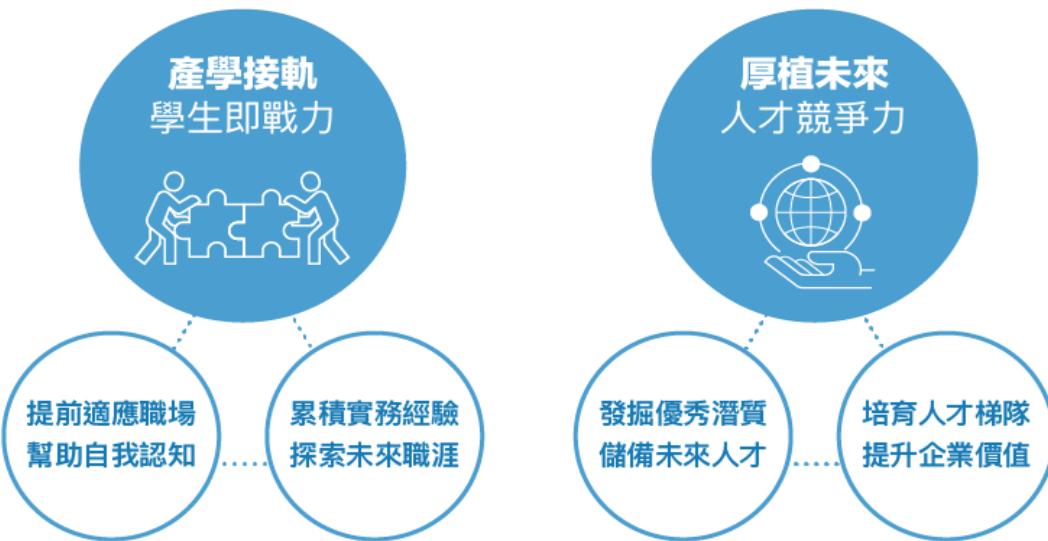
資料來源：經濟部工業局（2019）；經本研究整理。



資料來源：取自 GLORIA 官方網站；網址：<https://www.gloria.org.tw/gloria/>。

圖 3-19 科技部國際產學聯盟運作機制

除了政府致力於高階人才的培育外，民間企業近年也積極促進大學教育與產業專業能力接軌、成立相關團體，如：友達、仁寶、緯創三大科技企業共同發起的 GOLF( Gap of Learning & Field ) 學用接軌聯盟；截至目前為止，已有 21 家企業與 42 所大專院校加入啟動實習培訓，透過 GOLF 提供 WIXTRA 雲端學習平台，藉由線上專業課程修習與線下企業實習參訪，其範疇包括 AI 應用、大數據分析以及雲端運算等。民間資源若再加上科技部計畫支持，聯盟運作可使學校培育人才梯隊提升學生自我價值，也利於企業發掘優秀潛質的未來人才，請參考圖 3-20。



資料來源：取自 GOLF 官方網站；網址：<http://golfentry.wdpcloud.com/project-origin.html>。

圖 3-20 GOLF 學用接軌推動目標

### 三、AI 發展對人力需求的影響

#### (一) AI 的應用

放眼世界，AI 在實體世界的應用包括：機器人報導、AI 小額信貸、融合線上與線下的 OMO、機器人、自駕車等，每一波浪潮運用 AI 的不同能力、顛覆了不同產業，都讓 AI 更深入我們的日常生活中。目前 AI 發展上，大國如美中，重點推動的產業

範圍極為廣泛；反觀其他國家如：日、法、英、德等與我國相仿，推動作法主要聚焦於特定的少數產業領域。目前，全球 AI 技術主要推升的亮點產業聚焦於金融、醫療、零售、製造與交通等方面。前述各產業在 AI 的加持下，通常即被冠上「智慧」二字，譬如：智慧零售、智慧醫療、智慧製造等。

## （二）AI 對未來勞動市場之影響

AI 專家，且同時身為創新工場創辦人的李開復指出，AI 會被運用到很多領域，任何帶有「助理」、「代理」、「經紀」和「師」的腦力白領職位，都會被取代（金融最先，還有醫師、資淺律師、教師）（賀桂芬，2016）。

牛津大學發表之《預視 2030：未來工作及工作場所》調查報告，列出一系列快將被 AI 機械人取代的工作種類，會計界成為高危行業。未來 20 年，會計師和核數師被取代的機率高達 94%（歐嘉俊，2017）。

資誠聯合會計師事務所（PwC）於 2018 年 2 月 6 日對外發布的《AI 機器人真的會偷走我們的工作嗎？自動化對工作之潛在影響（Will robots really steal our jobs？）》研究報告。針對全球 29 國逾 20 萬名勞工的工作任務和技術進行分析，就不同性別、年齡與教育程度，評估自動化在 2030 年，可能對各個產業勞工帶來的潛在衝擊。

經 PwC (2018) 研究發現，不同產業的工作受自動化影響的差異也不同。工作因自動化、智慧化而產生高度被取代比率之前 3 名，依序為運輸與倉儲業 (52%)、製造業 (45%)，以及營建工程業 (38%)；而被取代風險較低的則是教育業，僅有 8%；次低的是醫療保健與社會工作服務業 (21%)。但若由圖 2 可發現，AI 演算法所帶來的衝擊 (橘色部份) 其實相對較小。惟在金融及保險業、專業科學及技術服務業與資通訊服務業 3 個產業領域，才會帶來較高比例的衝擊（見圖 3-21）。

資料來源：PwC (2018)。

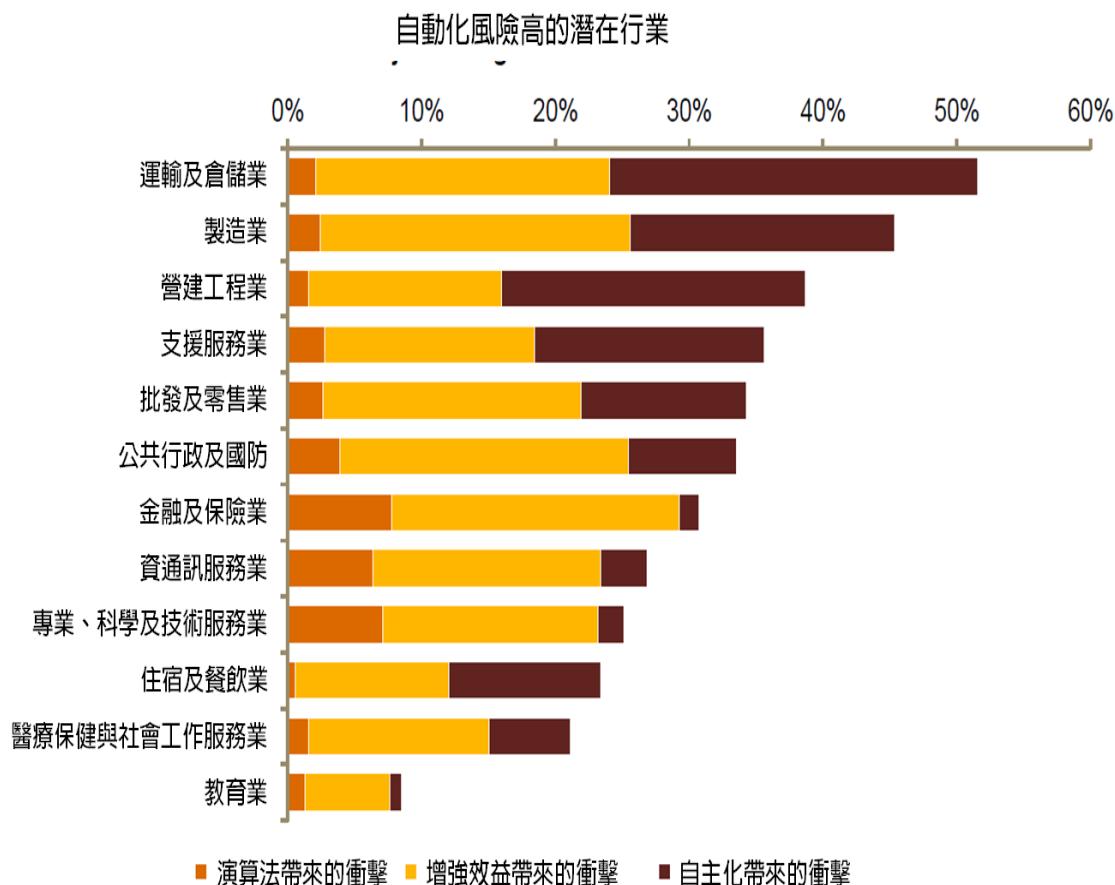


圖 3-21 自動化風險較高之潛在產業衝擊來源

全球知名的企管顧問公司麥肯錫（McKinsey Global Institute, MGI）於 2017 年 12 月發表「失業與就業：自動化時代的就業變遷（Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation）」報告指出，全球在 2030 年前，將有 7,500 萬勞工因自動化不得不更換工作，且將有 4 億個工作被自動化取代。這項預測共分析 46 個中度自動化國家（不包含臺灣）、800 種職業，而這些國家占了全球 90% 以上的國內生產總值（GDP）。

自動化與智慧化不只對就業帶來衝擊，也將帶來轉機，MGI（2017）報告預測，至 2030 年時，約有 3 億至 3.65 億個新工作職缺會被釋放，其中約 5,000 萬個職缺與科技相關，2,000 萬職缺與能源投資相關。若以麥肯錫計算的自動化最快速發展的情況預估，則將有 3.75 億勞工被迫換工作，8 億個工作將被自動化、智慧化取代，產業自動化、智慧化對就業將帶來不容小覷的衝擊。

英國《金融時報》預言，本世紀末，我們熟悉的職業中，有 70% 會被自動化技術取代（賀桂芬，2016）。李開復（2019）提及，就技術面而言，未來 15 年內，美國有 40%～50% 的工作可被升級轉型為自動化。但是，臺灣受限於國內經濟規模較小，重硬體輕軟體的營運思維，缺乏具規模的商業模式實證場域，來與使用者互動。因此，國外的新興科技發展趨勢，無法完全複製至國內，因而只會帶來較小的科技衝擊。

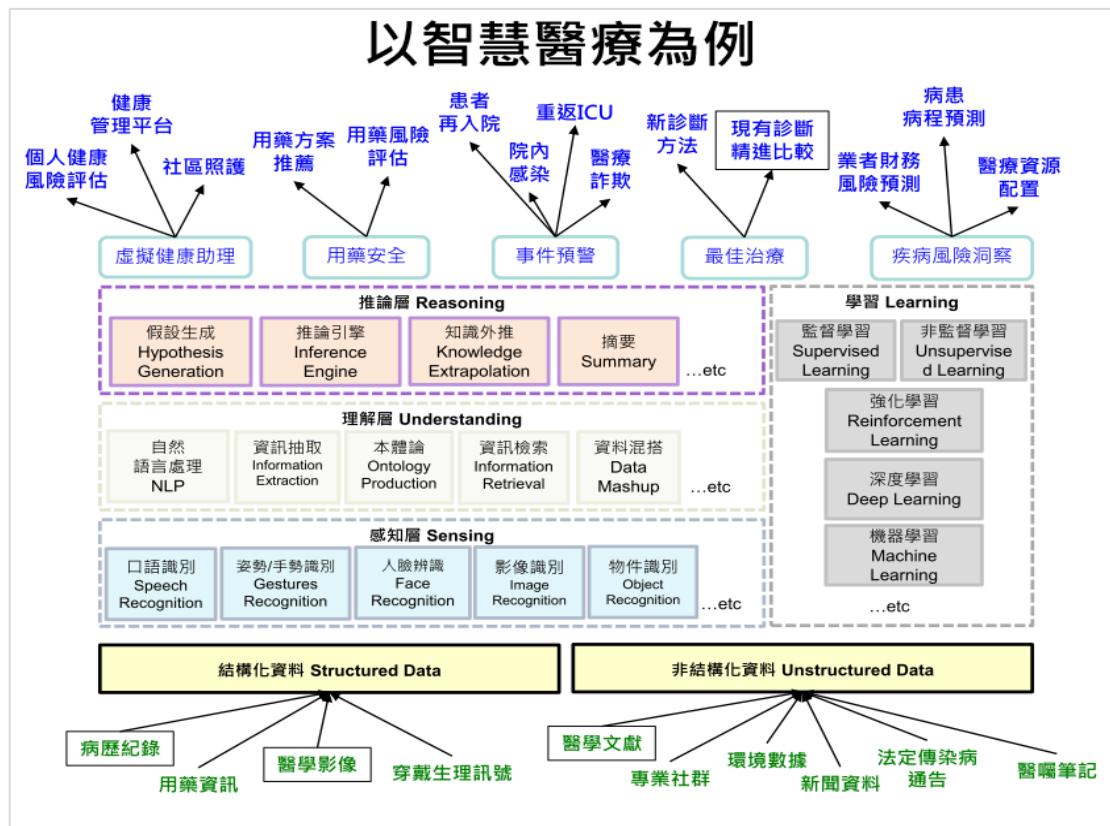
另外，有關製造業導入智慧製造科技後人力需求減少之理由與趨勢，Carl Benedikt FREY and Ebrahim RAHBARI（2016）指出，相對於過去鐵路、汽車、電話等傳統科技出現能夠創造大量雇用人口規模，1980 年代電腦科技出現之後的智慧科技（AI 或機器人等）所能創造的雇用人口將越來越少。未來傳統科技結合

智慧科技進行製造或服務的趨勢乃無可避免，此一趨勢所造成的勞動人口取代效果如果與高齡少子社會進展所引發的勞動口減少現象相互抵扣，必然有一段期間會產生失業人口增加的社會問題。Autor, Levy and Murnane (2003) 將勞動者工作內容依照是否具備常規定型特質 (Routine) 以及是否需要手動 (Manual) 的兩個維度，來區分成四大類，分別為：單純性的收集與計算分析或櫃臺接待服務等「定型式分析與互動業務」( Routine analytic and interactive tasks )、看診、管理或建立理論分析架構等「非型式分析與互動業務」( Nonroutine analytic and interactive tasks )、揀貨、分類或反覆組裝等「定型式手動業務」( Routine manual tasks )，以及清掃或駕駛卡車等「非定型式手動業務」( Nonroutine manual tasks ) 等。而日本經產省 (2017) 也加以引用認為，隨著智慧科技時代的來臨，未來勞動者在「定型式分析與互動業務」與「定型式手動業務」領域的工作將被 AI 或機器人科技取代，而即使是在「非定型式分析與互動業務」與「非定型手動業務」領域上，也會呈現人與機器人或 AI 相互分工合作的狀態。

(三) AI 在產業的細部應用及可能人力需求（見圖 3-22、3-23、3-24）

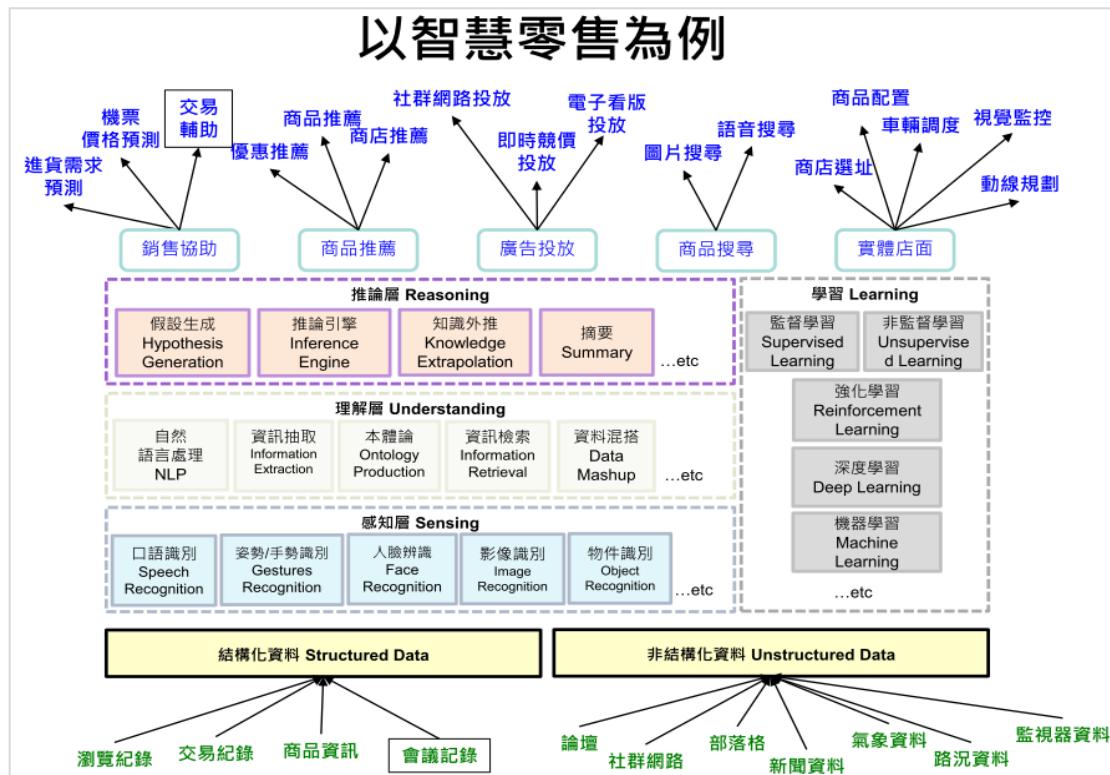
在圖 3-22 中，智慧醫療的 AI 應用以健康管理平台、用藥風險評估、事件預警、最佳治療及風險洞察為主，相關的細節人力需求請參見圖 3-22。

在智慧零售上，銷售協助、商品推薦、廣告投放、商品搜尋、實體店面的動線選址規劃為數位科技應用的重點。（見圖 3-23）



資料來源：工研院（2016/07）。

圖 3-22 智慧醫療對 AI 的需求及應用

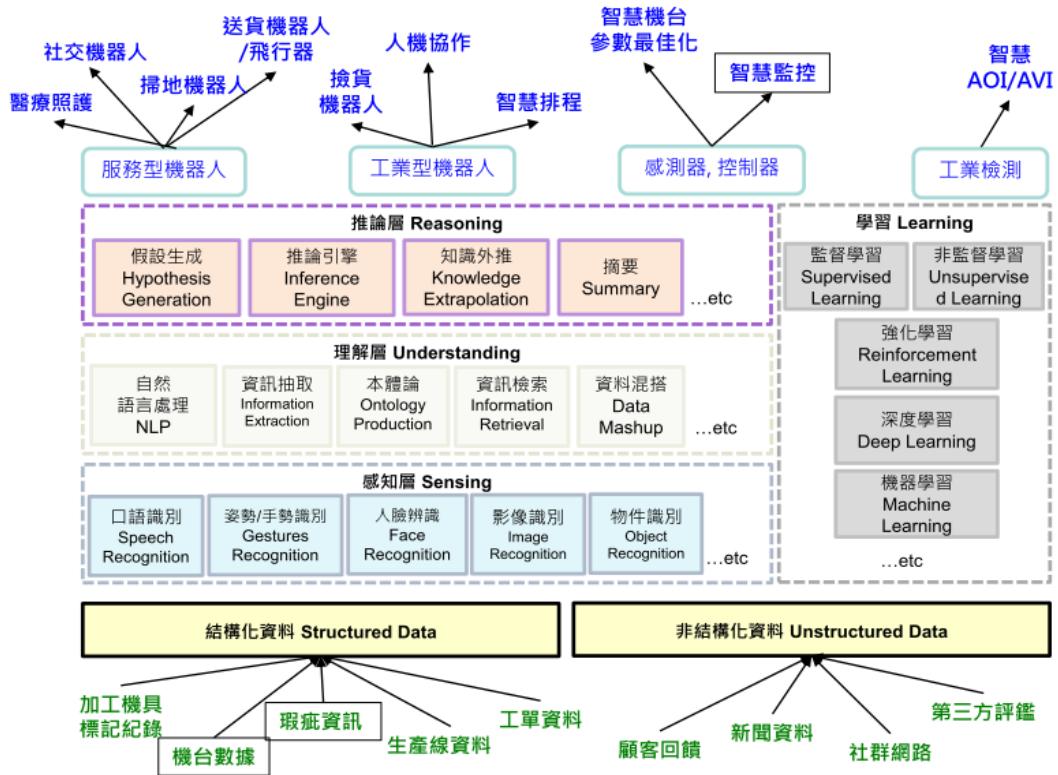


資料來源：工研院（2016/07）。

圖 3-23 智慧零售對 AI 的需求及應用

在智慧製造上，工業型與服務型機器人，感測器和控制器及工業檢測為數位經濟的主要應用方式。(見圖 3-24)

## 以智慧製造為例



資料來源：工研院（2016/07）。

圖 3-24 智慧製造對 AI 的需求及應用

## 第四節 數位轉型對勞動市場之衝擊

依據工研院（2018）研究報告，現今國內有 83% 的企業主表態將積極推動數位轉型，預期 2030 年台灣 GDP 中可望有 6 成是來自於數位轉型帶來的貢獻，包括數位服務產品與相關技術。隨著科技發展與經濟數位化，各國面臨產業轉型與升級的挑戰，勞動市場也隨之受到強烈衝擊，部分勞動力將被科技所取代而造成失業，但同時也引領了破壞式創新的新興產業發展，增加更多就業機會。然而依據國內外的研究預估，未來勞動技能需求將有極大的變動，若不及早輔助員工進行轉型及培養數位人才，屆時勞動市場人力未必能填補非典型的勞力需求，造成數位轉型後「人力需求缺口」與「科技性失業」並存的窘境。本文以勞動需求與產能變化兩面向探討數位轉型對勞動市場之衝擊，彙整各國對未來五年、十年內的勞動力與產值變化之評估報告，以做為後續模型評估之參考。

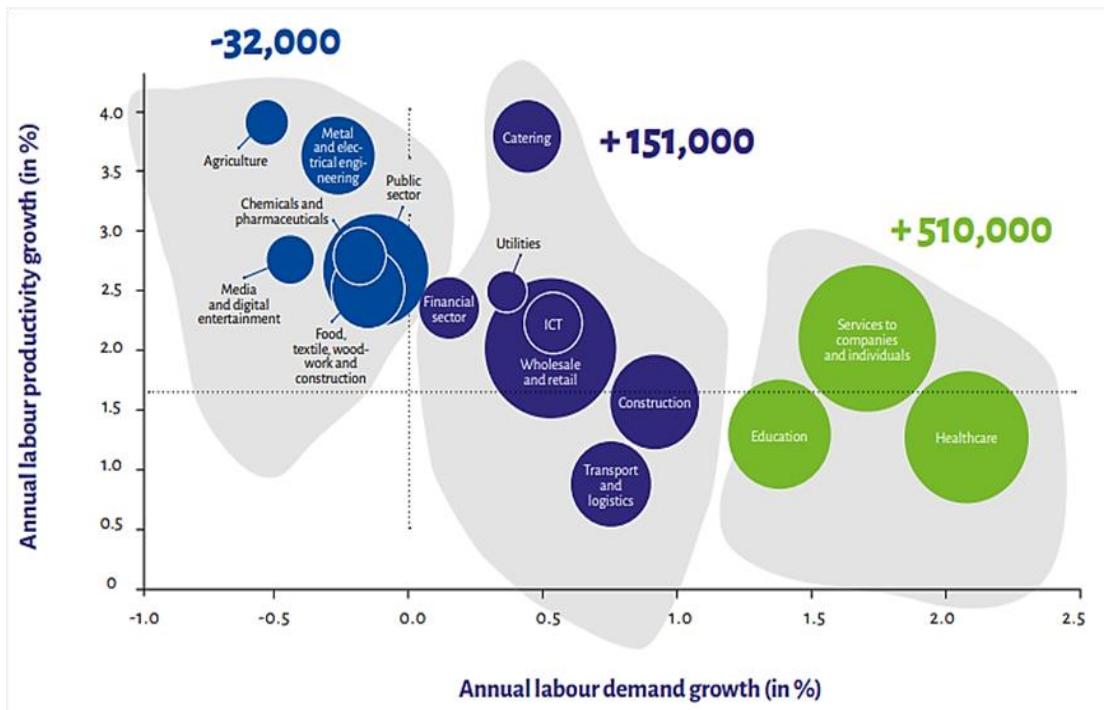
### 一、勞動需求

#### （一）全球趨勢

依據 2017 年麥肯錫（McKinsey Global Institute）所釋出的報告，2030 時全球將會有 5% 的行業會被完全自動化，60% 的行業會被部分（30% 左右）自動化，而幾乎所有行業皆會受自動化影響，而改變勞動者過往的工作方式。其中，最早開始自動化的產業為有固定規律、在可預測環境下的勞力工作，特別是和製造業與零售業相關的工作，其總合佔了整體工作類型的半數。世界經濟論壇（2016）的研究報告將和經濟數位化相關的工作分為三種類型：「易被數位轉型所取代的工作」，如店員、行政人員和卡車

司機等；「可和數位科技相互輔助的工作」，通常為本身具有知識或社交性專業度的工作，如醫生等；「因經濟數位化而產生出的全新工作或不受數位化影響的工作」，如文創藝術類的工作。

依據麥肯錫（2017）報告中預估，2030 年時全球會有會有 15% 的勞動力（約 4 億）被自動化取代，而為因應自動化與智慧化的新形態工作出現，在 2016 至 2030 期間全球會增加 21%-33% 的工作機會（約 5.55 億-8.9 億）。OECD（2019）的就業展望報告提出相似的估計結果，預計在接續 15 至 20 年內，全球將有 14% 的工作因自動化而被取代，另外有 32% 的工作會因自動化而使工作模式產生大幅度的改變。Michel Servoz（2019）報告中所釋出的數字則較為保守，依據歐洲職業培訓發展中心（European Centre for the Development of Vocational Training）的預估，從 2016 年至 2030 年約會增加 1.51 億個職缺，其中 91% 為變更工作而產生的就業機會，另外 9% 則為全新的工作機會，而就工作類別來看，當中會有超過 175 萬個職缺為資訊與通訊專業相關人員。比利時 Agoria（2018）的報告則預估 2021 年，勞動市場的需求將會超過供給，而勞動供需之間的差距在 2030 年前都會不斷擴大。從現在至 2030 以前，每年平均會增加 0.9% 的工作機會，意即至 2030 年時，勞動需求會增加約 629,000 件，其中服務業、教育、醫療會增加最為顯著，而這幾個產業是現今數位化程度較低的產業。雖然這三個類別的產業在未來勞力需求量增長相當快速，但就產值成長率而言，相較其他產業並不算太高，農業、金屬與電氣工程類雖然人力需求有所下降，但勞動生產率增長相當快速（見圖 3-25）。



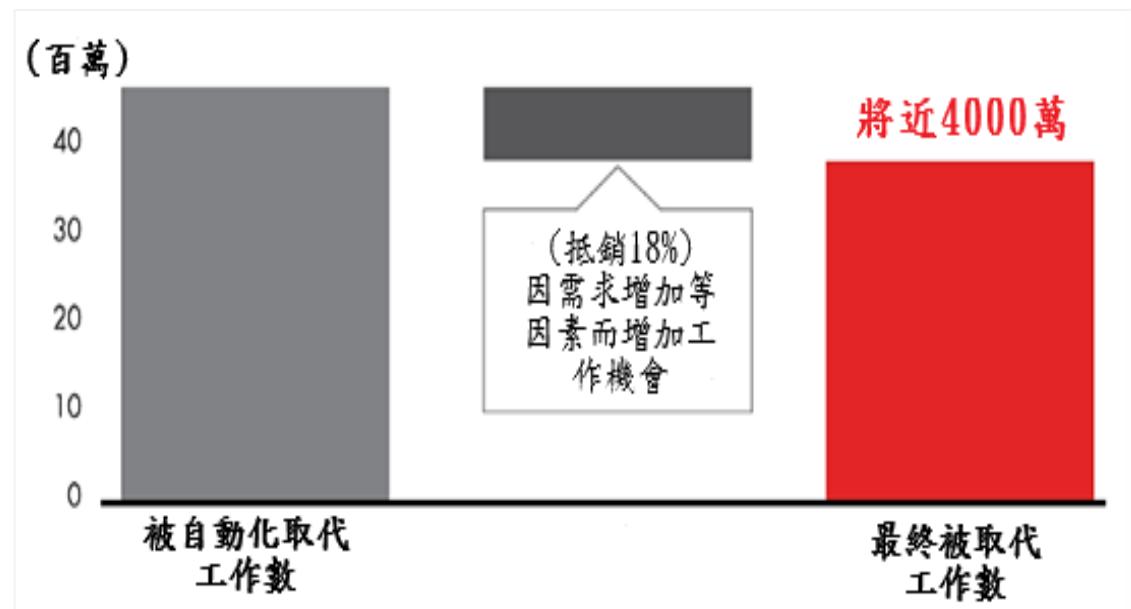
資料來源：Agoria (2018)。

**圖 3-25 各部門勞力需求變化（2016-2030）**

貝恩策略顧問（Bain & Company）於 2018 年所提出的「勞動人力 2030」報告同樣提到自動化會增進效率但也會減少工作機會，據其預估 2030 年時會減少 20%-25% 的工作，相當於美國 3000 萬至 4000 萬的工作。而自動化也會降低多數商品的成本而帶動商品與服務需求提高，進而增加特定行業的就業機會。依據報告的統計估計，自動化後多數行業營業成本會降低 10% 至 15%，而促發的就業會和原先因自動化下降的 18% 相抵，最終預估減少就業量為 4000 萬（見圖 3-26）。

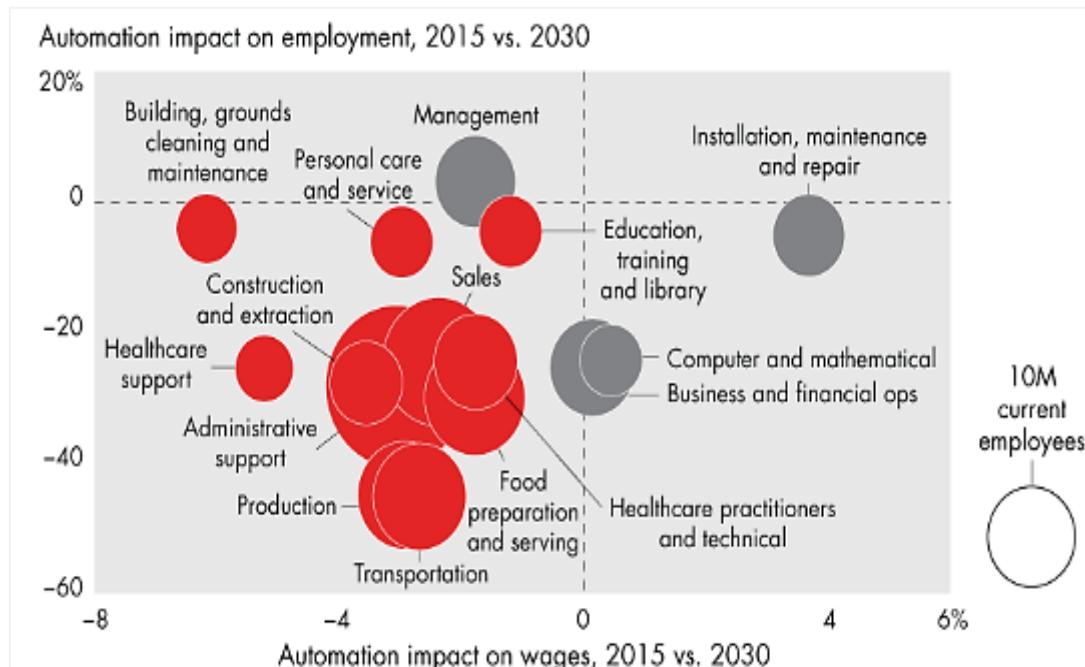
此外，依據貝恩策略顧問的報告統計，自動化會導致 80% 的就業者薪資停滯或就業機會被取代，其中生產與運輸相關產業的就業者薪資影響最大，約會下降 50%（見圖 3-27）。除了產業業別影響有所差異外，自動化也會擴大薪資不公平的程度，薪資較低的工作受自動化衝擊更大，其中以年收入 3 萬至 6 萬美金的就業者衝擊最大，就業人數下降約 28%，薪資下降約 3.5%，其次

為年收入 3 萬以下的就業者，就業人數下降約 27%，薪資下降約 2.4%（見圖 3-28）。



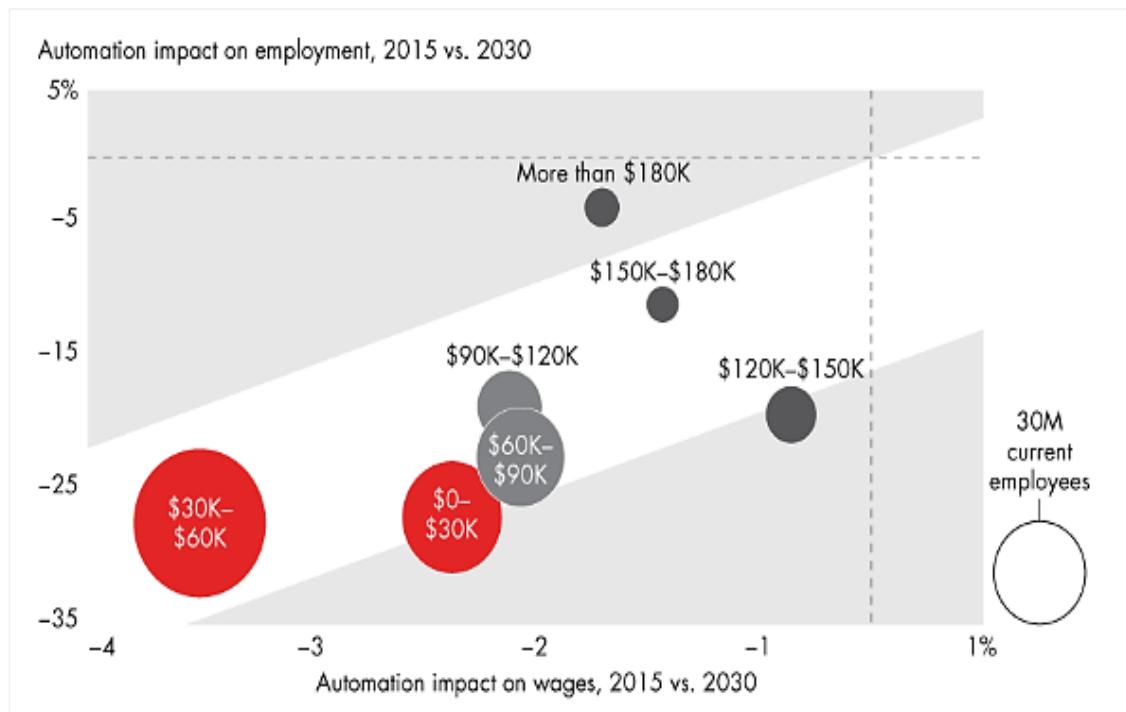
資料來源：Harris (2018)。

圖 3-26 2030 年美國工作縮減量



資料來源：Harris (2018)。

圖 3-27 2030 年自動化對薪資與工作機會之影響（產業別）



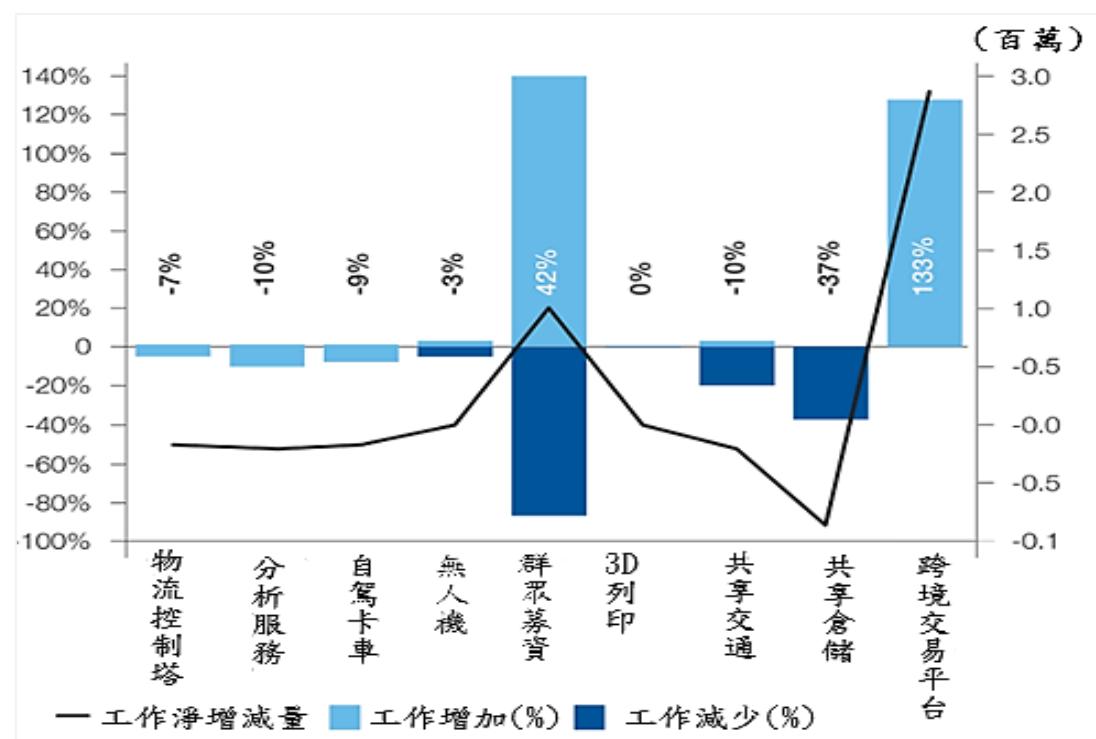
資料來源：Harris (2018)。

**圖 3-28 2030 年自動化對潛在經濟成長率之影響**

依據世界經濟論壇（2016）的估計，僅就電力與物流產業方面，在 2025 年時即可創造 600 萬個就業機會。細分各產業的不同工作後可以看見各個工作受數位轉型的衝擊差異很大，就物流業來看其實因數位轉型而大增的工作機會僅集中在某些工作類型，如跨境交易平台與群眾外包，前者增加的工作機會超過 250 萬，增加幅度為 133%；後者則增加將近 300 萬，增加幅度為 42%（見圖 3-29）。

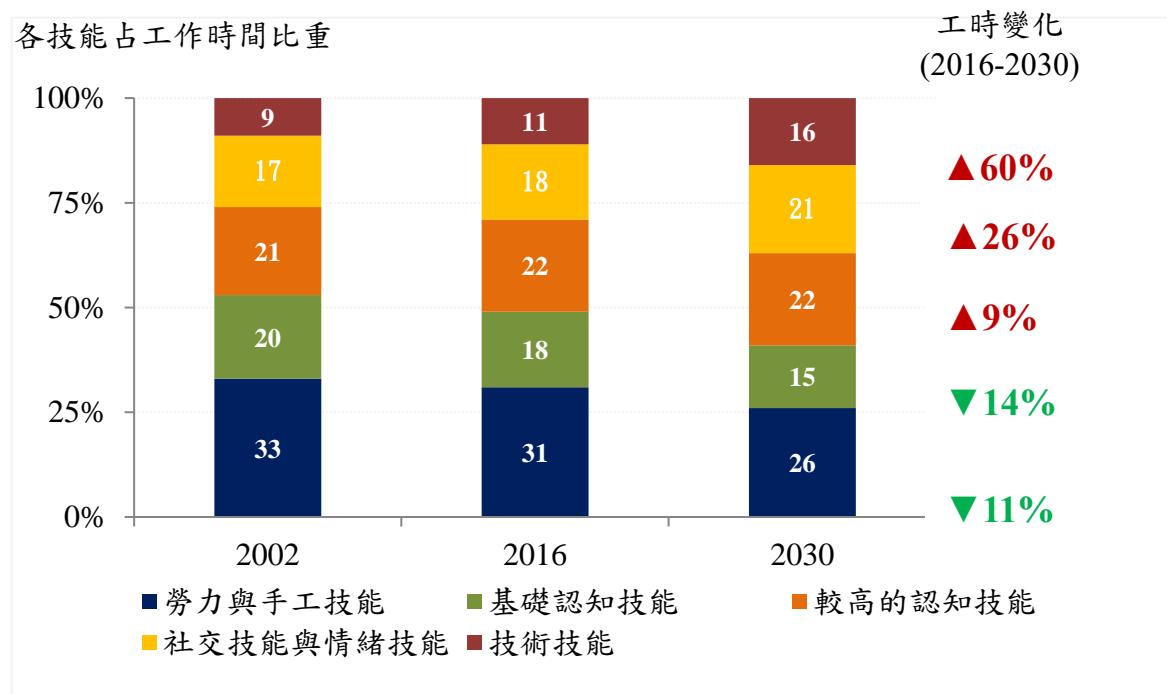
因應勞動市場工作需求的轉變，勞力技能需求易出現變化，麥肯錫（2017）的研究中指出，近 15 年勞動市場所需的勞力技能將會有重大改變，技術技能（如程式設計）、社交技能與情緒技能、較高的認知技能（如創造力、批判性思維等）皆有增長的情況，其中又以技術技能增長幅度最大。而在 2030 時，多數國家中勞力與手工技能需求有下降的情況，但仍為整體勞動市場最

主要的技能需求。麥肯錫（2018）對上述勞力技能需求提供了更詳盡的說明，受人工智慧與自動化的影響，勞動市場的勞工技能需求在逐漸改變中。依據其模型推估，在 2030 年時勞力與手工技能、基礎認知技能的占比與工時需求皆有明顯的下降，技術技能、社交技能與情緒技能、較高的認知技能皆有增長的情況，其中又以技術技能、社交技能與情緒技能增長最多，工時也增加最為快速，前者約增加了 26%，後者則增加了 60%（見圖 3-30）。而隨著 AI 與自動化被企業採納的普及率上升，不同產業別的勞工技能需求亦會有所改變，但社交技能與情緒技能、技術技能需求上升為共同趨勢（圖 3-31）。



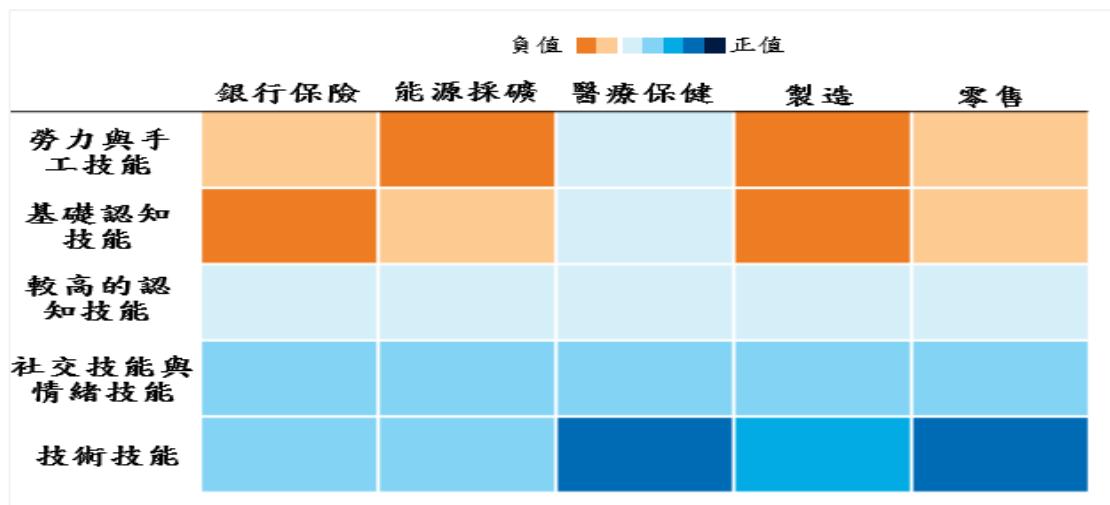
資料來源：The World Economic Forum. (2016)。

圖 3-29 數位轉型對不同產業的勞動需求衝擊



資料來源：McKinsey Global Institute (2018)。

圖 3-30 勞工技能需求與工時變化



資料來源：McKinsey Global Institute (2018)。

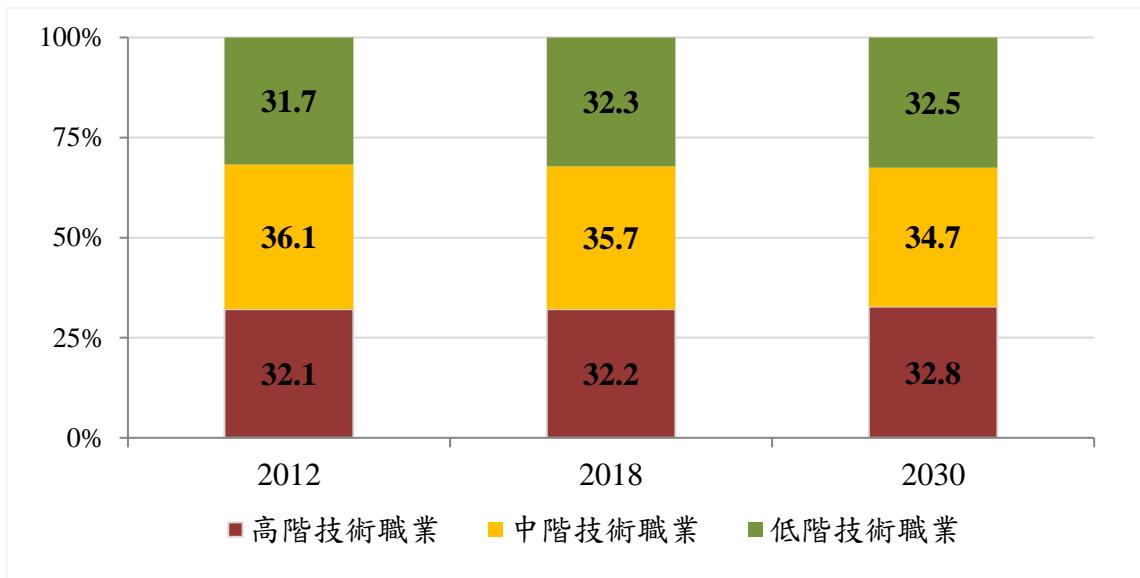
圖 3-31 不同產業勞工技能需求變化 (2016 至 2030 年)

## (二) 我國趨勢

依據本研究對產業界與學界專家意見調查結果，未來 5 年受數位轉型影響下，我國勞動市場整體平均會減少 6.6%的勞動需求，未來 5 至 10 年則會減少 9.2%的就業人數。除了就業人數整體下降外，近幾年人力需求類型也會有極大的轉變。依據國發會「2019-2030 年勞動力推估分析」報告指出，隨著我國科技發展與產業數位化，未來人力需求將朝向高階技術與低階技術兩端極化成長。與科技發展具互補性質的高階技術需求持續擴增，預計在 2030 年需求將達勞動市場的 32.8%（見圖 3-32），特別是「專業人員」，如演算法工程師、IoT 工程師、數據分析師等，預估在 2019 至 2030 之間需求量會成長 1.1%。低階技術人力如服務、銷售人員，因需具互動與靈活性，加上此類勞動成本相對偏低，未來娛樂與長照需求增加等因素，預計在 2030 年時需求占比會增長至 32.5%。而中階技術勞力因具固化程序與可預測工作性質的性質，易被數位化後的新科技所取代，如機械設備操作員、一般事務支援人員等，預計在 2030 年時中階需求占比會下降至 34.7%，其中又以機械設備操作及組裝人員需求下降最多，預計在 2019 至 2030 之間會下降 0.8%（見表 3-4）。

依據近期國發會於科技會報中的報告（2019），在近 10 至 15 年間數位轉型所造成的「科技失業」會影響我國 46%的工作機會。而因應科技與產業轉變所產生的新工作機會則會在 2030 年時達 8.3 萬人。就不同職業類型的勞動力來看，健康照護提供者、專業顧問、管理階層幹部增加最多，而容易被科技所取代的行政助理、產線人員則會有所下降，又以後者下降幅度最大。報告中也指出在 2022 年時，經濟數位化後會帶來的新興工作，包含 AI 與機器學習專家、資安分析師等，在勞動市場所占比重會從 2018 年

的 16%上升至 27%。而易被數位化取代的工作，包含會計、祕書、組裝工人等，在勞動市場所占比重會從 2018 年的 31%下降至 21%。



資料來源：國發會（2019）。

圖 3-32 人力需求占比

表 3-4 人力需求占比

職業	人力需求結構(%)			變動(%)	
	2012	2018	2030	13-18	19-30
民意代表、主管及經理人員	3.7	3.2	3.0	-0.6	-0.2
專業人員	11.2	11.9	13.0	0.8	1.1
技術員及助理專業人員	17.3	16.9	16.8	-0.3	-0.2
事務支援人員	10.8	10.6	10.3	-0.2	-0.3
服務及銷售工作人員	20.5	20.7	20.9	0.2	0.2
農、林、漁、牧業生產人員	4.4	4.2	3.8	-0.2	-0.3
技藝有關工作人員	12.8	12.6	12.7	-0.1	0.1
機械設備操作及組裝人員	12.5	12.4	11.7	-0.1	-0.8
基層技術工及勞力工	6.9	7.5	7.8	0.6	0.3

註：右側欄位「變動」數值分別為 2013 年至 2018 年、2019 年至 2030 年的人力需求比例變動值，其中 2019 年及後續年分皆為推估值。

資料來源：國發會（2019）。

## 二、產值變化

依據 Accenture 於 2017 年提出的評估報告，若能將自駕車、AR 與 VR、大數據、機器學習、行動電腦運算 (Mobile computing) 此五項數位科技成功結合運用，則平均每家公司每位員工可省下 85,000 美金；若能將自主機器人、行動電腦運算、自駕車、3D 列印、機器學習，此五項數位科技成功結合運用，則預估可增加 60 億美金潛在的額外平均市值；而若能將自主機器人、AI、區塊鏈、大數據和 3D 列印相互結合，則可為工業部門，每家公司省下 16 億美元的成本。PwC 則預估，至 2030 年時 AI 對於全球 GDP 的貢獻將達到 15.7 兆美元，而 GDP 的提升主要源自於生產力的提升與消費端新需求。

世界經濟論壇 (World Economic Forum) 的報告分析數位轉型在四個不同的行業領域的影響（分別為汽車、消費、電力及物流），對汽車行業而言，2016 至 2025 期間數位轉型的產業收益會增加 8%；消費相關產業會增加 14%，單就總金額來看為四個產業別中增加最多者，總金額為 4.84 兆美元；電力產業收益會增加 45%，成長幅度為四產業別中最大者；物流產業則會增加 35%。

依據麥肯錫 (2018) 的研究報告指出，2030 年時將有 70% 的公司會採用至少一項 AI 相關的技術。依據其模型推估顯示，在 2030 年時 AI 可為全球經濟帶來 13 兆美元的產值，比現今增長了約 16%，相當於每年成長 1.2%。該研究報告將 AI 影響生產力分為七種影響層面，各層面影響力變化如圖 3-33 所示，根據，此圖 AI 對全球生產力增加而導致產值的淨影響提升為 16%。報告進一步指出，AI 應用較佳的國家大多屬於現今開發程度高的國

家，相較於其他國家，他們能多獲取 20-25% 的經濟利益，開發中國家則僅能多獲取 5%-10% 的經濟利益。

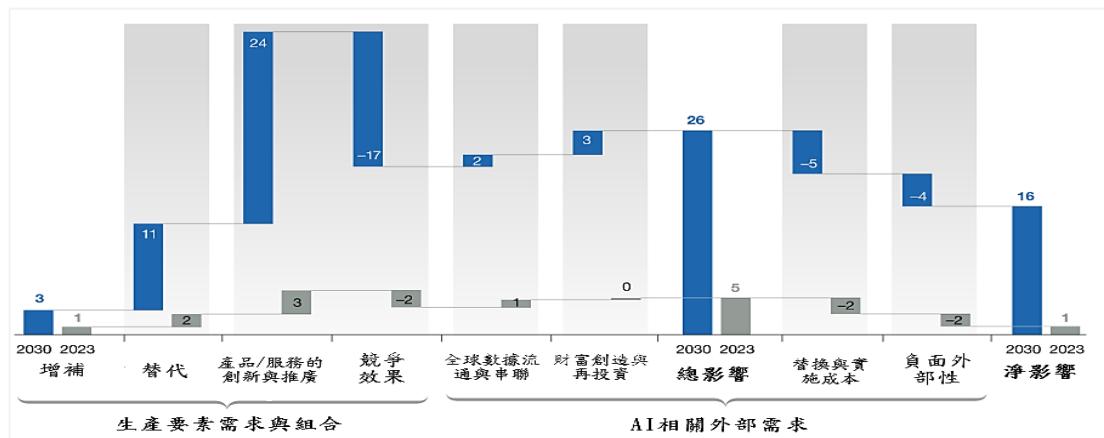


圖 3-33 AI 對生產力之影響

貝恩策略顧問 (2018) 研究報告中的模型則推估，在 2015 年至 2030 年期間，平均每年潛在經濟成長率約為 4%，因自動化造成的失業等對勞動市場負面的因素約會降低潛在經濟成長率的 2%，而為促成產業自動化所投入的直接與間接投資則會使潛在經濟成長率增加 1%。整體而言，潛在經濟成長率為 3%，相較於 2015 年，2030 年經濟產出會增加 60%左右（圖 3-34）。

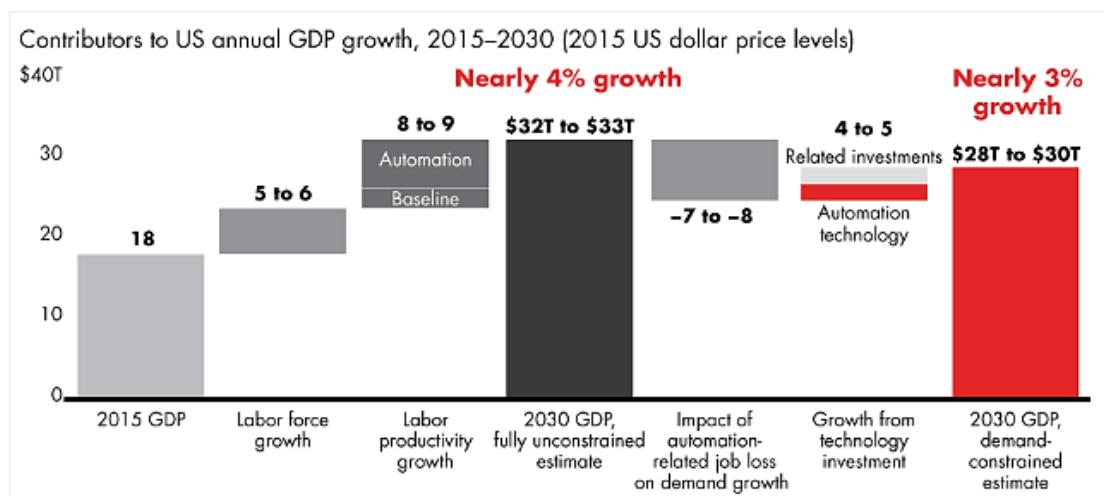


圖 3-34 2030 年自動化對潛在經濟成長率之影響

就我國而言，工研院(2018)預估未來十年，將有 6 成的 GDP 源自於數位轉型衍生出的經濟效益。依據行政院 2016 年「數位國家・創新經濟發展方案 (DIGI+)」會議結論，預估在 2025 年時，我國創新數位經濟帶來的經濟效益將達 6.5 兆新台幣，佔 GDP 比率的 30%，參考其他主要經濟體之數位經濟成長速度，可推估我國在 2050 年時數位經濟佔 GDP 之比重將達到將近八成。此外，依據本研究對產業界與學界專家意見調查結果，未來 5 年內數位轉型帶來的經濟效益將達 GDP 的 16.6%，而在未來 5 至 10 年間數位經濟會成長更加快速，依據調查結果之平均值，屆時數位經濟產能佔 GDP 比率將達到 41.5%。

## 第五節 專家問卷及其結果分析

### 一、專家問卷

由於現行的次級資料分析並無法了解數位經濟對台灣產業產值及人力需求確切的影響，因此，我們必須借助專家問卷，了解其影響程度。故，本節我們針對各領域（包括醫療、金融、物流、零售電商、智慧製造及總體經濟）的學者專家發放問卷，在回收 56 份問卷中，我們再進行分析判斷，作為模型參數設定的依據（專家問卷請參見附件一）。

### 二、問卷分析結果

#### 1. 對總體經濟及產值的影響

在未來 5 年內平均產值增加幅度的影響約 16.21%，未來 5~10 年產值增加的影響約為 36.12%（見表 3-5）。

表 3-5 數位經濟對台灣整體產值的影響

0-5 年	5 年以上-10 年
16.21%	36.12%

註：N=56。

資料來源：本計畫整理。自專家問卷。

#### 2. 對個別產業產值的影響

表 3-6 數位經濟對個別產業產值的影響

年 產 業	0-5 年	5 年以上-10 年
智慧製造 (N=5)	17.00%	50.50%
物流運輸 (N=5)	15.00%	38.00%
金融 (N=7)	17.50%	26.79%
健康醫療 (N=6)	25.42%	50.00%
資通訊 (N=5)	23.00%	41.50%
I C T (N=5)	17.00%	17.00%

資料來源：本計畫整理。自專家問卷。

### 3. 對人力需求的影響

根據專家的分析，對 R&D 工程師、軟體開發工程師、統計專家、數學專家（以上 N=56）、專案支援人員（N=34），祇在 0-5 年或 5 年以上均呈增加之勢，且時間愈長，人力需求的比例增加愈大，但對辦公室行政人員及基層技術員工的人力（以上 N=34）需求均呈減少之勢（見表 3-7）。

表 3-7 數位經濟對人力需求影響的幅度

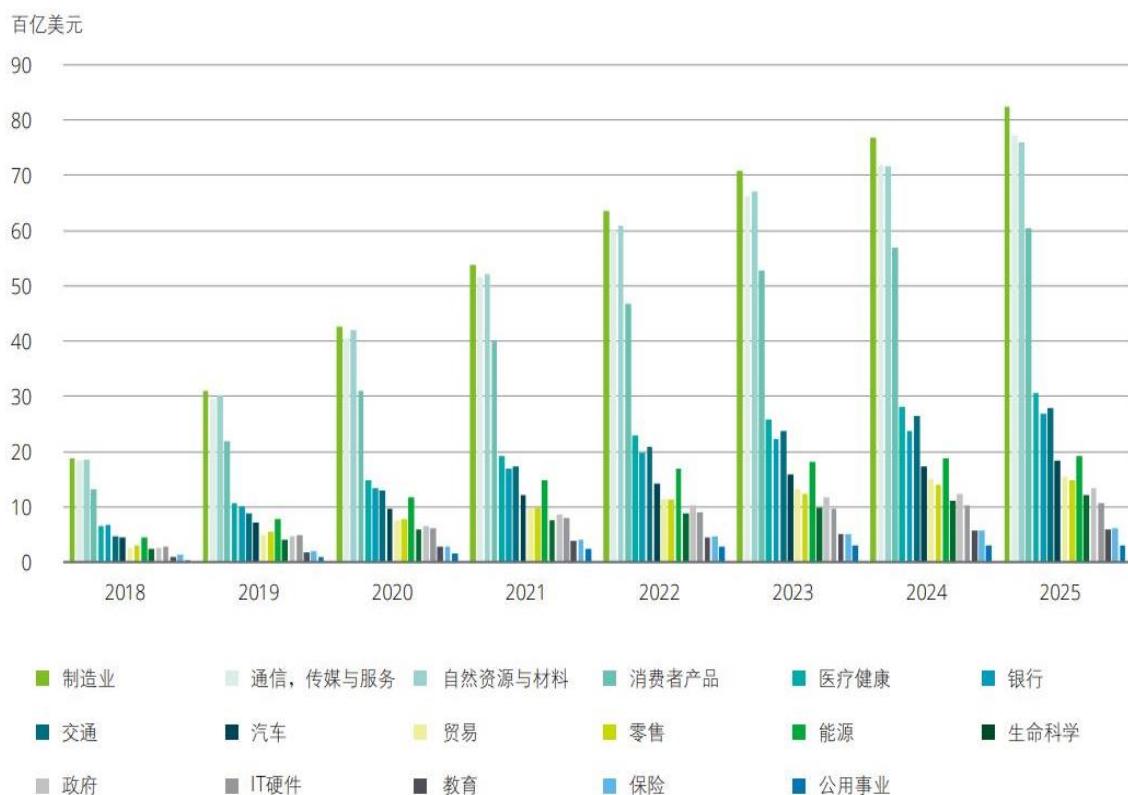
產業	年	0-5 年	5 年以上-10 年
R&D 工程師		15.00%	29.19%
軟體開發工程師		19.41%	33.09%
統計專家		14.41%	20.81%
數學專家		12.65%	18.90%
專案支援人員		7.65%	10.00%
辦公室行政人員		-3.38%	-7.72%
機械設備操作人員		3.09%	5.22%
技藝工作相關人員		7.35%	13.60%
服務及銷售人員		7.06%	10.15%
基層技術及勞工		-2.35%	-6.40%

註：前四項 N=56，後六項 N=34。

資料來源：本計畫整理自專家問卷。

## 第四章 數位經濟對主要產業發展、 人力需求的影響

由圖 4-1 可以看出，未來較具潛力的人工智慧領域以智慧製造、通信傳媒與服務、醫療健康、銀行、交通及零售為主。



資料來源：德勤研究（2019/08）。

圖 4-1 人工智能市場規模（按行業分類）

## 第一節 智慧製造發展對產業人才需求之影響 與對策

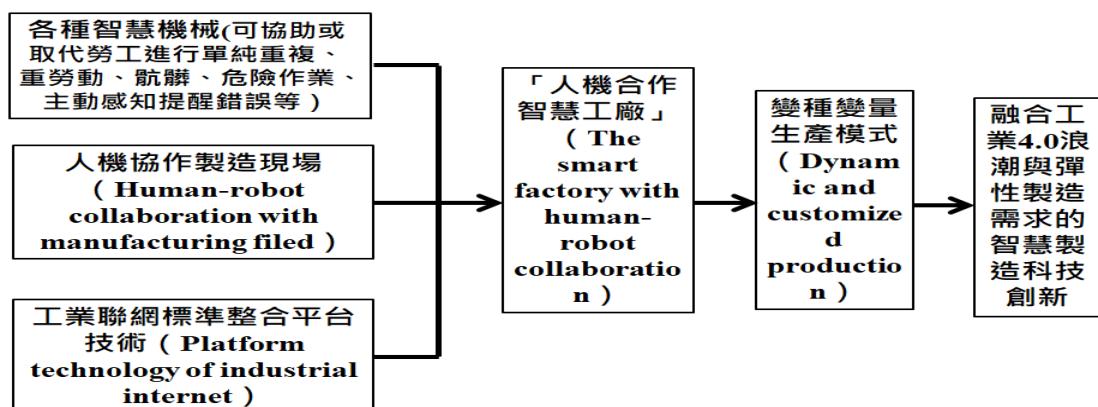
### 一、智慧製造與數位創新發展趨勢

隨著工業 4.0 風潮的來臨，全球主要國皆思考著如何透過智慧製造模式來促成國內產業的升級轉型，以維持既有的國際競爭優勢。所謂的「智慧製造」( Smart manufacturing )，乃意指：「以機器人 ( Robotics ) 為核心，結合各種自動化設備 ( Automation ) 、大數據分析 ( Big data )，以及工業聯網裝置 ( Industrial internet devices ) 等智慧科技來讓製造生產現場達成不停機、客製化以及即時正確回饋製造數據以進行改善等目標的高附加價值製造系統」。因此，鼓勵製造業導入機器人與發展智慧製造模式，也是主要國家提升勞動生產力以及產業競爭力的重要策略。

近年，美國「再工業化」政策強調的先進製造模式、德國「工業 4.0」政策強調的虛實整合系統 ( CPS, Cyber-Physical System ) 、日本安倍經濟學的「機器人新戰略」 ( Japan's Robot Strategy ) 與「第四次產業革命」政策、韓國「製造業創新 3.0」政策 ( Industry Innovation 3.0 )，以及中國大陸推動的「製造 2025 計畫」等，皆以結合機器人科技的智慧製造模式作為強化產業競爭力的重要策略途徑，以促成本國經濟再度回歸成長軌道。我國政府近年開始重視智慧製造之發展。2005 年行政院 SRB 會議結論，即將智慧型機器人列為重大政策發展項目，開始透過法人科專發展各種機器人的關鍵技術，並輔導民間企業接受法人技術成果之移轉。2015 年 9 月 15 日，行政院核定《生產力 4.0 發展方案》，將機器人 ( RT ) 、物聯網 ( IoT ) 以及大數據分析 ( Big data ) 等三項技術

將扮演達成主要產業邁向工廠智慧化以及系統虛實整合化等重點質性目標的關鍵策略性工具。2016年7月21日由行政院也通過經濟部規劃的「智慧機械產業推動方案」，期望將臺灣中部機械產業從精密機械提升到智慧機械階段，再結合機器人、大數據分析以及智慧聯網等技術元素，建構具備臺灣特色的智慧製造模式與智慧機械產業生態系。

就主要國家推動智慧製造動向而言，多以機器人等智慧自動化設備結合工業聯網標準（Connected factories）以及製造現場的數據分析系統，來發展符合本身產業發展特色之智慧製造模式。依 IFR（International Federation of Robotics）預測，結合實體工廠與虛擬實境元素的工業 4.0 概念將帶動全球製造轉型升級，而小型且容易使用的協作型機器人將成為驅動智慧造發展主要動力。可知，結合協作型機器人與智慧聯網科技的「人機協作智慧工廠」將成為工業 4.0 概念落實到製造工廠現場的重要內涵。其中，「人機協作智慧工廠」則由「各種智慧科技」、「人機協作製造現場」，以及「工業聯網標準整合平台技術」等重要科技所組成，將帶動全球製造工廠邁向「變種變量」生產型態發展（參考圖 4-2）。



資料來源：本計畫整理。

圖 4-2 人機協作智慧工廠之概念

以日本為例，日本長年以來一直是產業用機器人的使用與製造大國，特別是在汽車產業與電子產業，對於導入機器人發展智慧自動化生產線有相當的成功經驗，其他包括機械產業以及三品產業，近年導入機器人使用的趨勢也相當明顯。而日本近年提倡的「ORiN」架構，是以寬鬆參考標準以及「由下而上」(Bottom up)的型態來推動其國內工業聯網活動，並且保持彈性空間與德國工業 4.0 參考架構 (RAMI 4.0) 與美國工業網際網路參考架構 (IIRA) 部分接軌。日本的做法與臺灣應推動工業聯網的策略方向有一致之處，未來臺灣廠商可思考加入「ORiN」協議會的可能性，藉此先行建構臺日工業聯網環境，在凝聚一定程度的資訊共享經驗之後，再擴大範圍選擇與德、美主導標準接軌。

在德國方面，德國是歐洲最具代表性的機器人使用與生產大國，更是工業 4.0 概念的發起國家，正引領全球製造邁向智慧製造層次發展。未來結合工業 4.0 概念的尖端智慧製造單元，並不只是機器人與其他自動化設備機台的結合，更重要的是結合「虛實整合系統 (CPS)」的自律型機器人小組製造型態的智慧製造模式。在美國方面，美國是僅次於日本的產業用機器人的使用國家，特別是在以特斯拉為首的電動車產業，對於導入機器人發展智慧製造生產系統有相當的成功經驗。在中國大陸方面，中國大陸是世界導入產業機器人成長最為快速的市場，特別是以鴻海所屬富士康集團為首的電子代工產業以及以中小企業為主的機械加工產業，成為其導入產業用機器人的重要動力。鴻海富士康集團自製研發並導入使用的「Foxbot」系列機器人，是採臺灣設計、大陸生產的模式來供應集團內大陸工廠所需，能夠鏈結臺灣技術能量與大陸市場需求發展型態，快速累積機器人的實際驗證經驗。在韓國方面，韓國是世界使用機器人密度最高的國家，特別是現

代汽車、起亞汽車、三星以及 LG 電子等汽車與電子大廠，是驅動智慧製造模式發展的主要動力。由於韓國有許多橫跨機器人產業的產業機械設備廠商（如：斗山重工業、現代重工業等），這些廠商多有專屬的企業財閥集團，其所開發的產業用機器人與智慧製造單元都能夠先行在集團內其他企業進行使用，快速累積使用驗證實績，相當有助於這些韓國產業機械設備廠所開發的機器人與智慧製造單元輸出海外市場。

## 二、智慧製造之推動對我國產業發展之影響

隨著智慧科技的成熟發展（如：AI、IoT、機器人、大數據分析、雲端運算等）以及工業 4.0 時代的來臨，如何厚實我國在智慧製造領域上的技術能量，創造具全球差異化優勢的高階製造創新模式，是我國產業轉型發展的首要課題。我國政府推動中的「智慧機械產業推動方案」，期望將台灣中部機械產業從精密機械提升到智慧機械階段，建構具備台灣特色的智慧製造生態圈。此方案明確點出以台灣中部精密機械產業群聚為領頭羊，先讓此群聚廠商的機械設備智慧化、再逐步達成製造設備聯網（M2M, Machine to Machine）、工業聯網（Industrial internet）以及人工智能連網（Internet of AI）的智慧製造終極目標。

「智慧機械產業推動方案」的政策內涵也區分為連結在地、連結未來以及連結國際等三大主軸來執行。首先，在連結在地方面，主要重點在於活用台灣中部精密機械產業群聚長期蓬勃運作所累積的高品質製造以及產學合作研發能量，將其所在的臺中市及其周邊地區打造為「智慧機械之都」。就現階段成果而言，已建置智慧製造試營運場域、豐洲二期園區及水湳會展中心；並且成立智慧製造輔導團，加速中小企業朝智慧製造升級轉型。以智

慧製造試營運場域為例，自 2018 年 9 月掛牌啟用以來，已超過 1,400 家廠商，計 3,800 人次參訪，未來將持續扮演國內智慧製造規劃中心，向業界展示國產化設備工業 4.0 應用全貌。在連結在未來方面，主要重點在於推動工具機控制系統以及產業用機器人關鍵技術的國產化，以及建置具有台灣特色的工業聯網或智慧製造營運模式。具體而言，為了提高中小企業數位化能力，政府相關單位正結合外部專業技術服務業者，推動智慧機上盒(SMB)輔導計畫，截至 2018 年已完成 61 案，促成 1,300 台設備聯網，導入國內 8 類產業進行營運。就連結國際而言，主要重點強化國際交流合作與系統整合輸出。具體而言，已藉由試營運場域平台，邀請歐、美、日工業 4.0 先進大廠，展示其智慧製造技術能力，並且供國內業者依實際需求挑選最合適之解決方案，加速台灣智慧製造升級轉型。

基於「智慧機械產業推動方案」的推動，我國機械產業界廠商導入智慧製造發展開始有普及的趨勢，也進而帶動產值的提升。依經濟部統計資料顯示，與發展智慧製造系統較有關連性的機械設備製造業，其產值連續兩年成長，在 2017 年與 2018 年分別達到 6,722 億元與 7,231 億元，成長率為 7.26% 與 7.57%；其中，工具機產業（金屬切削工具機製造業）的產值則達到 1,048 億元與 1,139 億元，成長率為 16.74% 與 8.76%。而與導入運用智慧製造系統較有關連性的金屬製品製造業而言，其 2017 年與 2018 年的產值分別為 7,789 億元與 8,052 億元，成長率為 5.15% 與 3.38%。另外，依本研究對產業界專家意見調查結果也了解到，自動化零組件相關產業在導入 AI、機器人、IoT、雲端運算、大數據分析等數位或智慧科技之後，未來 5 年內的產值將提升 15%，未來 5

～10 年之間的產值將提升 25%；而金屬機械產業則分別為 21.6% 以及 39.1%。

### 三、智慧製造之推動對我國產業人才需求之影響

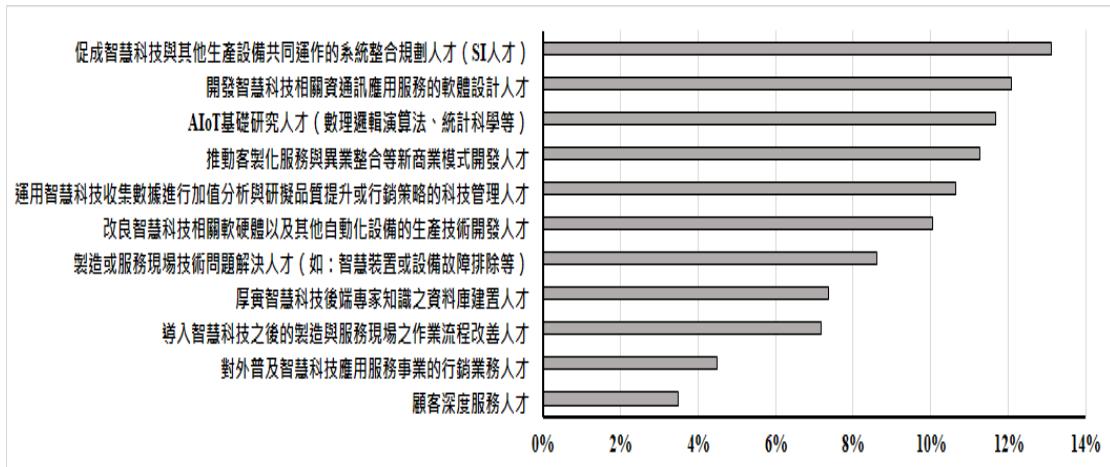
依據經濟部工業局於 2018 年 12 月公布之《智慧機械產 2019-2021 專業人才需求推估調查》可了解到，未來智慧機械產業（包括：工具機、機械零組件、產業機械、工業機器人、電子及半導體生產用機械設備、工業自動化與系統整合等業種）具有顯著成長動能，預估將大幅推升產業人才需求，推估 2019-2021 年平均每年新增需求為 8,600~9,500 人。而這些智慧機械產業新增需求人才類型包括：機械設計、電控設計、機電整合、軟體人機介面、智慧化生產、物聯網應用等 6 類工程師，其中具跨領域人才需求為機電整合、軟體人機介面、智慧化生產、物聯網應用等 4 類工程師，主要需具備資訊軟體與機械工程之跨領域專業能力。再者，在新增產業人才學歷要求方面，各類人才均需具至少大專學歷，且主要以電機與電子工程、機械工程、軟體及應用的開發與分析等學類背景為需求；在工作年資要求上，各類人才均需至少 2 年以上工作經驗；在人才招募難易度上，各類人才均面臨招募困難問題，且均具海外攬才需求，其中物聯網應用工程師、智慧化生產工程師招募困難程度高於其他 4 類人才。另外，依本研究對產業界專家意見調查結果也了解到，自動化零組件相關產業在導入 AI、機器人、IoT、雲端運算、大數據分析等數位或智慧科技之後，未來 5 年內的就業人數將提升 5%，未來 5-10 年之間的就業人數也將提升 5%；金屬機械產業則分別為 1.6% 以及 -3.33%。

中華經濟研究院於 2017 年針對國內智慧製造領域產學研界專家進行意見調查，了解「我國產業未來 3~5 年導入 AI 機器人

可解決的主要問題」；從調查結果可發現，「解決製造或服務現場勞動力不足問題」、「解決製造或服務現場人員的作業負擔過重問題」，以及「解決因人員流動率高造成的製造或服務現場作業效率低落問題」等三項，是產業界導入與運用 AI 與機器人最想解決的重要問題。這也顯示，國內製造業目前缺工現象嚴重，並且需要種勞動的工作通常人員流動率過高，因此導入 AI 與機器人後可以使得此種工作缺額獲得填補，也可將從業員配置到更能發揮所能的職位。更進一步，本研究團隊也於 2019 年針對國內智慧製造領域產學研界專家進行意見調查，了解「我國產業未來導入智慧製造科技（導入 AI、機器人、IoT、雲端運算、大數據分析等）後對產業人才轉型需求類型」；從調查結果可發現人才轉型主要需求類型依序為「促成智慧科技與其他生產設備共同運作的系統整合規劃人才（SI 人才）」、「開發智慧科技相關資通訊應用服務的軟體設計人才（APP 應用軟體、中介軟體等）」、「AIoT 基礎研究人才（數理邏輯演算法、統計科學等）」、「推動客製化服務與異業整合等新商業模式開發人才」、「運用智慧科技收集數據進行加值分析與研擬品質提升或行銷策略的科技管理人才」、「改良智慧科技相關軟硬體以及其他自動化設備的生產技術開發人才（或服務科技人才）」、「製造或服務現場技術問題解決人才（如：智慧裝置或設備故障排除等）」等，由此可知，有利於降低智慧科技導入成本以及發揮其最大經濟效益的系統整合人才，以及能夠強化智慧科技功能的軟體開發人才，是現階段產業界對人才轉型的主要需求。

再依臺灣自動化與機器人協會（TAIROA）於 2016 年針對國內機器人相關廠商的調查結果可了解到，導入機器人的需求端廠商普遍反應「機器人運用專業人才數量不足」的問題，特別是導

入機器人之後的問題解決型專業人才亟需培養，例如：能夠解決機器人故障問題、機器人與其他生產設備無法配合運作的問題、導入機器人之後的作業流程改善問題等。（參見圖 4-3）



資料來源：中華經濟研究院。

**圖 4-3 我國產業未來導入智慧製造科技後對產業人才轉型需求類型**

另外，許多製造業者也其對產業人才轉型方向之看法。電子業廠商表示，在導入智慧製造系統之後，未來從事單純組裝或插件作業的現場作業人員會減少，取而代之的是生產技術問題解決人員、製造現場大數據分析與製造流程改善人員、精進品質管理系統的軟體設計人員，以及客製化服務模式開發人員等。

以生產技術問題解決人員而言，這些人員必須具備機器人與自動化設備初步故障排除以及判斷問題所在的技術維護能力、逐步調整機器人與自動化設備操作模式符合現場實際需求的技術能力等；製造現場大數據分析與製造流程改善人員需具備將機器人與自動化設備回收的各種數據進行分析與解讀的數據轉譯能力、能夠將不同種類的自動化設備（如：插件實裝機等）與機器人進行有效組合並產生最佳經濟效益的製程規劃能力；精進品質管理系統的軟體設計人員需具備產品履歷追溯系統的開發設計

能力、調整現場工業聯網標準的軟體設計能力等；客製化服務模式開發人員則需具備開發各種提升顧客滿意度的服務方案能力。

精密機械加工業者也表示，目前在機械加工現場中導入機器人與工具機等自動化設備的模式，並不會取代製造現場人員的工作，而是讓既有現場人員能夠從事更有價值的工作；例如：製造現場人員可從現有換模與上下料等單純定型化作業轉向從事管理更多機器人與自動化機台的工作（管理更多機台、提升每位現場作業人員的勞動生產力）、設備優化工作（預測設備故障時期並預先保養維修，以防止正常生產時間中的突然停機事件）、運用數據的品管工作（生產履歷的建置、分析機器人上下料定位精度以及工具機加工精度相關問題等）、生產加工流程的改善工作（讓機器人與工具機台的分工作業流程更加流暢，以提升加工效率與品質；客製化訂單因應對策等）等。

機械加工業者更指出，在未來智慧製造加工現場中，所導入的上下料或換模用途之產業用機器人比其他工具機等自動化設備更具有人性化特徵，因此，這些機器人可視為「機器人同事」，能夠獨立從事過去由人力所進行的單純標準化作業。由於機械加工現場中的產業用機器人須要用柵欄圍繞與人隔離，並不會有人與機器人實際接觸分工作業的現象，這也使得這些機器人必須從事單純標準化作業，並由現場人員透過控制面板來監控；因此，機器人儼然成為現場人員的下屬，具有上下從屬關係。未來即使機械加工現場中的產業用機器人具備 AI 功能，也只能自我思考如何加快目前被賦與的上下料與換模等單純標準化作業，以及自我檢修作業，並不會與人員在作業流程上有所衝突。

國內業者對導入智慧機械與製造系統後對人才轉型之看法，整理如表 4-1。

**表 4-1 國內製造業者對導入智慧機械後對人才轉型需求之看法**

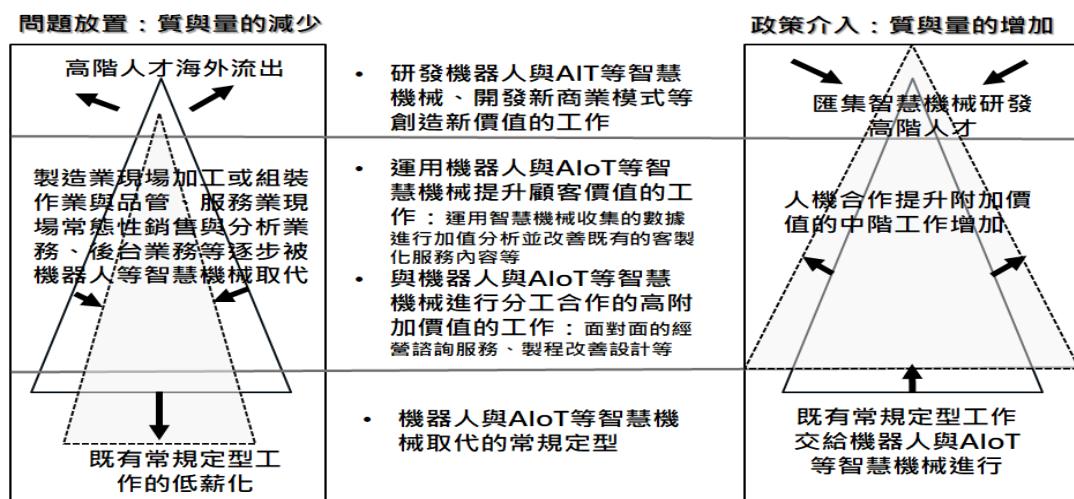
業 者	意 見
A 電子廠商	<ul style="list-style-type: none"> <li>人才轉型方向：在導入智慧機械之後，未來從事單純組裝或插件作業的現場作業人員會減少，取而代之的是生產技術問題解決人員、製造現場大數據分析與製造流程改善人員、精進品質管理系統的軟體設計人員，以及客製化服務模式開發人員等</li> </ul>
B 電子代工 大廠	<ul style="list-style-type: none"> <li>導入步驟：機器人與智慧製造系統分三階段來推動，第一階段是工作站自動化，主要在用自行研發的機器人取代沒人想做的「3D」工作（髒亂：Dirty、困難：Difficult、危險：Dangerous）；第二階段是整條生產線的自動化，優化生產線後，可以減少機器人的使用量；第三階段是整廠自動化（關燈工廠），在生產、物流、檢測等落實無人化或少人化</li> <li>人才轉型方向：未來透過產業用機器人與其他自動化設備科技的整合，可以逐步取代過去員工所執行的重複性製造作業，並且透過培訓，使員工能更專注於具有更高附加價值的工作內容，例如：研究開發、設備改善管理、製程管控以及品管等問題解決型工作內容。因此，機器人不僅是代替製造業現場員工從事低附加價值的工作內容，更可讓員工轉型發揮出更多的價值</li> </ul>
C 機械加工 廠商	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器人與 AIoT 等智慧機械不僅是代替製造業現場員工從事低附加價值的工作內容，更可讓員工轉型發揮出更多的價值</li> <li>人才轉型方向：製造現場人員可從現有換模與上下料等單純定型化作業轉向從事管理更多機器人與自動化機台的工作、設備優化工、運用數據的品管工作、生產加工流程的改善工作等</li> </ul>
D 產業協會	<ul style="list-style-type: none"> <li>廠商反應「機器人運用專業人才數量不足」的問題，特別是導入機器人之後的問題解決型專業人才亟需培養</li> </ul>

資料來源：本計畫訪談整理。

#### 四、因應智慧製造發展的我國產業人才發展策略

基於以上內容可了解到，臺灣產業導入智慧製造系統之後，並不會造成大量長期性失業人口的社會問題，不過無法即時進行能力轉型的勞動者仍有可能成為短期性失業人口；因此促成既有產業人才轉型，並且持續摸索我國產業人才轉型方向，乃有其必要性。

我國產業欲與全球先進國家產業技術接軌，持續維持出口競爭力，加速導入與運用智慧機械並且發展智慧製造模式，已是不可逆的主流策略方向。然而，智慧製造系統的導入與運用的過程當中，仍會衝擊我國既有產業勞動人才結構，政府與企業經營者如果不能在促進人才轉型與創造人機合作環境層面上有所作為與改善，可能導致「高階產業人才的海外流出、中階產業人才的低薪化」現象，勢必影響我國產業升級轉型的步調。如圖 4-4 所示，鼓勵我國產業導入智慧製造系之後如沒有相應的產業人才轉型策略，則可能造成高階人才外流以及既有產業人才低薪化問題，但如能搭配各種人才轉型配套措施，則能形成人才價值創造能力與薪資同時提升的「人財共進化」良性循環。對此，政府應結合產業公協會以及企業經營者共同努力，確立人與機器人的分工規範與各產業所需的人才轉型方向，進一步營造符合既有產業人才轉型的工作制度以及培訓機制，提升我國產業人才的價值創造能力並回饋到薪資水準的提升。



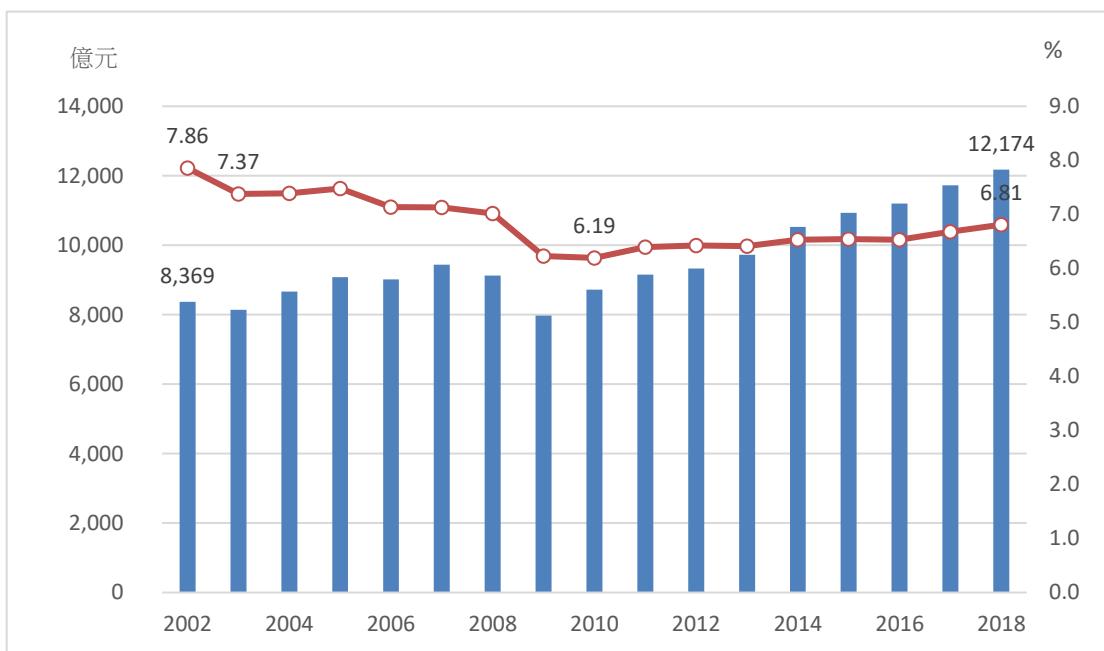
資料來源：本計畫整理。

圖 4-4 智慧機械與製造系統的導入與運用對產業人才結構之影響

## 第二節 數位創新科技對金融業人力需求的影響

### 一、前 言

金融業最重要的功能為支持一國經濟之發展，根據我國主計總處統計，近 17 年來，我國金融服務業名目生產毛額雖然在 2008 年爆發全球金融海嘯後 2 年明顯下跌，但仍呈成長趨勢，由 2002 年之 8,369 億元，增加至 1 兆 2,174 億元，成長幅度為 45.5%；而金融服務業佔 GDP 比重，以 2002 年 7.86% 為最高，之後開始下降，2010 年因金融風暴降到 6.19% 為最低，對經濟成長的貢獻度愈來愈小。經過金融主管機關與金融業努力，2011 年才開始止跌，但成長幅度仍有限，2018 年為 6.81%（參見圖 4-5）。



資料來源：本計畫整理。

圖 4-5 金融服務業名目生產毛額佔 GDP 比重

金融業的數位創新即所謂的「金融科技 (FinTech)」，係指一群企業運用科技手段，使金融服務變得更有效率，因而形成的一種經濟產業。這些金融科技公司通常在新創立時的目標，是以解決未被傳統金融業滿足的金融相關需求為主，克服發展金融科技的困境，創造具高附加價值的金融服務，而這樣的數位創新，也促使金融業的人力結構正在發生巨大的變化。

根據資誠 (PwC)「2017 年全球金融科技調查」結果指出，消費金融、保險及投資和財富管理，將是未來五年被金融科技 (FinTech) 頽覆程度最高的領域，而社群媒體、新創公司和傳統金融機構則是這場變革中最具顛覆性的力量來源。

金融科技的發展，預計將從客戶、產品與服務，以及管道等三方面為業者帶來機會：

- (一) 客戶：金融科技低成本和無遠弗屆的特點，使金融機構得以擴大客戶群體。
- (二) 產品與服務：客戶期望從「追求產品」轉變為「體驗至上」，金融機構提供的產品和服務重點，也將轉變為創造個人化體驗。
- (三) 管道：未來五年內，實體分支機構（如：分行）重要性將逐年下降，而網路通路（尤其是行動通訊通路）將會興起。

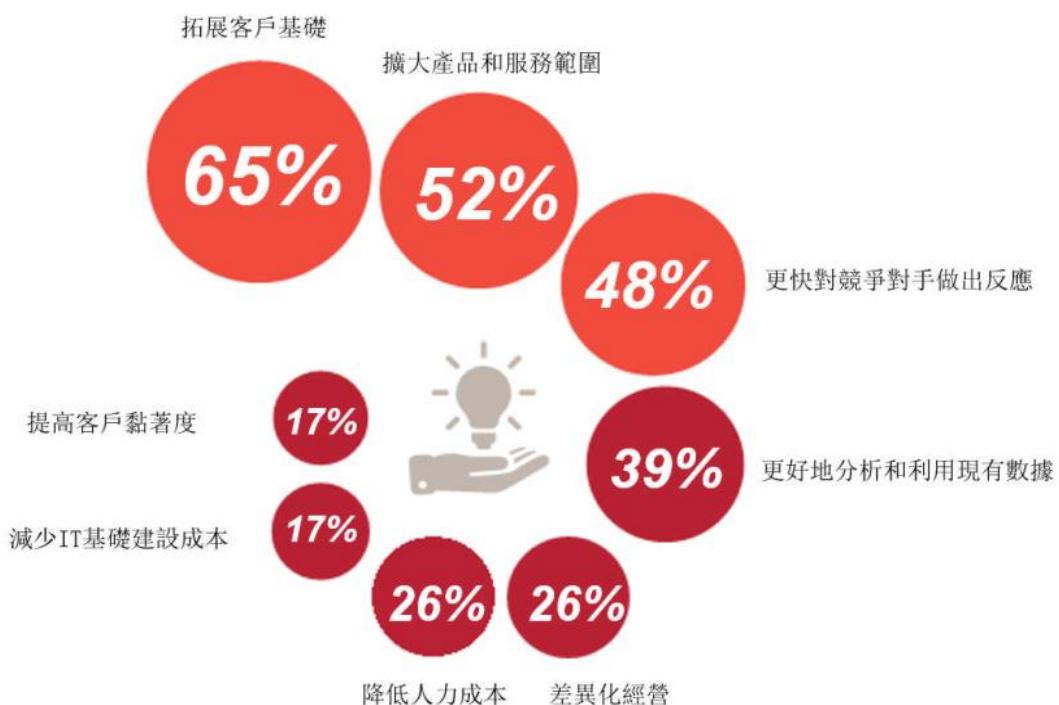
金融科技帶來機會的同時，亦將產生競爭、監管、人才等三方面的全新挑戰：

- (一) 競爭：金融業未必能如互聯網和科技業一般，適用「Winner-Take-All（贏家通吃）」的模式。

(二) 監管：法規不僅需要與時俱進，更需要在鼓勵創新和控制金融風險間取得平衡。

(三) 人力：在金融科技競爭浪潮中，需要複合型人才方能獲得優勢，但金融機構應當如何培養迎向未來的人才？

在人力議題方面，該調查顯示有超過四分之一的受訪者認為金融科技可降低人力成本（參見圖 4-6），顯見金融科技發展，對於現有人力需求確實產生一定程度影響。



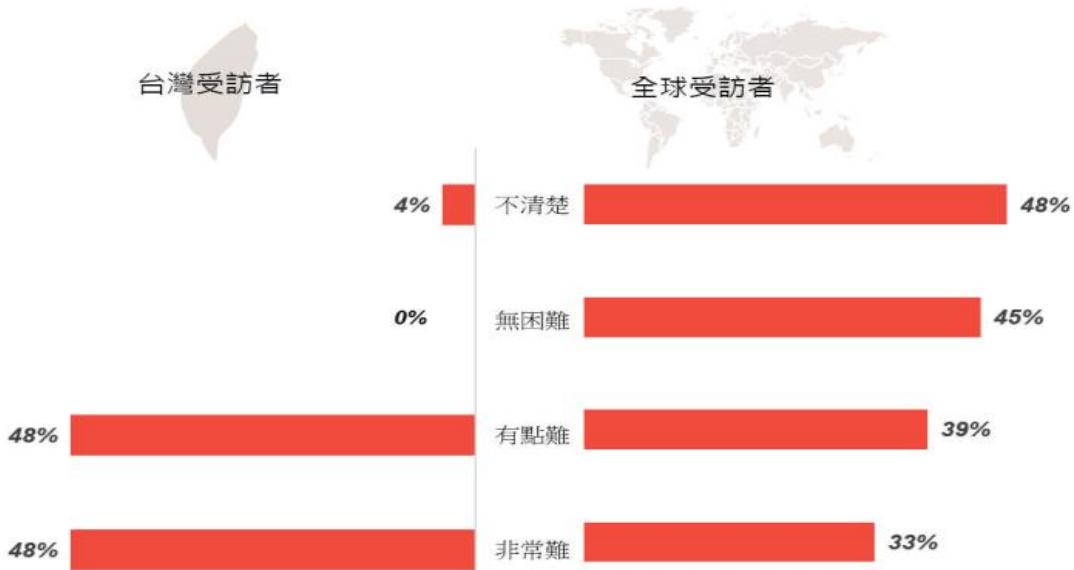
資料來源：資訊（PwC），2017 年全球金融科技調查台灣概要。

圖 4-6 金融科技的機會

為金融業人力需求帶來深遠變化的重大創新科技，主要是機器人流程自動化和區塊鏈。機器人流程自動化有助於減少 70%的手動過程，並縮短 90%加工生產週期，且在金融服務方面的應用多屬勞動密集型、重複性的領域，亦可能延伸至非核心後臺職能，包括：人力資源（記錄保存）和財務（彙報）等工作，將可能取

代金融業基層人力；而區塊鏈所對應的分散式帳本技術，應用於智慧合約，則可減少原有的人工作業。

而在用才及留才方面，有超過 95% 的臺灣受訪者表示招募和留住創新人才有一定的難度，且和全球調查結果相比，臺灣受訪者表示在招募和留住創新人才方面有難度的比例明顯高出許多（參見圖 4-7）。



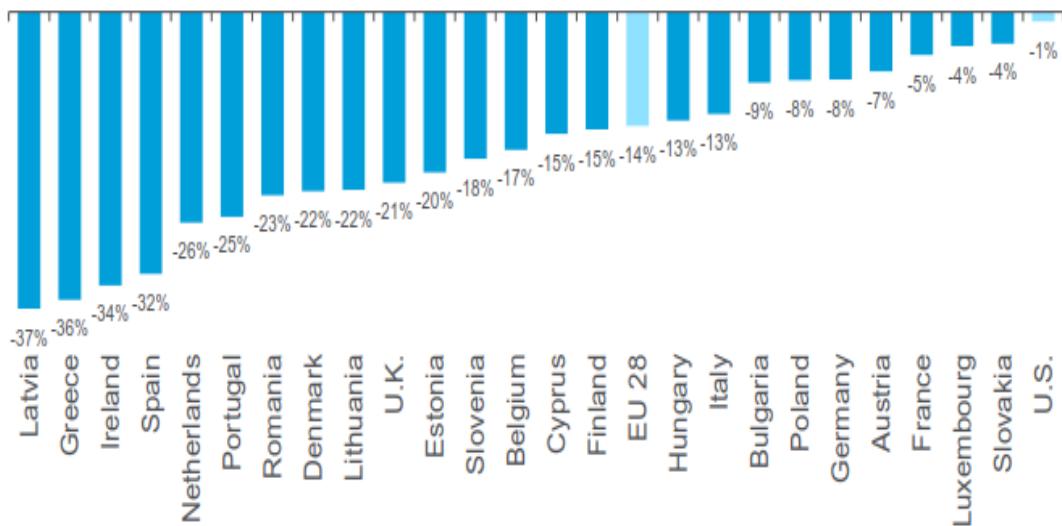
資料來源：資誠（PwC），2017 年全球金融科技調查台灣概要。

圖 4-7 招募和留住創新人才是否有困難

此結果一方面反應目前學校相關教育與實務需求連結不足，另一方面也反應金融機構必須在內部組織與培訓方式作出調整，才有機會配合人才養育計畫，達到金融機構發展目標。

另，根據美國花旗銀行 2018 年 3 月提出之「The Bank of the Future」報告預測，在金融業未來的人力變動上，隨著數位創新科技（如：AI、自動化）的發展，在 2015-2025 年間會有 30% 的銀行從業人員面臨失業；且美國和歐洲的銀行在 2016-2025 年之間將會大舉裁撤超過 170 萬名全職員工。

事實上，自 2008-2009 年全球金融海嘯發生以來，歐洲銀行界平均已裁撤約 15%的全職員工，尤其是受衝擊最大的幾個國家，如：西班牙、愛爾蘭、希臘、荷蘭、丹麥…等國，裁撤的幅度更高達 20-40%（參見圖 4-8）。

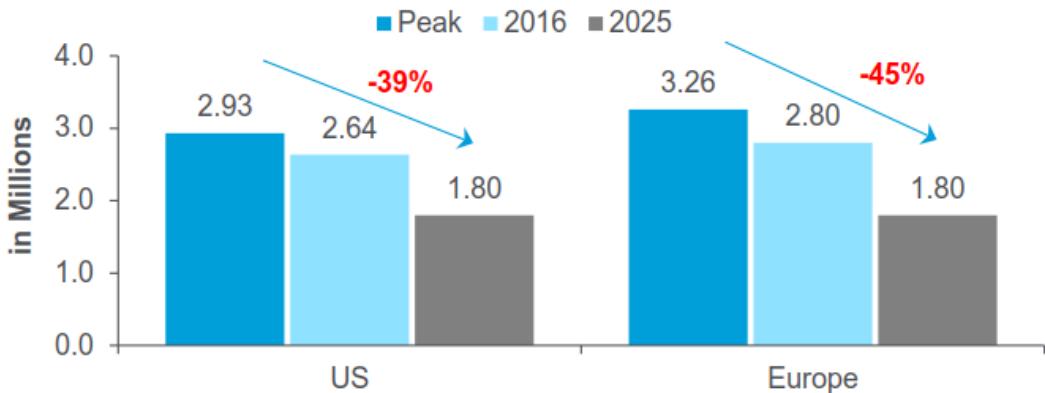


Source: ECB, U.S. Bureau of Labor Statistics, Citi Research

圖 4-8 銀行全職員工數量縮減臨界點

且由下圖 4-9 可知，在金融海嘯發生前的巔峰時期，美國銀行全職員工數量約有 293 萬名，歐洲銀行則約有 326 萬名，但到 2025 年時，美國銀行全職員工數量預估將減為 180 萬名，降幅達 39%；歐洲銀行全職員工數量預估將減為 180 萬名，降幅高達 45%。

FT research 研究指出，「自動化」的趨勢已讓前八大投資銀行在過去 10 年內縮減了 6 萬個職缺，不僅德意志銀行 (Deutch Bank) 執行長 Jon Cryan 曾在 2017 年公開表示，因著機器學習和自動化取代人力的緣故，在 2020 年之前該銀行將會解雇 9 千名員工，約占員工總數 10%；爾後 2018 年澳洲國民銀行 (National Australia Bank, NAB) 也因自動化的結果縮減 6 千個職缺（參見圖 4-9）。



Source: ECB, U.S. Bureau of Labor Statistics, Citi Research estimates

**圖 4-9 銀行全職員工數量縮減變化**

值得留意的是，此項人力縮減趨勢不僅發生於歐美地區，在印度，艾克塞斯銀行(Axis Bank)、印度工業信貸投資銀行(ICICI)和住宅開發金融銀行(HFDC)也開始使用機器人縮短處理貸款和金融商品的時間，員工人數在過去一年內平均減少9%。

此外，安永會計師事務所(Ernst & Young，簡稱EY)亦在2018年4月提出一份名為「The future of talent in banking: workforce evolution in the digital era」的報告，該項報告內容彙整自同年3月舉辦之BGLN meeting。文中指出科技廣泛運用之趨勢，包括：流程自動化、機器學習(machine learning)、自適應智能(adaptive intelligence)等技術，都將重新形塑銀行界原有的勞動力結構，與會部分銀行業者更表示2020-2022年間將縮減20-30%的員工人數。

前述安永的報告也指出，未來銀行在人力運用的策略方面將涵蓋三個主要方向，分別是：持續技術導向革新、界定未來所需的技能與專業，並且盡可能留任具備相關技術的人才。除此之外，有些銀行計畫安排員工進行部門輪調、重新培養新技能，以及訓練員工從事不同的工作，以因應銀行內部人力結構轉型。

事實上，銀行縮減的對象屬於低階人力，有幾項資料均呈現類似的情形：

- (一) 依據 2017 年 Bureau of Labor Statistics 的報告預估，2026 年銀行出納員 (tellers) 數量將比 10 年前減少 4 萬 6 千名，但貸款專員 (loan officers) 的數量將會增加到 36,300 名以上，成長率達 10%；
- (二) 2018 年 3 月安永舉辦之 BGLN meeting 有高達 62% 的高階銀行界主管表示，具備數位技能的專業人才供需缺口近年來逐漸擴大，諸多銀行甚至考慮從資訊類的企業（如：Amazon 、Google）尋覓高階技術人才；
- (三) 2018 年 6 月美國花旗銀行機構客戶集團執行長 Jamie Forese 公開表示，受到自動化和機器人科技影響，在 5 年內花旗銀行將會裁撤半數以上的技術和營運人員（目前集團內約有 2 萬名），同時選擇增聘業務和研究人員。

對銀行界而言，在數位創新科技時代所需要的人力，並不只是具備金融科技 (Fintech) 的技術人員，而是希望能吸引有能力帶動銀行轉型、擁有多重技能的人才。因此未來金融業的核心人才將包括：資料科學家 (data scientist)、敏捷式開發人員 (agile developer)、工程師、團隊領袖 (scrum master) 等等，對於人才需求也更趨多元化。

由此可知，在金融科技的競爭浪潮中，金融機構若希望取得優勢，需要兼具數位技能、商業頭腦、管理能力的複合型人才，而如何培養迎向未來的人才，正是金融機構現階段亟需解決的問題。

針對數位創新科技對金融業人力需求的影響，本計畫亦透過專家問卷調查瞭解。根據調查結果，平均而言，專家學者認為金融業 5 年內的產值變化約為 5%，帶動整體經濟產值則為 15%；若是 5-10 年，則金融業的產值變化將為 15%，帶動整體經濟產值則為 30%，有擴大的趨勢。而就業人數的影響，未來金融業就業人數增加與減少的看法各半，但針對金融業對 R&D 工程師、軟體開發、統計專家、數學專家等的人力需求，皆為成長的趨勢，並以軟體開發人力需求預期增加的幅度為最大；其他如辦公室行政人員、服務及銷售工作人員、基層技術及勞工等，則皆預期金融業對這些職類別的人力需求將減少，但對於減少的幅度隨時間的變化則有不同看法，有專家學者認為 5 年內的變動較大，5-10 年的需求變動可能就趨於穩定；有專家學者則認為隨著時間拉長，這些職類別的人力需求減少的幅度會加大。

### 第三節 數位創新對醫療產業人才需求之衝擊 影響評估

#### 一、數位創新對於我國醫療產業之影響

近年來數位創新應用於醫療產業的發展上，創造出一個嶄新的產業名詞-「智慧醫療」。世界衛生組織對於智慧醫療產業也相當重視未來發展，根據世界衛生組織對於智慧醫療的定義，即為使用資訊通訊技術於醫療及健康領域上，這其中包含醫療照護、疾病管理、公共衛生監測、以及教育與研究方面。

智慧醫療乃是利用目前大數據科技、機器學習、網路通訊等資訊技術，將醫療與健康訊息藉由數位化處理、轉換、儲存與網路傳遞等方式，提供醫療從業人員（醫師、護理人員、檢驗人員等）更精準與更有效率的醫療資訊與輔助工作，以提高其工作效率；對於病患而言，藉由數位科技能夠提供即時醫療服務，例如遠距醫療，或是電子病歷，提供醫護人員完整即時性的就醫治療歷程，能夠更精準與快速地提供醫療服務，提升醫療品質。

因此，智慧醫療的核心運作方式為將病患、醫護人員、醫療院所機構、醫療設備裝置之間，藉由數位科技方式進行連結，能夠快速與正確地將醫療資訊互相傳遞，提升醫療品質。此外，另一個重要部分為，彼此傳遞的數位資訊，成為一個巨量醫療資料庫，可藉由大數據分析模式，建構出精確的醫療判讀資訊，提供醫師或是第一線醫療人員重要醫療輔助資訊，進而選擇出妥適的治療方式，例如醫療影像判讀、疾病風險評估與預測等。

智慧醫療產業是一個多元面向所構成的部分，橫跨多個領域，包含醫療院所管理、醫療照護、製藥產業、醫療設備與器材產業

等，均可透過數位技術加以提升與連結。透過數位科技物聯網的建構，病患端可透過電子病歷與健康監測系統，及時提供醫療機構端其詳細個人健康資訊，醫療機構可以提升服務品質，此外，對於醫院營運的部分，數位技術可以提供遠距醫療、數位病歷與品質管控等，提升營運成本效益。此外，目前智慧醫療亦將人工智能技術引進醫療診斷、藥品製造、醫材設備、健康照護等方面，醫學影像判讀、健康資訊數據整合與分析的輔助治療、可穿戴裝置健康監測、基因測序技術、癌症藥品研發均可以藉由大數據資訊科技，獲得突破性的發展。

我國為科技與資訊技術大國，發展智慧醫療之基礎可謂是相當雄厚。我國具有良好的精密電機產業與資訊通訊產業的產業聚落，擁有高品質的研發生產能力，深具醫療電子、微創手術等先進技術的發展潛力，此外，我國擁有全民健保等巨型醫療資料數據，並且加上電子病歷近年的大幅推廣，對於個人醫療與疾病防治，甚至藥品研發具有良好的產業基礎。

目前為了加強我國生技醫療產業之發展，行政院近年來提出「加強生物技術產業推動方案」、「臺灣生技起飛鑽石行動方案」、「臺灣生物經濟產業發展方案」，105 年將生醫產業列為 5+2 產業創新方案的重點發展項目，並通過「生醫產業創新推動方案」，其方案在於強化生醫產業的創新研發，強化醫療產業智慧化為目標。

醫療產業一直以來便是產業發展政策中，不可忽視的一環。近年來隨著人口老化及醫療科技的迅速發展，我國醫療產業市場也日漸擴大，除了傳統的醫院、製藥、醫材等核心醫療服務產業及醫療周邊共生產業外，近期市場陸續所發展出來的醫療美容、

精準醫療、AI 醫療影響判讀、智慧長照輔具、精緻健檢（如低劑量肺部斷層（LDCT）…等）、新興醫療手術及器材（如微創手術、達文西手臂、MIS 微創關節置換術…等）、牙齒矯正與美容等新興醫療服務產業，更為我國醫療產業挹注大量活水，帶動整體產業發展。

就整體市場規模而言，據行政院主計處所發布的統計數據指出，我國國民醫療保健支出（NHE）在 103 年約 10079.2 億元（年增率 4.14%）、105 年增加至 10868.5 億元（年增率 4.66%）、106 年更攀升至 11273.6 億元（年增率 3.73%），如表 4-2 所示。整體而言，96-106 年間我國醫療保健支出占 GDP 比重，大致為百分之六左右（約落於 6.19% 至 6.74% 的區間）。

**表 4-2 我國國民醫療保健支出（NHE）統計**

年 度	國內生產毛額（GDP）		醫療保健支出（NHE）		NHE/GDP 比 重 (%)
	億 元	年增率(%)	億 元	年增率(%)	
96	134,070.6	6.06	8,145.9	4.11	6.08
97	131,509.5	-1.91	8,346.8	2.47	6.35
98	129,616.6	-1.44	8,732.2	4.62	6.74
99	141,192.1	8.93	8,893.5	1.85	6.30
100	143,122.0	1.37	9,170.4	3.11	6.41
101	146,869.2	2.62	9,279.6	1.19	6.32
102	152,307.4	3.70	9,678.7	4.30	6.35
103	161,118.7	5.79	10,079.2	4.14	6.26
104	167,706.7	4.09	10,384.9	3.03	6.19
105	171,763.0	2.42	10,868.5	4.66	6.33
<b>106</b>	<b>175,011.8</b>	<b>1.89</b>	<b>11,273.6</b>	<b>3.73</b>	<b>6.44</b>

資料來源：行政院主計處中華民國統計資訊網。網址：  
<https://statdb.dgbas.gov.tw/pxweb/Dialog/statfile9L.asp>。

除了醫療服務之外，隨著老齡人口的健康照護需求增加，國人健康意識抬頭，醫療器材、製藥產業、醫療物聯網等周邊共生產業及新興醫療產業的發展趨勢，亦展現強烈的發展企圖心。據經濟部統計處所發布的資料顯示，我國醫療器材產業的產值快速攀升，103 年整體醫療器材產業產值達 554 億元，2016 年達 653 億元、105 年更上探 725 億元，預估 107 年將可望突破 800 億元的關卡，整體產業年增率達 16.5%，如表 4-3 所示。醫療器材產業區分為三大行業，分別為眼鏡製造業、醫療設備業及用品業及醫用化學製品業，以眼鏡製造業所佔比例最大，約 50.9%，其次為醫療設備業及用品業，占 36.7%，最末為醫用化學製品業，占 12.3%。由 107 年統計數據可知，眼鏡製造業的產值年增率達 21.6%，是其中成長幅度最大的行業；此外，醫療設備業及用品業及醫用化學製品業的產值年增率亦達 11% 以上，整體表現十分亮眼（參見表 4-3）。

**表 4-3 我國醫療器材產值統計**

單位：億元

	產值 總計	眼鏡 製造業	醫療設備業 及用品業	醫用化學 製品業
103	553.5	236.7	245.6	71.2
104	607.8	263.8	262.1	81.8
105	652.8	288.1	273.7	91.1
106	724.6	353.7	277.6	93.4
<b>107(1-11 月)</b>	<b>768.7</b>	<b>391.6</b>	<b>282.3</b>	<b>94.7</b>
107 年占比	100%	50.9%	36.7%	12.3%
107 年年增率	16.5%	21.6%	11.4%	11.9%

註：眼鏡製造業包含一般眼鏡及隱形眼鏡；醫療設備及用品業包含醫學用超音波設備、電子醫學內視鏡設備等輻射電子醫學設備，以及擔架、注射器、注射針、尿導管、義肢等非電子醫療器材用品；醫用化學製品業包含體外診斷試劑、醫用縫合線、繃帶、消毒紗布等。

資料來源：經濟部統計處。

在製藥產業部分，據經濟部統計數據可知（參見表 4-4），我國藥品及醫用化學製品製造業整體總產值在 103 年達 678.4 億元，105 年達 756.7 億元、107 年更攀升至 794.9 億元，整體產業年增率有 2.8%，如表 4-4 所示。我國藥品及醫用化學製品製造業共區分為五大行業，分別為原料藥製造業、西醫製造業、醫用生物製品製造業、中藥製造業及醫用化學製品製造業。以西醫製造業比例最高，為 55.7%，其次為原料藥製造業，為 18.8%、其後依序為醫用化學製品製造業占 13.1%、中藥製造業占 10.2%、以及醫用生物製品製造業占 2.1%。其中，在製藥產業裡也不乏迅速成長的行業別，由 107 年統計數據可以發現，盡管醫用生物製品製造業占整體藥品及醫用化學製品製造業的比例不高，但其 107 年的年增率卻高達 21.0%，可見我國生技製藥產業發展，展現出高度產業活力。又據經濟部生技產業白皮書，我國生技產業主要可分為應用生技產業、製藥產業、醫療器材產業，我國生技產業之營業額有逐年上升的趨勢，106 年營業額達 3,250 億元，成長率約為 3%，其中以醫療器材產業為大宗，其次為製藥產業。

在醫療物聯網部分，據勤業眾信的研究資料顯示，全世界醫療物聯網的產值預估於 111 年將達到 1,581 億美元，吸引科技大廠 Apple、Google、亞馬遜等廠商搶進智慧醫療大餅。而我國智慧醫療的預估商機亦高達 2,000 億台幣，關於電子病歷、雲端醫療、AI 醫療診斷、醫療大數據資料庫、藥品研發、穿戴式健康監測等項目，國內大廠如鴻海、華碩、宏碁、廣達、緯創、仁寶、國際厚生數位等科技廠商，均有投資布局。

表 4-4 我國藥品及醫用化學製品製造業產值統計

單位：億元

	產值 總計	原料藥 製造業	西藥 製造業	醫用生物 製品製造業	中藥 製造業	醫用化學 製品製造業
103 年	678.4	147.2	371.5	11.8	76.7	71.2
104 年	723.3	157.9	396.9	9.8	76.8	81.8
105 年	756.7	149.5	427.4	11.4	77.3	91.1
106 年	773.5	138.0	449.0	14.1	79.5	92.9
107 年	794.9	149.6	443.1	17.0	81.4	103.8
107 年占比	100.0%	18.8%	55.7%	2.1%	10.2%	13.1%
107 年年增率	2.8%	8.4%	-1.3%	<b>21.0%</b>	2.5%	11.7%

註：原料藥製造業，包含其他原料藥；西藥製造業包含心臟脈管與腎作用藥、胃腸道作用藥品製劑、營養與電解質液、抗微生物藥及其他西藥製劑；醫用生物製品製造業包含醫用生物製品；中藥製造業包含中藥製劑；醫用化學製品製造業包含血糖診斷試劑、其他診斷試劑及其他醫用化學製品。

資料來源：經濟部統計處。

廣達與台大、榮總合作 AI 醫療輔助診斷技術與遠距醫療技術，建構智慧醫院。仁寶、國際厚生數位則是切入電子病歷領域，提供智慧醫院更好的醫院營運模式。宏碁擁有 6 家生技創新公司，藉由 AI 技術發展視網膜、電子顯微鏡等醫學影像設備，並發展 AI 技術協助醫院營運。華碩則是建構智慧醫材共享平台，從心律、血壓、血糖等健康數值，至超音波影像、心電圖等影像數據，提供醫院透過該平台掌握病患健康情況，做出更即時與適當的診斷與醫療服務。緯創則是創立生技控股公司，推行智慧醫院系統，建構醫療大數據資料庫，藉由整合醫院大數據醫療資料，並且分析大數據資料，提供病患完善的醫療服務。由以上國內廠商布局切入智慧醫療領域的情況，可以預估智慧醫療將是帶動我國生技醫療產業發展的重要產業。根據本研究對產業界專家意見調查結果，醫療產業引進 AI、機器人、IoT、雲端運算、大數據分析等數位或智慧科技之後，預估未來 5 年內產值可以提升 5%左右，而未來 5-10 年的產值預估將會提升 8%。

## 二、數位創新對於醫療產業人才需求之影響

隨著資通訊科技（ICT）的快速崛起，大數據、雲端運算、物聯網等科技逐漸改變現有的生產、行銷、服務等商業模式，也發展出許多新興的工作型態與機會（王健全與林宜蓁，2017）。Melville et al. (2004) 與 Andrews and Criscuolo (2013) 指出，資訊產業所推動商業模型，一開始以在地廠商作為萌芽種子，透過將 ICT 產業科技結合 KBC 全球地產基金的資金挹注，逐漸將數位創新的種子厚植於經濟體內；其次，透過將資通訊科技技術的深化、落地及應用，驅動市場的整體產業表現，不僅幫助廠商降低成本，同時也帶動整體市場利潤，提高個別廠商的環境競爭力。最終，藉由整體市場競爭力的提升，持續不斷地創造產業產值，帶動 GDP 的成長（王健全與林宜蓁，2017）。

在現今數位科技的時代巨變洪流中，工作型態的改變以及就業機會的變化，將是當前政府難以迴避的產業經濟議題。王健全（2018）便指出在 2015-2020 年間，智慧自動化將重構勞工就業市場架構，全球會有 710 萬工作機會因 AI 人工智慧、物聯網、智慧製造等新科技的發展及導入而消失，其中衝擊最大的是白領行政工作從業人員（預估約 470 萬），其次為製造及生產人員（預估約 160 萬）。然而，伴隨而生的電腦、數學、建築工程、資訊等相關領域的工作機會，預估將有 200 萬的新工作會被創造出來。整體而言，在數位科技迅速推動下，未來全球預估將消失 510 個萬工作機會。

根據騰訊研究院所公布的 2017 年人工智慧人才白皮書，當前全世界的 AI 相關人才約有 30 萬人，而北美地區人工智慧開發的人才供給量約為 3 萬人，但是人工智慧相關職位卻有 10 萬個

職缺，顯示 AI 市場人力供需失衡相當嚴重。反觀我國 AI 的職缺，根據 104 人力銀行統計，約有 6,000 個職缺，而臺灣相關 AI 技能的人才供給卻是更少。

智慧醫療產業不僅只是需要數位科技與人工智慧人才，更需要了解醫療專業的跨領域人才，高科技的人工智慧的研發，亦需要醫療高度專業的配合，才能使得 AI 科技良好的輔助醫療人員，提供高品質與精確的醫療服務。目前世界先進國家對於智慧醫療產業的發展日益增強，我國也對於智慧醫療領域積極投入，更有許多國內科技大廠投資這個領域，嘗試取得市場領先者地位。可預見的是智慧醫療領域對於數位科技與人工智慧研發人才將會有很大的需求。然而智慧醫療所需的人才需要同時熟悉 AI 技術與醫療專業，這個跨領域人才需求特質造成目前很大的人力缺口。

目前人工智能用於醫療照護領域已經非常廣泛，主要可區分為醫學影像影音辨識、藥品挖掘、營養學、生物技術、醫院管理、個人健康管理、可穿戴式設備、疾病風險管理以及病理學等多項領域。據工研院研究 2016 年報告指出 AI 人工智慧應用的場域包括疾病風險預測(涵蓋層面有醫療配置、病患病程預測及業者財務風險預測等)、最佳化治療(涵蓋層面包含現有診斷精進比較、新診斷方法等)、事件預警(涵蓋層面有患者再入院、院內感染、重返 ICU、醫療詐欺)、用藥安全(涵蓋層面有用藥方案推薦、用藥風險評估)以及虛擬健康助理(涵蓋層面有社區照護、健康管理平台及個人健康風險評估等)。

為能強化 AI 醫療科技於醫療輔助、醫療影像、醫藥研發、健康管理及疾病風險預測等五大領域的落實應用，AI 人才需求除了技術頂端的前沿理論研究、終端的技術應用與技術轉化人才

外，更多的需求是落於醫療產業的工程應用人才。以醫學影像判讀為例，影像醫師的專業多專注於傳統醫療影像的技術，鮮少跨足於科學知識、數據處理及程式撰寫等能力的培養，此點無疑發展出 AI 醫療科技的人才需求，透過具備 AI 專業程式開發能力者的挹注，投入影像判讀人工智慧演算法、應用平台、表現介面的開發，整合人工智慧及醫療影像判讀臨床專業，以跨域整合方式帶動整體 AI 醫療產業的發展。

因此，在醫學這種需具備高度專業的產業中，當 AI 科技導入時，並非全然從有無到有發展出創新的工作，更多的是新科技與原市場技術的跨域整合，從而提升整理服務品質及核心競爭力。因此，產業如何與政府 AI 科技培訓人才計畫最最佳化的整合，將是未來的重要關鍵。根據經濟部生技產業白皮書所公布的資訊，我國生技產業對於人力需求約為 2,500 人至 3,400 人，由我國正規教育體系所培育的生命科學領域人力供給，大約可以滿足生技產業的基本需求，若是需要進行創新研發工作，目前學界相關科系所培育的人才仍與目前業界需求有落差。我國科技部有臺灣醫材的跨領域人才培訓計畫 - 「臺灣-史丹福醫療器材產品設計之人才培訓計畫」，派遣學員至多家創新醫材、跨國藥廠、生醫創投公司進行合作研習，研習項目包含數位醫療、醫療人工智慧、精準醫療、新藥研發、健康大數據分析等。此外，我國政府未來也積極推動人才規劃方向，強化產學交流機制與合作平台，用以消除產學之間的落差；推動在職培訓以及滾動式人才培訓模式，強化醫療器材產業、創新製藥以及生技跨領域之相關人才培訓；積極延攬海外專業人材，透過國際合作，提升我國發展智慧醫療產業的能量。

根據本研究對產業界專家意見調查結果，預估未來 5 年內專業工程師、軟體開發、統計專業、數學專業以及專案支援人才的人力需求將會高達 12%，而未來 5-10 年相關的人力需求將會有 10%。雖然我國已經有積極培養相關人才，但是供給速度仍無法跟上需求。

### 三、因應數位創新發展之醫療產業人才發展策略

因應如此遽變的產業變革，政府該如何由教育層面重新布置人才培植方向，厚植我國科技發展的人力資源，將是重要的課題。張建一（2018）指出在醫療產業當前所面臨的問題之一，便是因人口老化所衍生出來的醫療照護需求缺口。智慧醫療科技將是其解決當前問題的一帖良方，例如：發展 AI 醫療影像判讀提昇治療；提升各項感測器的準確度強化機器學習的數據資料庫之精確度，以提昇疾病預測模型的命中率；建構雲端資訊傳輸系統，透過常照輔具即時上傳高齡者的身體數值變化，以有效掌握高齡者的健康狀態與健康照護；將虛擬實境（VR）科技帶入社區健康介入策略，由預防醫學角度降低高齡者臥床及衰弱/失能的狀態等。透過智慧醫療的發展，讓國人擁有更好的生活品質，故醫療照護產業科技人才跨領域的培植，將顯得更加重要。

因此，在政府人才教育策略應著眼於兩個層次的人才培育，一為科技技術發展人才，例如 AI 人工智能技術、數學演算、程式撰寫、巨量數據分析、APP 開發等相關人才的培植，深化我國在資通訊科技發展的人力資源。二為商業模式中的科技行銷服務人才，讓新科技能廣為社會大眾所接受並加以應用，例如：各類自媒體的程式技術人員、外送食物平台的行銷管理人員、醫療資訊系統的行銷及維運人員等。然而在學校端的人才培訓，除應積

極深化原有的資訊科技人才培植外，跨領域的人才培植，讓各類領域的學生，在學習原有專業領域的同時，亦兼具數位科技的程式的基本學習能力，更是未來因應數位時代不可少的關鍵。

## 第四節 零售電商發展對產業人才需求之影響 與對策

### 一、零售電商與數位創新發展趨勢

數位化與人工智慧的時代已然揭開序幕，世界各國的傳統零售業者，都不約而同地收到輕重不一的各式數位化衝擊。就全球的零售業發展趨勢而言，有以下主要的趨勢：從通路面而言，近年的零售業者多選擇線上與線下的整合，加強消費者的購買體驗；從物流面而言，則是傾向減低倉儲成本、加速電商配送服務，甚至提供當日或隔日的快速配送服務；從事業面而言，則擴展多角化經營、使用數位化行銷，跨足不同的領域如廣告、醫療、服務等。

以全球最大電子商務市場的中國為例，根據阿里巴巴對「新零售」的策略定位，現今的零售已然走向「以消費者為中心的數據驅動的泛零售型態。」簡而言之，中國大陸的零售電商在數位創新時代的轉變，體現在重視用戶體驗，並結合大數據和雲端技術，提供智慧化和精準化的服務，減低人工與物流等成本，創造高頻、低成本、可複製的商業模式。根據深圳安化商會商學院的預測，零售的發展會朝更高效率、更低成本、更可靠品質、更良好體驗等邁進，並且提高供應鏈能力、及結合社交電商模式。其指出數據分析在零售發展的重要用途，除了對消費者進行人群標籤，以達到精準定位、精準行銷；亦可優化產品補貨與銷售，搭配實體店面的空間佈局與消費場景，極大化商品空間組合的吸引力。

零售電商業者通常掌握四大類數據，包含營運數據（流量、客單價、轉換率等）、用戶數據、活動數據（折扣、促銷等）、服務數據（退貨率及追蹤原因等）等。其中擁有用戶數據後，零售電商業者可使用 NAPL 分析模型，分析會員的活躍程度，以回購率、間隔時間、購買週期等資訊，強化精準行銷、提升用戶的活躍率（參見圖 4-10）。



圖 4-10 零售電商之客戶分析

除了中國之外，德勤（Deloitte）亦預測：目前電商市場正以每年 27% 的速度高速增長的印度，將在 2021 年有 840 億美金的電子商務市場。此外，以色列、沙烏地阿拉伯、越南、阿拉伯聯合大公國、哥倫比亞、菲律賓、墨西哥、印尼等國家，皆在電子商務領域高速成長。其中以印尼為例，它是全球增長最快的電商市場，成長率高達 78%。該國人口為全球第四大國，且網路普及，消費習慣多以信用卡、電子錢包、銀行轉帳等方式，現金支付不到 15%，是零售電商前景看好的國家。

零售電商在數位創新時代的發展趨勢，根據資策會（MIC）的分析，以人工智慧（AI）為例，零售業者可將之導入行銷層面，

推動 AI 語音購物、AI 影像識別行銷；亦可在實體門市的場景中加以應用，發展 AI 影像識別結帳；或者使用於服務優化，提供 AI 語音服務等業務；亦能將之用於決策端，以 AI 產品推薦、AI 選址等方式，以數據驅動為出發，強化決策品質。除了人工智慧的引入以外，透過 RFID、機械手臂等技術，零售業者企圖減低營運上的人力成本，甚至往無人商店的營運模式邁進，這也是零售電商的另外一項主流趨勢。

總結零售電商因應數位化的轉型，主要發展出線上與線下整合、將實體店面與電商平台融合升級的商業模式，透過巨量資料的大數據分析與精準定位以強化用戶體驗、增加效率；並和網際網路、雲端運算、物聯網（IoT）、大數據和人工智慧等科技結合，不斷優化、迭代服務與決策品質，並降低營運成本。

整體來說，零售產業的發展令人期待，更有專家預測它將帶動下一個產業革命，將走上一條不斷成長與創新的道路。2018 年美國的零售業成長率約為 4.6%，而在中國大陸的社會消費品零售則成長 9%。美國零售聯合會（National Retail Federation）預估美國 2019 年的零售業成長率維持在 3.3% 到 4.4% 之間。而麥肯錫等公司的深入研究也指出，世上不少開發中國家正將零售電商視為擺脫貧困的經濟手段，例如印尼的零售店商產業正逐漸成為該國經濟生活的重心。

## 二、零售電商之數位化對我國產業發展的影響

根據我國行業標準分類，所謂零售業是指從事透過商店、攤販或其他非店面如網際網路等向家庭或民眾銷售全新和中古的有形商品之產業。而財政部在 2018 年的統計數據顯示，我國零

售業有 363,477 家，比起 2017 年的同期數據，成長共 195 家且增加了 1,671 億元的銷售額。

在資訊網路發達的當代，我國零售產業雖仍以實體店面為主，但數位化與多角化經營例如透過網際網路、郵購、逐戶拜訪、自動販賣機等形式，也成為快速發展的交易模式。在 2017 年的資料統計上，非店面零售業已達 17,639 家，銷售額更達 1,020 億元。再看 2018 年的資料，最大宗的雖然是經營電視購物、電台購物、網路購物等拍賣業者，共 16,595 家；但因應新時代趨勢產生的自動販賣機零售商品業者，則成長最為快速，達到 538 家、4 億元營售額，成長率乃 21.47%。

2017 年我國政府即以推動零售業現代化與科技化為主，推出一系列因應零售電商數位化的輔導策略例如提升電子商務兆元計畫、網路購物產業價值升級與環境建構計畫、社群商務分享推動發展計畫等，並實際協助零售業者建構全通路服務與滿足消費者體驗需求的智慧零售應用新環境，及提升跨境電子商務平台的行銷與銷售力。

目前零售業在我國的發展趨勢，實體零售店面除了以數位化、電子商務平台等方式來整合商流與物流，例如 DHL、宅急便、宅配通等商業模式外；亦跨足數位金融與科技的金流和資訊流，例如 ATM 提款機、ibon、icash 等智慧生活的實踐。至於非實體店面的部分，如電視購物和網路購物等家數，年增加約 3,000 家以上，顛覆了零售的銷售模式與商業邏輯，更挑戰傳統的實體業者。

隨著工業 4.0 與人工智慧科技的時代來臨，零售業的發展正呈現兩極化的走勢。首先，既有的零售業者導入智慧科技、引入最新技術，原本的數位科技業者則挾帶科技優勢轉進零售產業，

兩者皆旨在提升消費者的購物體驗。舉例而言，物聯網（IoT）、人工智慧（AI）、擴增及虛擬實境（AR 和 VR）、機器人的商業化使用、區塊鏈技術的應用，結合智慧型手機在消費者族群的普及化，都帶給消費者更新穎且良好的購買體驗，強化了零售價值鏈。與此同時，零售業者透過對於消費者的資訊掌握與蒐集，包含消費者個人資訊、消費習慣、購買金額等訊息，亦能據此提供更精準的行銷與銷貨，以更為契合每位消費者的個別需求，並加強顧客依存度。由此可見，這部分的零售電商業者的競爭更為激烈。

然而另一方面，我國亦有另一個極端的趨勢。部分零售業者由於規模不大，沒有相應的財力、物力、人力，未能投入資金與人才跟上資訊科技時代的浪潮，而維持傳統既有的方式，努力在夾縫中求取生存。無論是商品零售業、食品飲料及菸草製品零售業、文教育樂用品零售業、建材零售業等，都面臨這種兩極化發展的趨勢。由於我國零售業者眾多，部分廠商有力升級轉型，亦有部分廠商面對巨大衝擊挑戰，尤其是具有在地特色的傳統商圈。

### 三、數位化零售電商對我國產業人才需求之影響

2017 年的零售業從業人員 124 萬人中，69.5 萬人為女性，男性則有 54.7 萬人。值得注意的是，投入零售的女性高居國內各行業的人數之首，且投入零售電商產業的人員，主要以 25 至 29 歲為大宗，並隨著年齡的增加而人數遞減。至於學歷背景的分布，投入零售電商者多以高職和大專院校畢業生為主。傳統來說，零售業的工作時數較長，每月平均約 166.9 小時，高於整體服務業的平均工時 166.1 小時。而零售業的員工進入率與退出率，則分別為 2.86% 和 2.68%。

簡而言之，零售產業的人力需求現況，目前從業人員已高達百萬人以上，並且是女性較為集中的產業，其薪資待遇在服務業當中屬於中等水準，惟工時稍長於服務業平均，且進入率與退出率較高。

而在數位化轉型之後，依據前述零售電商的發展趨勢可知：相較傳統的零售模式而言，會有更多大數據分析、研發工程師、RFID、數位行銷與精準行銷等人力需求的增加，而在大趨勢下傳統的櫃台人員、店員、物流勞務人員，則需求會日漸下降。以下將分析數位化零售電商，對於我國產業人才需求之具體、細部影響。

零售電商在數位化轉型的四大模式如下：

- (1) 運用物聯網產品以及新興消費者管理系統所取得的巨量資料，透過大數據分析處理後，主動發掘消費者的行為模式、商品需求細節與潛在加值商機；
- (2) 透過行動支付與行銷工具，將零售業的線上與線下區隔模糊化，成為整體的消費生態體系；
- (3) 將電商零售與倉儲管理、物流管理、貨物運送等產業結合，達到將低庫存成本的目標；
- (4) 透過人工智慧技術，強化顧客服務並優化消費者體驗，以提升顧客的忠誠度與回購率。

綜上所述，當零售電商業者數位化轉型時，必然朝著虛實整合的O2O模式，透過線上社群網站與電商平台收集消費者資料，和零售據點所設置的物聯網產品和感測器以取得用戶數據，經過

資料處理分析後以提升消費流暢度、降低倉儲成本。由此可見，大數據分析在一其中扮演不可或缺的角色。

落實到人力需求端的影響，這項轉變與衝擊會體現在以下場域：零售第一線人員的既有技能例如溝通表達力、人際相處能力等依然重要，但在各項智能化、以數據為基礎的科技協助下，數據分析與解讀能力、消費者行為分析能力、客群分析能力、數位廣告精準投放能力、社群媒體操作運營能力，會是非技術背景的零售銷售人員也需要配備的技能。

此外，隨著線上的數位足跡與物聯網產品的普及布建，大數據的累積也使專業的大數據分析師炙手可熱。對零售電商產業來說，其需要的大數據人才需要擁有對用戶與產品的資料擷取、管理、處理、並運用分析方式整合資訊，協助優化決策與營運流程。因此，具備資料融合（Data Fusion）、資料篩選、交叉分析、統計軟體操作技能、資料庫管理、資料視覺化等能力的大數據分析與精準定位人才，包含產品組合行銷與用戶個人化推薦系統的職能，會在零售電商業成為人力需求的重大指標。與零售電商數位化、數據化相關的人才需求，亦包含智慧化的物流管控人員，對於庫存管理、系統維護與控制、評估商品市場發展趨勢與買氣的能力，都需要具備，這也是和傳統零售業的物流人員所不同的。

而在零售電商的廣告、行銷與市場研究方面，由於服務範疇與內容的多元化、消費者消費型態的轉變、數位化發展的資料蒐集等原因，數據分析技能依然是此處重要的人力需求。與前述策略性的大數據人才稍有不同但相輔相成的是，擁有數位化行銷能力、網路社群經營能力、媒體輿情與數據蒐集和分析能力、流量資料解讀分析能力的人才，會是零售電商數位化後的新形態行銷

人才需求。簡而言之，由於零售電商數位化的發展就是日益滿足不同族群消費者的客製化需求與服務，因此以資料數據出發的市場研究、趨勢分析、用戶資料分析等能力成為行銷人力需求的必備技能。能夠蒐集並分析市場資訊，定位產品的潛在市場客群或目標群體，這樣的大數據分析型行銷人才，相比於精通傳統行銷理論的人，更是零售電商的主力營銷人才需求。

前述型態的行銷模式若要順利進行，則消費者資料庫架構格外重要，尤其在大數據與物聯網造成資料量激增的數位化轉型時代更是如此。消費者資料庫架構人才的需求，主要係指能夠設計數據模型和數據庫、有軟體開發設計能力、資料庫管理統合能力的人才。此外，零售電商不可或缺且與其他產業有根本區別的，即為對於電腦系統設計人才的高度仰賴。零售電商產業在本質上需要電腦系統的運作，故開發電子商務網站系統、系統評估、導入、建置、維護等技術人員，仍然有其人力需求。這樣的人才也需具備建立、使用資料庫，進行系統流程改進迭代、優化客戶管理系統等能力。

至於因應數位化轉型後，零售電商產業的消費場景轉變，而新產生的人力需求尚有零售場域規劃人員、人機互動介面設計人員、零售店面智慧化的系統設計與開發工程師、物聯網應用企劃人員等。零售場域規劃人員主要負責使消費場景的設計，符合消費者體驗最佳化的指導原則以及人因工程需求，因此其需要具備改善視覺陳列、跨領域溝通等技能。人機互動介面設計人員，乃因應零售產業人機互動介面的趨勢強化、普及化的影響，主責發展具架構延展性的人機介面，以提升消費者用戶體驗。零售店面智慧化的系統設計與開發工程師，主要負責將各項物聯網設備與零售店面的場域結合，並連結消費資料數據庫，因此需要影像識

別 AI、貨架感測系統等設計能力。物聯網應用企劃人員，需針對消費者需求，提供適合的 IoT 產品，需擁有應用層雲端平台、中介軟體評估、RFID、以即將物聯網系統導入風險評估的能力。

以上為零售電商數位化發展後對於人才需求的影響，以下則擬將闡述我國因應該趨勢，所能採取的產業人才發展策略之建議。

#### 四、因應零售電商數位化發展的我國產業人才發展策略

市調機構 E-Marketer 的調查顯示，2023 年全球電商交易金額將會多達 6.5 兆美元（約新台幣 200 兆元），其中線上交易的比例，則會佔整體零售業比重的 22%，比 2018 年成長 10%。單就我國方面，根據經濟部資料，2018 年台灣零售業營業額逼近 4.5 兆台幣，其中線上電商交易額僅佔 6.4%，顯示臺灣零售業者仍高度依賴實體通路經營。兼且回顧前述零售業者在我國經營無人商店的案例，可見短期內有店員服務的實體店面仍會是主要經營通路，臺灣消費者亦已習慣此種消費模式。

基於以上內容可了解到，臺灣的零售電商產業導入數位化科技之後，並不會大規模系統性地造成大量長期性失業人口，但不排除能力無法跟上數位化轉型的勞動者失業；是以現有的零售產業人才如何轉型，對於個人、企業、政府都仍是重要課題，不容忽視。

綜上所述，零售電商的數位變革極其複雜，涉及線上與線下整合、大數據、物聯網、人工智慧等技術；故除了加強這些相關領域的人才之外，傳統上並非零售產業重點人才的系統開發、軟體開發、統計專家等，亦是該產業未來的重要人力資源。另外，有能力完成客流分析、進銷存動態管理、電子標籤變價、數位電

子看板及互動廣告機內容更新，並且全面串連商家服務與消費者體驗的商務管理人才，亦會是零售產業亟需的人力。

而在行銷面，傳統行銷人力需培養數位化技能，擁有同時彙整分析線上與線下消費者行為資訊、掌握完整消費者輪廓，進而搭配 NAPL 模型，做到吸引新客和保留舊客的精準行銷，以達到最佳化及客製化用戶體驗，將會是零售產業的行銷人力需求。



## 第五章 2030 年臺灣人力需求推估

本章節主要以現行國家發展委員會所採用的人力需求推估模型為基礎，另搭配可計算一般均衡模型（Computable General Equilibrium Model, CGE Model），透過對未來產業圖像的描繪，設計在 2019~2030 年產業圖像下的政策情境，模擬我國未來的總體經濟與產業發展狀況，並依據所模擬的結果，導入我國人力需求推估模型，進而完成未來 2019~2030 年我國人力需求推估。

本章第一節首先說明國內現行人力需求推估模型的推估模式與推估步驟，並說明所搭配之 CGE 模型的方式與理論依據；第二節則依據我國未來產業圖像來設計 2019~2030 年之政策情境，並導入可計算一般均衡模型，動態模擬未來經濟與產業發展狀況，第三節則是根據第二節之模擬結果，導入我國未來人力需求模型推估 2019~2030 年我國人力需求。

## 第一節 人力需求推估模型

### 一、我國人力需求推估模型推估架構

本計畫所採取之人力供需推估模型，乃承襲自國家發展委員會 2006 年所建立我國整體產業人力推估模型，並搭配 CGE 總體數量分析模型，透過對未來產業圖像的描繪設計未來我國經濟發展之政策情境，將政策情境導入 CGE 模型進行長期動態模擬，並將所模擬的結果導入人力需求模型，並對該模型所採用的總體參數進行預測修正，以期能合理化推估我國未來 2019~2030 年人力需求。

目前，國發會所採用的人力推估模型模型，原則上每年擬定總體經濟與勞動市場之各項目標而進行整體人力需求推估。有關國發會所採用之模型，對於 2019~2030 年人力需求的推估，主要進行步驟，如圖 5-1 所示，推估步驟簡述如下：

#### 1. 總體經濟參數預測

有關總體經濟參數預測部分，其設計的步驟如下：

- (1)首先採用 IHS Markit 所公布之對我國未來 2019~2030 年經濟成長率之預測值，並據以推估未來我國未來國內生產毛額。
- (2)依據過去附加價值率，在未來科技與產業發展下設定 2019~2030 年整體市場之附加價值率的成長趨勢，並據以推算未來 2019~2030 年我國之整體市場產值的變化。

(3)依據過去我國各業產業結構，配合我國產業發展政策與科技發展趨勢，對重要發展產業之成長設以假定後，推算我國各產業未來的結構並據以計算各產業之產值。

## 2.人力需求預測

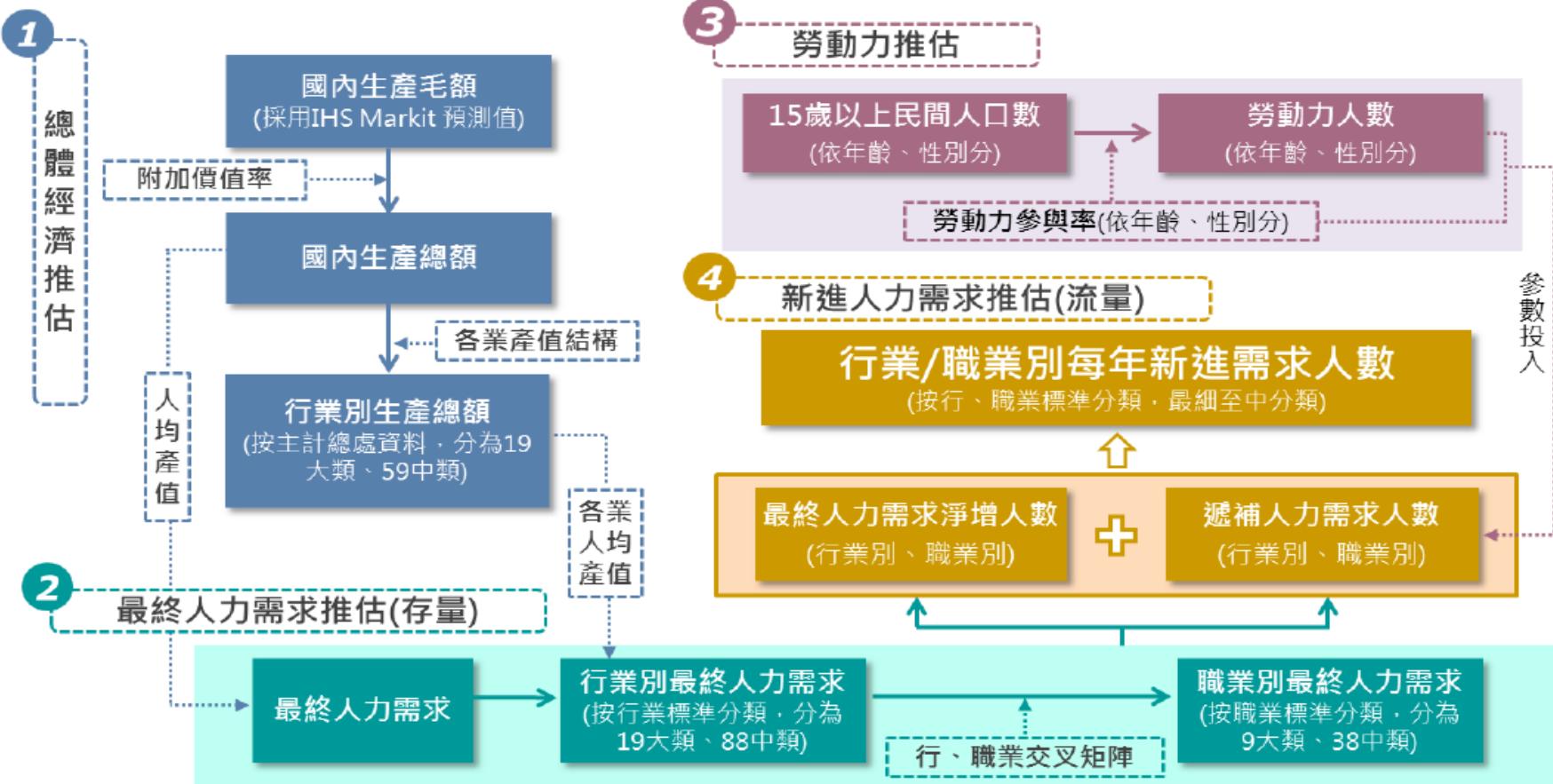
針對國內人力需求之預測部分，由於推估目的在於除了整體就業狀況外，亦細分至行業別與職業別的人力預測，故在整體勞動力之基礎下，須分別針對總就業人數、各行業就業人數、各行業中各職業分配與教育程度分配等要項來進行推估。

(1)總人力需求：現行模型所估算出的人力需求，係在維持某一經濟成長與發展的假設下，所需的人力投入，並彙總各行業就業人數得之。

(2)人力需求之行業分配：參考過去各行業人均產值趨勢及科技與產業的發展，推估未來人均產值的變動，並配合各行業未來產值，得出各行業人力需求及其結構。

(3)人力需求之職業分配：利用過去勞動相關資料求得各行業中職業結構的變動趨勢，推估各職業在各行業中的占比，再輔以各行業人數加總後，得到該年各職業別之就業人數。

(4)人力需求之教育程度分配：利用各職業別就業之教育程度結構之變動趨勢，推算各級教育程度人力在各類職業類別就業之占比，再以各職業別之就業人數乘之加總而得。



資料來源：國家發展委員會（2019）

圖 5-1 人力需求模型推估步驟

## 二、現行人力需求推估模型的限制

### (一) 國內生產毛額預測

人力需求模型對未來國內生產毛額的預測，取決於對未來（2019-2030 年）之經濟成長率的預測，目前國內研究機構中，尚無對我國未來經濟成長率進行中、長期的預測，因此多選擇採用國外研究機構的中、長期經濟成長率預測（如 IHS Markit 的 Global Insight）。

然而，通常國外的研究機構對我國未來經濟成長率的預測過程，並未考量我國數位發展之科技與技術應用，以及未來國家政策加持的可能性。故而是否能夠完整地體現我國未來經濟發展仍存有疑慮。

### (二) 國內生產總額與各行業生產總額推估

人力需求推估模型對國內生產總額與各行業生產總額的推估方式，係以國外的經驗，推估未來數位化科技與技術應用下附加價值率的變動，據以推估我國未來國內整體生產總額，並以未來經濟發展的設想之下，推估 2019~2030 年國內各行業的生產總額。

然而，若以國外的發展經驗，設定單一（全體產業）附加價值率來推估未來國內整體生產總額，再進而推估各行業別的生產總額的此種推估方式，較難以呈現數位科技發展對各行業的附加價值率的影響，且由於各行業之間存在關聯性，故而以上述方式所推估的各行業生產總額也較難以呈現未來的產業結構轉變。

### (三) 各行業最終人力需求推估

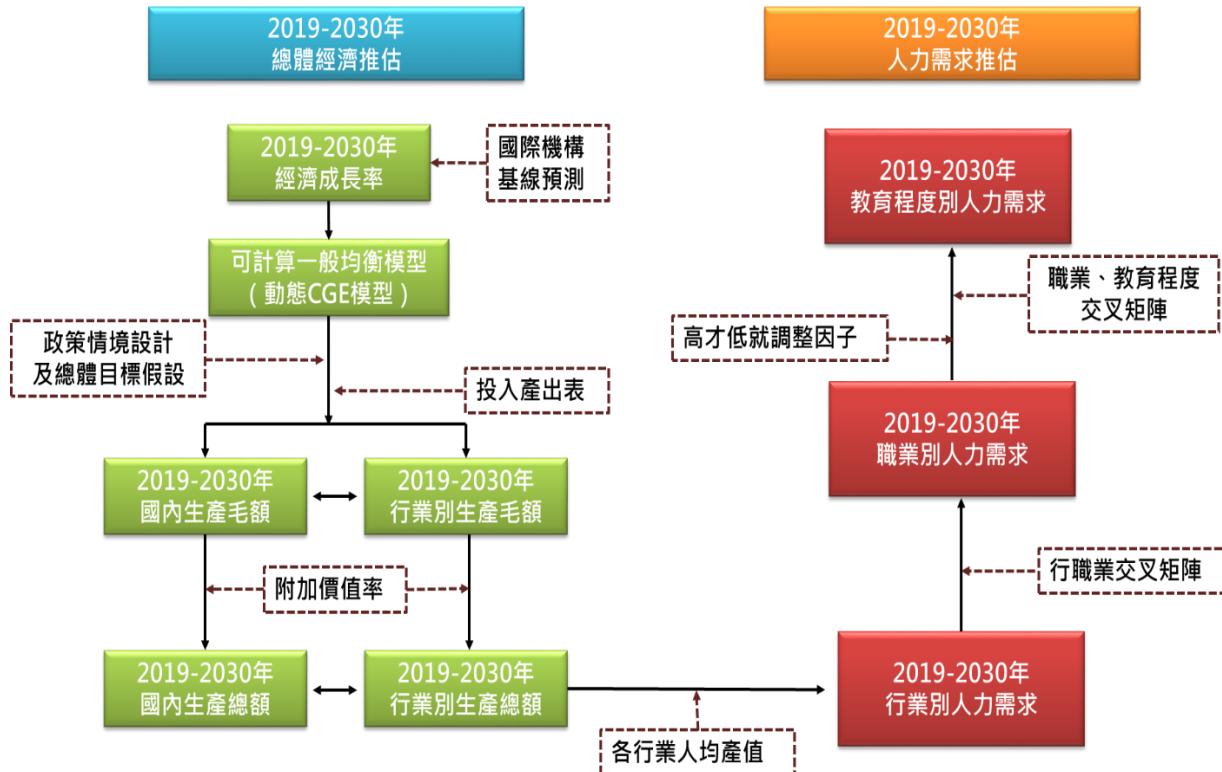
人力需求推估模型的意義，係在未來各行業之產值目標下，若欲達成達到產值目標時，依各行業人均產值的變動趨勢，設算各行業所需之人力數值。因此，各行業之最終人力需求乃取決於未來（2019-2030 年）各行業人均產值的變化趨勢。

過去對於人均產值的變動趨勢，乃根據國際經驗，設定各行業人均產值的變動趨勢，但由於數位化科技與技術的應用，對於不同行業別之人均產值的影響不一，且國際經驗與我國未來的數位化發展亦未必相同，因此較合理的方式應將我國的經濟與產業結構納入考量，推估未來各行業人均產值的變動趨勢。

### (四) 教育程度別人力需求推估

人力需求推估模型對教育程度別人力需求的推估方式，係以過去歷史經驗，推估未來在數位化發展下教育程度別之人力需求，然由於實際勞動市場中存在「高才低就」的現象，亦即勞動市場中對於教育程度別的人力需求與供給間存在失衡的狀況，若以失衡的歷史經驗來推估未來教育程度別的人力需求，可能使勞動供需失衡的現象進一步擴大。

由於現行的人力需求推估模型存在上述的諸項限制，因此本計畫嘗試以目前的人力需求推估模型為基礎，納入動態可計算一般均衡模型為輔，首先描繪在數位科技與技術發展下我國未來（2019-2030 年）產業圖像，並據以設計 2019-2030 年政策情境，模擬未來我國經濟與產業發展，再將模擬結果導入人力需求推估模型，推估 2019-2030 年臺灣人力需求，本計畫對未來人力需求之推估架構如圖 5-2 所示。



資料來源：本計畫整理繪制。

圖 5-2 人力需求推估架構

### 三、可計算一般均衡模型的導入

本計畫所建立之人力需求推估架構，係在原有的人力需求推估模型中導入動態可計算一般均衡模型，以模擬未來數位化科技與技術應用發展下的總體經濟狀況。其中可計算一般均衡模型（Computable General Equilibrium, CGE）是一種近年來最新發展的經濟模型。在過去的十年內，CGE 模型的應用在全世界各國的發展十分迅速。

#### （一）CGE 模型基本概述

為有效進行未來 2019~2030 年臺灣之人力需求，本計畫乃承襲國發會現行採用之人力需求推估模型，並配合可計算一般均衡模型 (computable general equilibrium, CGE, model) 模型，設定未來

國家發展之政策情境，並模擬未來我國總體經濟與勞動市場的變化。

以此方式推估的總體經濟參數，除了可以考量未來我國總體經濟目標、產業發展政策與數位化及智慧化科技發展趨勢外，透過產業關聯表之交叉影響，亦涵蓋產業之間的關聯性，可合理推未來的產業結構變化以及政策情境下的物價指數波動。

事實上傳統 CGE 模型為一純粹的數量模型，其優點是透過數量與價格間的互動調整可決定各部門間最適資源配置，易將政策工具納入模型中進行模擬政策改變後對經濟社會之衝擊，且兼顧外部衝擊對總體經濟及經濟體內各部門的影響，適用在重視市場機能運作之小型開放經濟體。而一般計量模型，可以分析變數間作用的全面性影響，並以數字大小顯示變數影響的幅度，並同揭示多個變數間的相互聯繫，可提供有效的預測結構，更適合以動態預測在未來產業圖像下所設計之政策情境的政策效果。

大多數使用一般均衡模型進行政策模擬的經濟學家們普遍認為，各種經濟政策的施行，可能會產生某些重要的一般均衡影響效果，因此近年來，許多實證經濟學家們不斷改進此經濟模擬的模型，例如在一般均衡模型中導入數學計量模型，以使其得已更有利於分析各種經濟政策的潛在影響。

## （二）CGE 模型理論架構

CGE 模型是近年新興的一種投入產出經濟的量化方法。透過 CGE 模型的各種參數以及資料庫，可以模擬政策的改變對本國一些特定產業或地區所帶來的影響。本研究所採用的一般均衡模型是根據 ORANIG-RD( ORANIG-Recursive Dynamic, ORANIG

動態遞迴模型)改寫建構而成，並參考澳洲 Victoria 大學的動態 CGE 模型(見 Dixon and Rimmer (2002))加以修改。其特點為一個動態的單國一般均衡模型，藉著資本累積方程式作為主要的動態機制。由於 ORANIG-RD 模型較為精簡，因此適合作為動態 CGE 模型之發展平台。

基本上，CGE 模型所描述的是經濟成員在追求各自目標最佳化的過程中經濟體達到一般均衡的情況。簡單的說，就是兩個以上的市場同時達到各自的均衡解。在這種情況下，財貨、勞務、資本及外匯市場同時達到供需均衡。由於模型強調各市場在均衡中的最適化(例如，消費者滿足最大效用，生產者達到最大利潤等目標)，故 CGE 模型提供了一個強有力的政策分析工具用來檢視經濟體系內一部門的波動對其他部門的影響。

CGE 模型的特色在於包含了總體與個體經濟之種種資訊，例如總體變數中的國民所得、工業總產出、平均物價水準、總就業人口、總投資及經濟體總進出口等，又如個體變數中的個別產業產值、各種商品價格、個別產業就業、個別產業投資，及各種商品的進出口等，均能完整地包含在模型的架構中。此外，政府的各種政策工具，也可以在模型中進行模擬。例如，能源稅、環境稅、對外貿易的進口關稅、進口配額、出口補貼及其他非關稅性貿易障礙以及投資等政策，均可轉換成經濟變數而融入模型中。

CGE 模型係以包含產業關聯表的社會會計矩陣為基本架構，並結合國民所得帳及國際收支帳的一般均衡模型，可用來探討公共財政、國際貿易政策、區域經濟、投資政策以及各種經濟發展政策(如產業結構變化等)等經濟課題。

「一般均衡」的觀念最早來自 1950 年代的 Kenneth Arrow(1954), Gerard Debreu(1959) 和其他學者，將抽象的 Walrasian 一般均衡觀念轉化成一個實證的經濟模型；自此，經濟學者在列舉清楚供給面和需求面的假設及方程式後，再加上現實面的經濟資料，即可用數量方法來求解各種不同的經濟政策效果<sup>5</sup>。

簡單的說，一般均衡模型可視為在一個經濟體系中有 N 個商品市場，而每一個商品市場在均衡體系中都能達到最適化。舉例而言，在需求面，消費者在預算限制下求效用函數的最大化；在生產面，生產者在既定的生產技術條件下，追求成本函數最小化。當一般均衡發生時，市場價格將自動滿足供需平衡的條件，那就是所有的商品都供需相等，以及在固定規模報酬的假設前提下，每一個產業都滿足零利潤的假設。有關進一步的數學模型可以參考 Shoven and Whalley (1992), Dixon, Parmenter, Powell and Wilcoxen(1992)。

CGE 模型對於投入與產出做了弱可分性(weak separability)之假設，並將生產、投資與消費行為皆作巢式結構之設定。以下將分別對 CGE 模型之生產部門、投資部門以及家計部門之行為模式進行說明。

### 1. 生產結構

圖 5-3 顯示 CGE 模型之生產模式結構，樹狀圖由下而上表示廠商進行生產活動時的要素投入。生產時直接投入的生產要素包括勞動、資本（包括固定資本消耗及盈餘）與土地投入，並包括區域內生產以及進口的各項中間投入，而生

---

<sup>5</sup> 本計畫採用澳洲 Victoria 大學所開發之 GEMPACK 軟體進行政策情境模擬，詳細操作請參閱 Harrison and Pearson (1996)。

產要素投入經過 CES (constant elasticity substitution) 方程組計算後，成為廠商的要素組合之一。CES 生產函數表示不同種類的生產要素可以以固定替代彈性的形式互相替代，例如廠商若增加資本的投入，則可以減少勞動的投入。CES 生產函數之形式如同式(1)所示，透過 CES 生產函數計算得到生產要素投入之最佳組合。

$$Y = A \left[ \sum_{i=1}^n \delta_i X_i^{-\rho} \right]^{-1/\rho} \quad (1)$$

其中，Y 為廠商產出； $X_1, \dots, X_n$  為投入要素；A、 $\delta$  和  $\rho$  為參數值，並且滿足  $\sum_{i=1}^n \delta_i = 1$  的條件。廠商的生產成本包括直接投入的生產要素成本（如原始投入的土地、資本與勞動）及商品製造過程中購買其他行業商品進行加工或使用這些商品，或稱之為中間投入，其中包括由國內生產者購入或進口外國生產的商品。

廠商生產過程之中間投入成本同樣經由 CES 生產函數(1)式進行計算後，再匯入生產要素成本與其他生產過程中之必要開支，成為廠商生產過程的總成本。

在廠商的生產過程中，乃假設廠商以追求成本極小為目的而進行對原始投入與中間投入的選擇，透過原始投資與中間投入的價值矩陣，導入 CGE 模型中計算。本研究所區分之主要產業，乃以行政院主計總處於 105 年公佈之產業關聯表之 63 種主要產業；另各產業生產之商品由主計處公佈之產業關聯表之 63 項產品。因此，本研究的中間投入共計 63 種行業與 63 項商品。

在 CGE 模型中，假設原始投入彼此之間是可分的 (separable)，並且使用 CES 生產函數對各項要素投入進行加總，得到總合原始投入 (aggregate primary input)。另使用

相同的 CES 生產函數對區域內生產與進口的中間投入進行加總，得到總合中間投入（aggregate intermediate input）。

從下方樹狀圖的最上層來看，CGE 模型乃假設總合原始投入與總合中間投入之間無替代性，並使用 Leontief 生產函數對原始投入與中間投入兩者進行加總，得到該產業最終的生產量。Leontief 生產函數的函數形式如下所示：

$$\bar{Y} = C \times \text{Min}[B_1, \dots, B_n] \quad (2)$$

其中， $\bar{Y}$  為投入面總產出， $B_1, \dots, B_n$  為各投入面總合，包含總合中間投入和總合原始投入，C 為一參數值，其設定值介於 0~1 之間。

再由生產供給面來看，即樹狀圖之上方層面，主要透過兩層 CET (constant elasticity of transformation) 生產函數，對於所供給的產品（包括國內市場商品與進口市場商品）進行加總，亦可以得到該產業之最終生產量。CET 的函數形式如下所示：

$$Q = B \left[ \sum_{i=1}^G \gamma_i Y_i^{-\rho} \right]^{-1/\rho} \quad (3)$$

其中，Q 為供給面產出； $Y_1, \dots, Y_G$  為各商品來源之產出水準；B、 $\gamma$  和  $\rho$  為參數值，並且滿足  $\sum_{i=1}^G \gamma_i = 1$ 。

在傳統 CGE 模型中，在供給面以及需求面之架構下，假設勞動報酬對於所有勞工皆具有相同效果，即原始投入加總下僅有一個「勞動報酬」。

然而，從實際勞動市場來看，勞動報酬對所有勞工之效果不盡相同，特別是就本研究而言，年金制度改革對於不同職類別之勞工來說並非效果相同。因此，本研究所採用的

CGE 模型將藉由事先估計出的份額差異，將總合原始投入下的勞動報酬，區分為不同技術別勞工<sup>6</sup>（如圖 5-3）。

在 CGE 模型中，初級要素（如勞動、資本與土地），為企業生產之所需，故而透過 CES 加以設定其生產函數，但因為政策情境對不同技術別與不同職類別的勞工，其衝擊效果亦有所不同，故而在勞動之生產要素下，依據其所占之份額，分別拆解出不同技術別與不同職類別的勞工，再依據 CES 函數設定企業運用勞工的方式。

---

<sup>6</sup> 除區分為技術性與非技術性勞工之外，本研究亦區分不同職業別勞工加以拆解，其模擬結果亦大致相符。

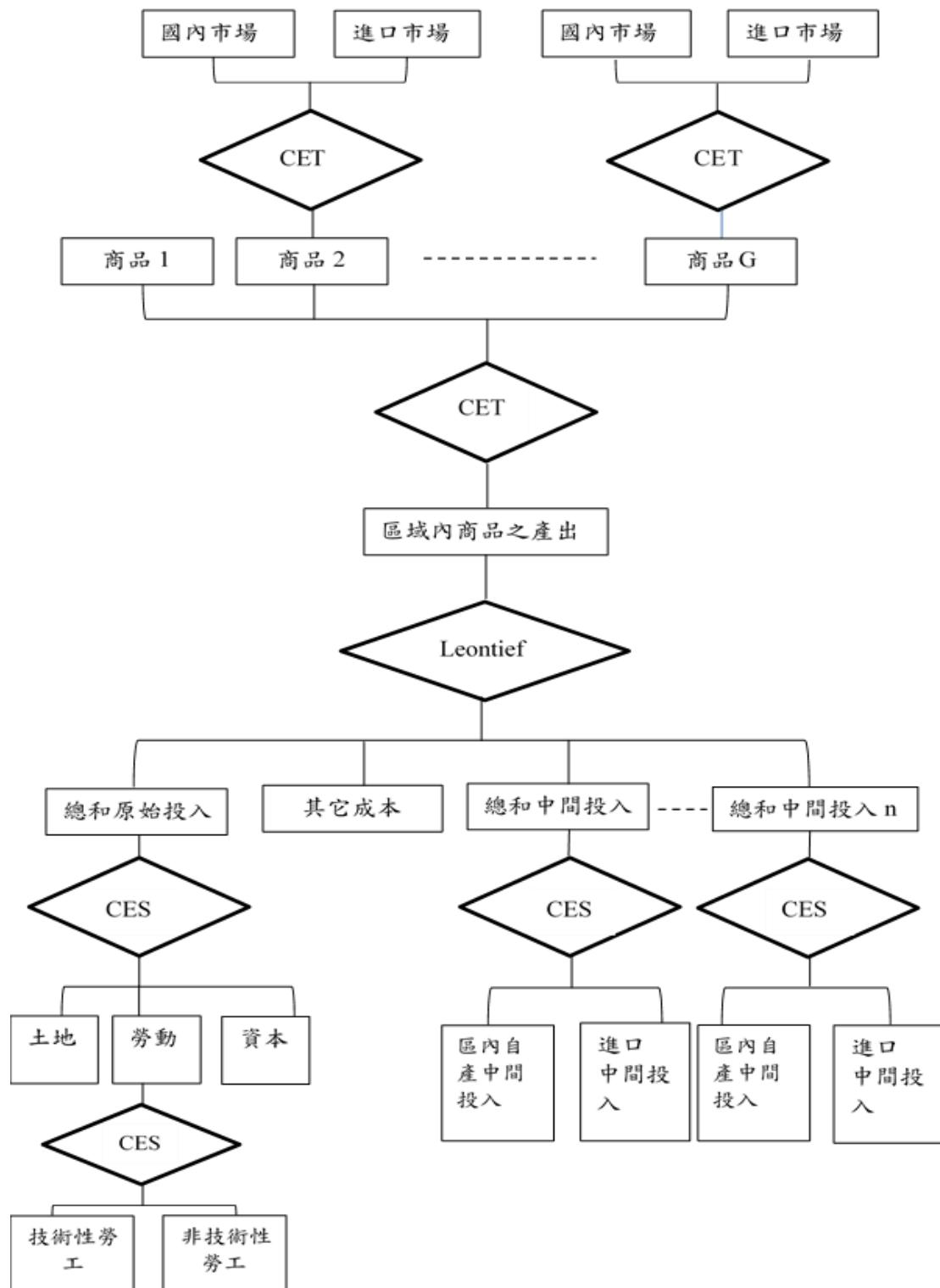


圖 5-3 CGE 模型的生產結構

## 2. 投資結構

如圖 5-4 所示，CGE 模型中假設，各產業之資本財（資本形成），將因其生產函數而有所限制，而在此限制之下，各產業追求其固定資本形成之成本的極小化。其中，資本財之生產主要是來自於國內自產與國外進口之中間產品作為投入，並以 CES 生產函數（1）式進行加總。最後，將各種不同的資本財透過 Leontief 生產函數進行加總，即為產業之總合資本財數量。在 CGE 模型，即透過投資結構與生產部門相連結，體現當政策情境產生時所造成之生產部門的投資影響。

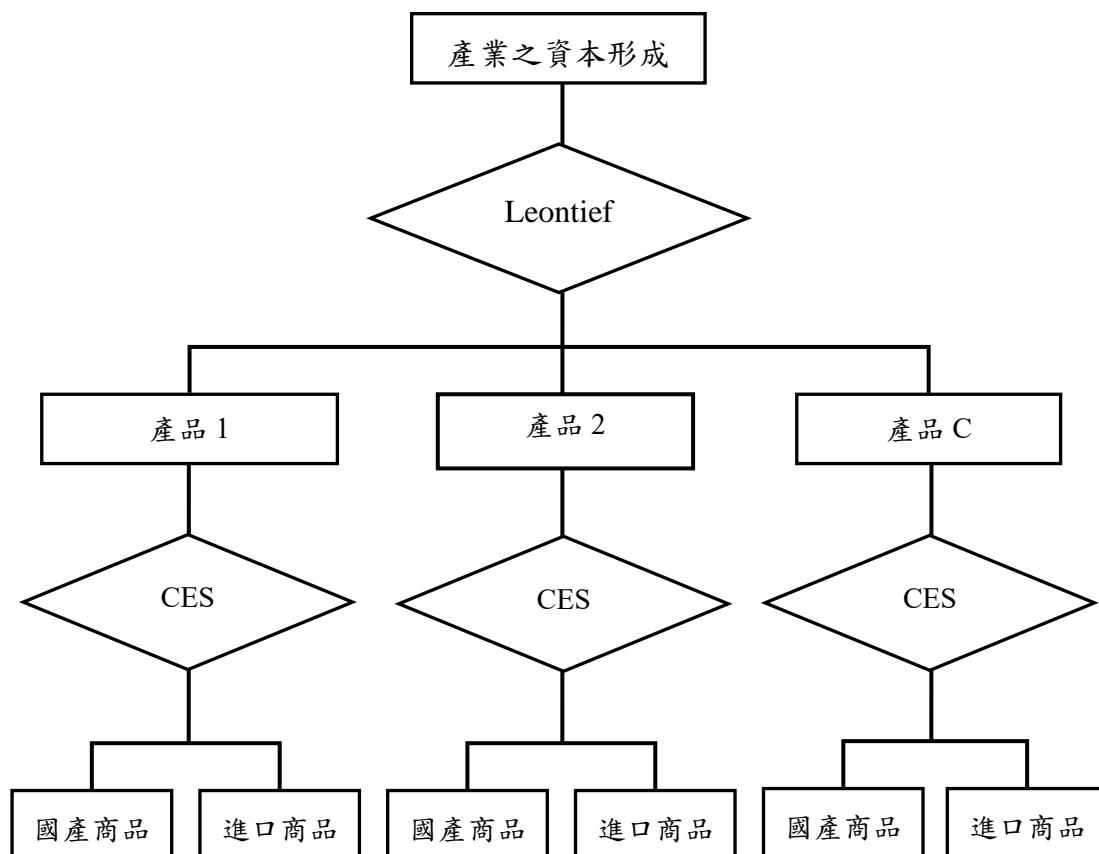


圖 5-4 CGE 模型的資本形成結構

### 3. 家計消費結構

一般均衡模型在家計單位需求的設計上上著重效用分析。如圖 5-5 所示，在家戶消費上，CGE 模型採用 Klein-Rubin (1947-1948) 效用函數作為消費函數，函數如下所示：

$$U(Z_1, \dots, Z_C) = \sum_{i=1}^C S_i^{Lux} \ln (Z_i - Z_i^{Sub}) \quad (4)$$

其中， $Z_i$  為消費者對  $i$  商品的總需求， $Z_i^{Sub}$  為視  $i$  商品為必需品的消費者需求； $Z_i - Z_i^{Sub}$  則為視  $i$  商品為奢侈品的消費者需求，在家計單位的消費結構中，假定消費者支用於產品（含必需品與奢侈品）的總消費支出，會隨著家戶單位的所得增減而變動； $S_i^{Lux}$  為視  $i$  商品為奢侈品的消費者需求，占總奢侈品需求的比例。然而，家戶單位對於各商品擁有的份額比例，決定於家戶單位的所得和商品的相對價格，藉此影響消費者效用函數大小。

將區域內各商品別的家戶消費加總成為區域內家戶總消費。而各項消費之商品，各來自於國內自產以及國外各區域之進口，若將國內自行生產與國外進口之商品以 CES 函數進行加總，即為各項商品之總消費。

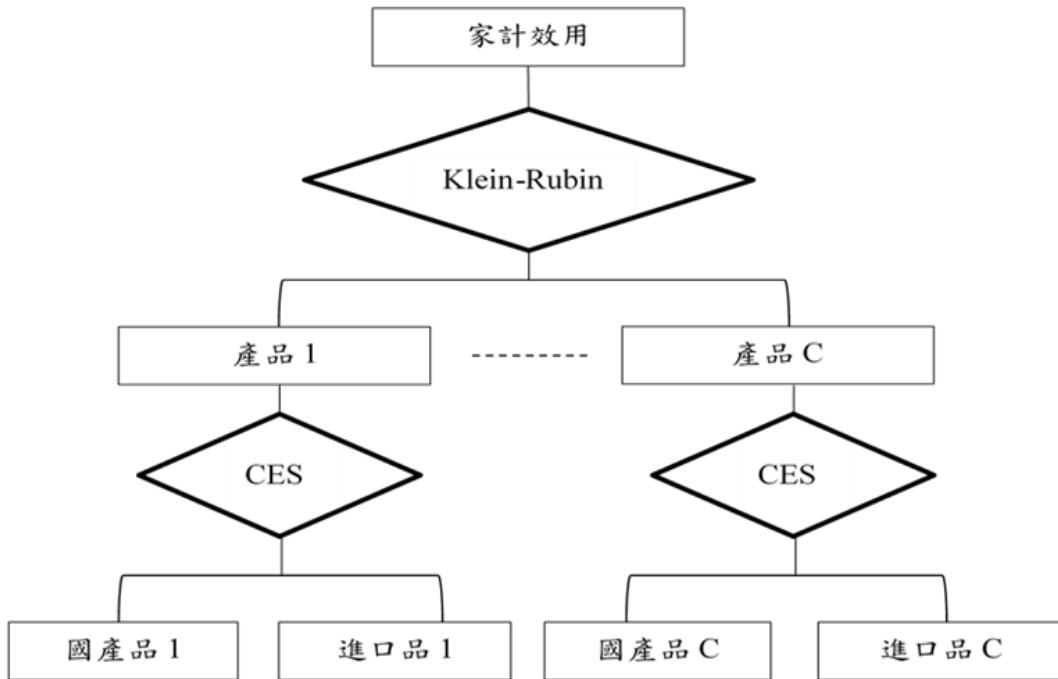


圖 5-5 PPS-CGE 模型的家計部門消費結構

### (三) CGE 模型之動態機制

CGE 為一個動態模型，其動態機制主要有下列三者：第一：投資與資本存量之間之動態累積；第二：投資與報酬率間之正向關係；第三：工資成長以及就業間之關係。以下就此三者詳述之。

#### 1. 資本累積

每期資本存量之成長可以表為本期投資的增加減去本期之資本折舊，如下兩式所示：

$$\Delta K = I_0 - DK_0 \quad (5)$$

或是

$$\Delta K\Pi_0 = I_0\Pi_0 - DK_0\Pi_0 \quad (6)$$

其中： $I$  為投資， $K$  為資本存量， $D$  為資本折舊率， $\Pi$  為每單位新資本之價格。下標「0」代表起使值。

## 2. 投資配置機制(investment allocation mechanism)

投資配置機制由兩個元素所組成：首先，「投資／資本」比與預期報酬率具有正相關；另外，預期報酬率會透過部分調整機制(partial adjustment mechanism)而收斂至真實的報酬率。

### (1) 投資與預期報酬率

若省略產業別下標，並且給定  $P_k$  為借貸資本(rental capital)每單位之價格， $\Pi$  為資產資本(asset capital)每單位之價格，並且定義  $R = P_k / \Pi$  為實際的毛報酬率(gross rate of return)， $G = I / K$  為下期毛資本成長率， $E$  為下期預期報酬率，則預期報酬率與資本存量成長率之關係可以表為：

$$G = F(E) \quad (7)$$

其中， $F_E > 0$ ，即預期報酬率與資本成長率具有正向之關係。另外，模型並假設每一個產業都有長期或正常的報酬率  $R_{normal}$ ，並且當預期報酬率  $E$  等於  $R_{normal}$  時， $G = G_{trend}$ ，其中  $G_{trend}$  為正常的毛資本成長率。即：

$$G_{trend} = F(R_{normal}) \quad (8)$$

若選擇以 logistic 函數來表示  $F$ ，則式(8)可表為：

$$G = \frac{Q \cdot G_{trend} M^\alpha}{Q - 1 + M^\alpha} \quad (9)$$

其中， $M = E/R_{normal}$ 。若  $M = 1$ ，則  $G = G_{trend}$ ；若  $M$  較大，則  $G = Q \cdot G_{trend} = G_{max}$ ， $G_{max}$  即毛資本成長率達最大；若  $M = 0$ ，則  $G = 0$ 。

## (2)預期報酬與實際報酬之部分調整

若利用部分調整機制，則設定本期期末的預期報酬率  $E_1$  是本期期初預期報酬率  $E_0$  與本期期末實際報酬率  $R_1$  之平均。式(10)為其方程式表示，下標「0」代表起使值。

$$E_1 = (1-b)E_0 + bR_1 \quad 0 < b < 1$$

$$E_0 + \Delta E = (1-b)E_0 + b(R_0 + \Delta R) \quad (10)$$

## 3. 實質工資調整方程式

若實質工資隨就業量之調整為：若每期期末的就業量超過時間趨勢就業量  $x\%$ ，則本期實質工資就會上升  $\gamma x\%$ 。鑑於就業量與實質工資具有反向關係，因此就業量則慢慢調整至時間趨勢就業量。若定義  $L$  為實際就業量， $T$  為時間趨勢之就業量， $W$  為實質工資，式(11)為其關係表示，下標「0」代表起使值：

$$\Delta W/W_0 = \gamma[(L_0/T_0)-1] + \gamma\Delta(L/T) \quad (11)$$

以上，將資本累積、投資配置、與實質工資調整三者進行連結，即 SciBud-CGE 模型動態化調整過程。而模型建立動態化之後，必須使用遞迴方法進行求解，其求解方法如下：首先以基期年的投入產出資料作為起始值(initial value)，並以之計算第一年外生變數變動下內生變數所受到的影響。同樣的，第二年則採第一年之均衡解作為第二年的起始值並進行求解，而之後各年依相同之方法。如是，則可以逐年遞迴求解，前後期變數足以得到連結。建立動態模型，再透過遞迴的方法求解，則就是動態 CGE 模型的方法與精神。

#### (四) CGE 模型與總體計量模型比較

雖然近年 CGE 模型已經可以廣泛地應用於不同的經濟體系下不同的政策情境，而且對於每一種政策情景，都能提供不同的政策意涵。從實證模型的比較來看，CGE 模型為一純粹的數量模型，其優點是透過數量與價格間的互動調整可決定各部門間最適資源配置，易將政策工具納入模型中進行模擬政策改變後對經濟社會之衝擊，且兼顧外部衝擊對總體經濟及經濟體內各部門的影響，適用在重視市場機能運作之小型開放經濟體。而一般總體計量模型，可以分析變數間作用的全面性影響，並以數字大小顯示變數影響的幅度，並同揭示多個變數間的相互聯繫，可提供有效的預測結構，亦能以動態預測其政策效果。

然而，從實證經濟學的角度而言，並沒有一個完美的模型能夠全面且完整性的估計或模擬政策效果，對於總體計量模型而言，主體行為最適化理論通常只限定於模型中的自變數；而樣本數過少會高估模型的解釋力，且若是計量模型中變數過多會使自由度下降，而過度配適亦可能會造成樣本預測惡化。

若以一個數量模型而言，特別是本計畫所採用的動態 CGE 模型，其限制就在於數量模型所使用的參數缺乏實證上的驗證，容易產生偏誤<sup>7</sup>；另外就是 CGE 模型較難以測量非量化的社會福利，難以顯示福利經濟學的效果，且無法評估未來的不確定性及風險。計量模型與數量模型的比較如表 5-1 所示。

---

<sup>7</sup> 由於動態 CGE 模型的操作上需要大量的參數，一般進行動態模擬時多選擇參數資料庫的參數，但參數資料庫中的數據未必符合我國的經濟情況，因此本計畫應用了我國之總體資料估計 Armington 彈性。而估算的方式為先求得各部門之數量及價格 Divisia Index，最後再將求得之 Divisia Index 代入至梁啟源博士（1997,2012）所開發之臺灣動態一般均衡模型（DGEMT）估計 Armington 彈性。請見附錄一、附錄二。

表 5-1 計量模型與數量模型的比較

	計量模型	數量模型
主要優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>分析變數間作用的全面性影響，並以數字大小顯示變數影響的幅度。</li> <li>揭示多個變數間的相互聯繫，可提供有效的預測結構。</li> <li>模型中的遞延項捕捉各變數間的動態關係，適合用於動態預測以及政策效果的動態模擬</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>兼顧外部衝擊對總體經濟及經濟體內各部門的影響。</li> <li>透過數量與價格間的互動調整可決定各部門間最適資源配置，易將政策工具納入模型中進行模擬政策改變後對經濟社會之衝擊。</li> <li>考量資源使用上的限制，適合運用在重視市場機能運作之小型開放經濟體。</li> </ul>
主要限制	<ul style="list-style-type: none"> <li>計量經濟模型中，主體行為最適化理論通常只限定於模型中的自變數。</li> <li>自變數過少恐會高估模型的解釋力。</li> <li>模型變數過多會使自由度下降，而過度配適會造成樣本預測惡化。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>模型參數缺乏實證上的驗證，容易產生偏誤註。</li> <li>CGE 模型無法測量非量化的社會福利，無法顯示福利經濟學的效果，且無法評估未來的不確定性及風險。</li> </ul>

註：為使參數值更能解釋臺灣總體經濟，本團隊應用了我國之總體資料估計 Armington 彈性。先求得各部門之數量及價格 Divisia Index，再將求得之 Divisia Index 代入至梁啟源博士（1997,2012）開發之臺灣動態一般均衡模型（DGEMT）估計 Armington 彈性。

資料來源：本研究整理。

雖然動態 CGE 模型與總體計量模型各有其優缺點，但從本計畫的目的來看，乃為了推估 2019-2030 年臺灣人力需求，而為了有效呈現 2019-2030 年我國總體經濟概況，本計畫仍選擇在原有人力需求推估模型中導入動態 CGE 模型。

## 第二節 未來產業圖像與經濟發展

國發會所採用的人力需求推估模型，其經濟意涵係透過產業產值的成長估算，推計在未來科技與產業發展之下，當 2019~2030 年國內人均產值的變動時，若欲維持產業之產值的成長目標所需的市場人力。

然而，隨著未來數位化與智慧化的快速發展之下，未來的產業變化未必如過去線性預測，再加上各產業間存在關聯性，因此在人力需求推估之前，必須先對未來產業圖像有一個完整的描繪上，方可進一步處理未來人力需求的推估，因此，本計畫採用 CGE 模型輔助，進行未來 2019~2030 年我國產業圖像的描繪，以下對未來產業圖像與經濟發展依推估步驟分別說明如下：

### 一、總體參數預測：

#### (一) 未來產業圖像下之經濟成長率預測

在進行未來產業圖像描繪前，首先必須先對於 2019~2030 年我國總體經濟情勢進行預測與解構，因此在人力需求推估模型中，最主要的參數即為對於總體經濟之預測，即為對未來 2019 年~2030 年我國的經濟成長率的預測。

一般而言，對於我國未來經濟成長率之預測值，從實務角度來看，原則上應建構完善之總體經濟預測模型以進行未來經濟成長率之預測，或是選擇具公信力並具有經濟成長率預測模型的研究機構所發布之數據。然而，考量建構完善之總體經濟預測模型需花費大量的時間與人力，因此在考量人力需求推估的即時性，

本計畫選擇具公信力之研究機構所公布的我國中、長期經濟成長率預測值來建構我國未來經濟狀況。

在現有的研究機構與智庫中，包括世界銀行（World Bank）的全球發展指標（World Development Indicators）、國際貨幣基金組織（IMF）的國際金融統計（International Financial Statistics）、IHS Markit 的環球透視（Global Insight）與牛津經濟預測（Oxford Economic Forecasting）等，皆有公布臺灣經濟成長率之預測<sup>8</sup>。

然則，若細察其所公布之經濟成長率預測數據，可以發現各研究機構對我國經濟成長率的預測，通常是採用基線（Baseline）預測，以 IHS 的環球透視（Global Insight）為例，其所預測之我國 2019~2030 年經濟成長率，主要假設前提係以為考量全球經濟發展、人口變化，技術進步以及國際貿易變化等因素，據以預測全球及各國之經濟成長率的預測值，但在進行經濟成長率之基線的預測時，並未考慮個別國家整內部經濟、環境、人口、政策及社會等方面變化對該國所產生的影響，亦即其所預測之個別國家的經濟成長率，係指該國在未採用任何外生性之經濟發展策略與產業政策之下的自然成長率，亦即所預測的臺灣 2019~2030 年經濟成長率並，未考慮我國總體經濟目標、產業發展政策以及科技與技術發展的趨勢。

故而若以國外各研究機構所預測之我國中、長期經濟成長率，作為我國未來 2019~2030 年之經濟發展目標，恐將存在低估的可能性，因此較合理的方式則是應考量未來我國總體經濟目標、產業發展政策與數位化及智慧化科技發展趨勢等，設定 2019~2030

---

<sup>8</sup> 雖然世界銀行的全球發展指標、國際貨幣基金組織（IMF）的國際金融統計、IHS 的環球透視與牛津經濟預測等，皆有公布臺灣經濟成長率預測，但大多僅預測 3-5 年內之我國經濟成長率的預測，僅 IHS 的環球透視預測至 2030 年之臺灣經濟成長率。

年國家發展目標之政策情境，並據以模擬未來我國 2019~2030 年的經濟成長率。

由於大多數國外研究機構對我國經濟成長率的預測時間僅 3~5 年，僅 IHS Markit 預測至 2030 年，因此本計畫主要參酌 IHS Markit 環球透視( Global Insight )所公布之我國經濟成長率預測，如表 5-2 所示<sup>9</sup>。其中 2011 年至 2018 年為已實現之我國經濟成長率，而 2019 年~2030 年為預測值。

表 5-2 2019~2030 年我國經濟成長率預測

單位：%

年度	經濟成長率			年度	經濟成長率		
	IHS	World Bank	IMF		IHS	World Bank	IMF
2011	<b>3.67</b>	<b>3.67</b>	<b>3.67</b>	2021	1.96	2.6	2.10
2012	<b>2.22</b>	<b>2.22</b>	<b>2.22</b>	2022	1.86	-	2.10
2013	<b>2.48</b>	<b>2.48</b>	<b>2.48</b>	2023	1.85	-	2.10
2014	<b>4.72</b>	<b>4.72</b>	<b>4.72</b>	2024	1.84	-	2.00
2015	<b>1.47</b>	<b>1.47</b>	<b>1.47</b>	2025	1.82	-	-
2016	<b>2.17</b>	<b>2.17</b>	<b>2.17</b>	2026	1.80	-	-
2017	<b>3.31</b>	<b>3.31</b>	<b>3.31</b>	2027	1.83	-	-
2018	<b>2.63</b>	<b>2.63</b>	<b>2.63</b>	2028	1.82	-	-
2019	2.38	1.5	2.0	2029	1.84	-	-
2020	2.12	2.2	2.10	2030	1.85	-	-

資料來源：World Bank[1 World Development Indicators )、IMF ( International Financial Statistics )、IHS ( Global Insight )，2020 年 1 月

事實上，表 5-2 所呈現的經濟成長率預測數據，係為國外研究機構對於我國經濟成長率的基線預測，考量我國未來產業發展圖像與經濟成長驅動力，本計畫擬採用可計算一般均衡模型 (computable general equilibrium model，CGE model)，依據我國未來產業發展的圖像，設計符合我國未來產業發展圖像與經濟成長

<sup>9</sup> IHS 的環球透視 ( Global Insight ) 公布之我國經濟成長率預測係每月更新一次，表內數據為 2020 年 1 月所公布的經濟成長率預測數據

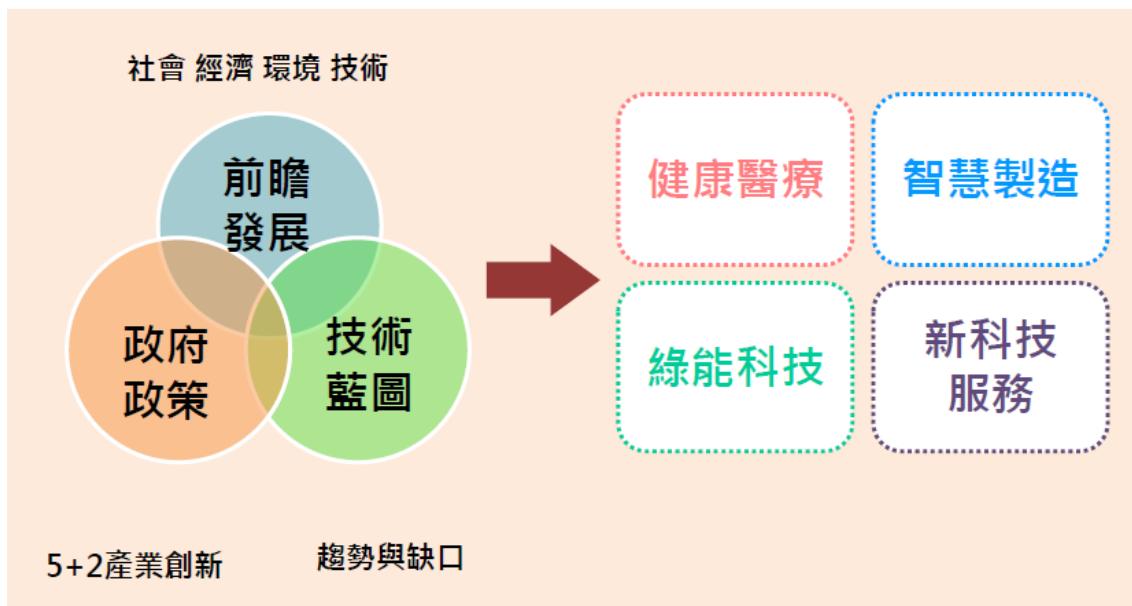
驅動力之政策情境，並據以模擬我國 2019~2030 年總體經濟成長率的變化。

## （二）未來產業圖像之政策情境設計：

根據本計畫對未來產業發展圖像之描繪，未來我國在社會、經濟、環境與技術將面臨 4 大重要趨勢：

1. 社會面：由於高齡化及少子化的趨勢，未來將面臨勞動力短缺的風險。
2. 經濟面：隨著長期經濟成長動能走緩，未來我國 GDP(60%) 主要來將自數位服務產品與技術發展
3. 環境面：面臨減少空汙、減碳、提升綠能的國際趨勢，且水資源匱乏的問題將受到重視
4. 技術面：受惠於人工智慧 3 大趨勢，未來將出現人工智慧 - 物聯網 - 智慧製造相互結合的技術發展

根據我國未來產業圖像，觀察我國前瞻發展情形、政府推動相關產業政策及國際科技藍圖發展，2019~2030 年我國經濟發展中，以健康醫療、智慧製造、綠能科技與新科技服務業等四大領域，將是我國關鍵產業未來發展的主要趨勢，也就是說，在我國前瞻發展、政府政策以及技術藍圖共同影響之下，未來因科技與技術的發展，所影響的主要領域包括健康醫療、智慧製造、綠能科技與新科技服務業等（圖 5-6）。



資料來源：本計畫整理。

**圖 5-6 2030 年我國關鍵產業**

為了合理化模擬在未來產業發展圖像之下，我國之經濟與產業發展概況，在政策情境設計下，必須考量未來我國經濟成長驅動力的來源，透過政策情境的設計，導入 CGE 模型，以合理描繪未來我國經濟與產業發展動態。

由圖 5-6 可知，由於政府政策與技術發展的驅動，促使 2030 年我國關鍵領域與產業的興起，而考量其經濟成長驅動力的來源，可從數位化科技與技術應用的廣度與深度兩個面向加以思考：

1. 數位化科技與技術應用的廣度：在未來 2019~2030 年期間，國內各行業在生產過程中，對於 ICT 技術的應用更為普及，促使生產效率提升。
2. 數位化科技與技術應用的深度：在未來 2019~2030 年期間，國內各行業在生產過程中，所應用之 ICT 技術含量更為優質（ICT 技術提高），促使生產投入的要素生產力提高，生產效率提升。

從直覺來看，在各產業的生產投入中，由於數位化科技與技術應用對之廣度與深度的提高，將可促使各行業生產過程之中 ICT 投入之要素生產力提高，進而可提升各行業之生產效率。

然而，由於目前國內、外研究報告與文獻中，並未論及數位化科技與技術的應用，對各行業要素生產力與生產效率的提升幅度，在模擬未來我國經濟與產業發展時，如何具體量化數位化科技與技術應用之影響幅度至為關鍵。

根據荷蘭 2019 年數位經濟與社會指標(Digital Economy and Society Index (DESI)) 國家報告指出，為了觀察荷蘭數位經濟占 GDP 的比重，the METISfiles 整合了荷蘭 248 家數位科技企業的資料，根據其服務對象產業性質，開發出一變數 GDDP ( Gross Digital Domestic Product )，用以衡量各產業中，應用 ICT 技術時間占其工時 50% 以上之工作者所創造之產值，並以該變數做為各產業數位化之衡量指標。

若以上述定義量化數位化科技與技術應用之影響程度，首先應釐清荷蘭與我國在 ICT 的定義之差異，根據 OECD 對 ICT 部門之定義，ICT 部門包括製造業與服務業兩個部分，其中製造業的產品必須在生產過程中實現信息處理和通訊功能，包括傳輸和顯示；或是在生產過程中必須使用電子處理來檢測，測量和/或記錄物理現象或控制。而在服務業中，生產過程必須通過電子方式啟用信息處理和通信功能。

若依據上述定義，製造業包括辦公，會計和計算機設備；絕緣電線和電纜；電子閥，電子管及其他電子元器件；電視和無線電發射機和裝置用於線路電話和線路電報；電視和廣播接收器，聲音或視頻的錄製或複制儀器及相關物品；用於測量，檢查，測

試，導航和測量的儀器和器具以及工業加工設備。而服務業部門則包括機械，設備和物資的批發（批發 ICT 產品）；辦公機械和設備（包括計算機）的租金；電信以及計算機及相關活動。

依據 OECD 的定義，ICT 產業包括 ICT 製造業、ICT 維護業、ICT 貿易業、ICT 服務業與媒體和內容產業。而主計總處參考 OECD 分類定義，以及美國與南韓等主要國家彙編方式，自民國 99 年起，配合國民所得統計年修正機制，採國民所得統計中業別界定我國 ICT 產業範圍包括：「電子零組件製造業」、「電腦、電子產品及光學製品製造業」、「電信業」及「電腦相關及資訊服務業」4 中業。由上述可知，荷蘭對於 ICT 產業的定義與我國主計總處的定義雖略有不同，但仍有可相通之處。

除此之外，由於我國政府統計中並未對各產業中，應用 ICT 技術時間占其工時 50% 以上之工作者進行調查，在資料取得受限之下，對於數位經濟的衡量採取寬鬆的定義，假定在生產過程中，以 ICT 部門為各產業生產之中間投入所創造成產值為數位經濟之產值衡量。根據荷蘭數位經濟的定義，將我國數位化科技與技術應用所創造的產值定義為生產過程中投入 ICT 技術所創造之產值，亦即數位化科技與技術應用為 ICT 投入之要素生產力提升。

再者，本計畫擬透過專家問卷調查的結果，反饋回未來產業圖像之政策情境設計，根據本計畫第三章第五節之專家問卷調查結果，「未來數位經濟發展下，對總體經濟及產值的影響程度，在未來 5 年內平均產值的影響約 16.21%，未來 5~10 年的影響約為 36.12%」。以此為我國未來 2019~2030 年產值發展目標之假

設值，透過遞迴式政策情境設計<sup>10</sup>，並考量臺灣前瞻趨勢及藍圖（圖 5-7）中五個不同的面向經濟驅動力，未來我國產業圖像之政策情境分述如下：

### 1. 數位科技趨動經濟

來自數位化科技趨動經濟促使科技/商業模型效率提升之成長驅動力，導致對電腦零組件設備需求增加，進而創造新的應用服務，推動數位經濟產業(AI 或 5G 基礎建設)的興起以及傳統產業經濟數位化，或將數位科技應用至傳統製造業及相關服務業。包括將數位化科技應用至傳統製造業（如石化、紡織、機械、農業等）屬智慧製造；而將數位化科技應用至相關服務業（如零售、金融、物流、電商、醫療等）則屬新科技服務業。

由數位科技趨動經濟成長之說明，包括智慧製造與新科技服務業，係在產業生產過程中，導入數位化新科技的應用，也就是說將數位化新科技應用導入生產模式中，可提升各行業生產效率，體現在生產模式中可視為生產投入過程中，ICT 投入之要素生產力的提升。

因此，在「數位化科技趨動經濟」面向上，導入數位化科技不但使製造業應用數位化科技，相關服務業亦應用數位化科技，結合問卷調查的結果，政策情境設計如下：

- (1) 農業與製造業(含 25 個中分類次產業)的生產投入中，運用電子零組件製造業、電腦、電子產品及光學製品製造業、電信業及資訊業等四類產業 投入之要素生產力

---

<sup>10</sup> 所謂遞迴式政策情境設計係以「0~5 年總產值提高 16%，至 2303 年產值提高 32」為目標，以所設計之政策情境導入 CGE 模型動態模擬，逐步修正至達成上述目標的方式。

提升，0~5 年（2019~2024 年）提高 5%；5~12 年（2024~2030 年）提高 10%。

(2)相關服務業中，涵蓋的產業範圍（如表 5-3）包括零售（係指 1 碼大分類批發及零售業中的 2 碼中分類零售業）、金融（係指 1 碼行業大分類中金融及保險業 3 個 2 碼中分類次行業）、物流（運輸及倉儲業中的運輸輔助及倉儲業以及郵政及快遞業 2 個中分類次產業）、電商<sup>11</sup>（批發及零售業中的零售業、出版、影音製作、傳播及資訊服務業中的傳播業、金融及保險業的保險業、支援服務業的旅行及相關服務業、住宿及餐飲業的餐飲業、運輸及倉儲業的陸上運輸業、住宿及餐飲業的住宿業、出版、影音製作、傳播及資訊服務業的資訊服務業）、醫療（醫療保健及社會工作服務業中的醫療保健服務業）等投入之要素生產力提升，0~5 年（2019~2024 年）提高 5%；5~12 年（2024~2030 年）提高 10%。

---

<sup>11</sup> 請參閱 2016 年主計月刊「新興服務業電子商務活動之行業分類」。

表 5-3 數位化科技趨動經濟面向影響的行業

領域	大分類行業別	中分類行業別
智慧製造	農、林、漁、牧業	農業、畜牧業、林業、漁業
	製造業	25 個中分類行業別
零售	批發及零售業	零售業
金融	金融及保險業	金融中介業 保險業 證券期貨及其他金融業
物流	運輸及倉儲業	運輸輔助及倉儲業 郵政及快遞業
電商	批發及零售業	零售業
	出版、影音製作、傳播及資訊服務業	傳播業 資訊服務業
	金融及保險業	保險業
	支援服務業	旅行及相關服務業
	住宿及餐飲業	住宿業 餐飲業
	運輸及倉儲業	陸上運輸業
醫療	醫療保健及社會工作服務業	醫療保健服務業

資料來源：本計畫整理。

## 2. 需求/生活方式結合數位科技驅動成長

來自需求/生活方式結合數位科技驅動成長，如平台經濟/共享經濟或零工經濟/資料經濟，透過平台化與網路化創造新的消費模式，亦屬新科技服務業。在政策情境設計方面來自需求/生活方式結合數位科技驅動成長如表 5-3 的電商領域的影響。

## 3. 人口結構變化帶動需求成長

為因應人口結構變遷、人口老化與少子化的趨勢，未來產業傾向智慧化與自動化，由於自動化需求的提升，未來對於高階人力需求增加，替代部分中階勞工；另外，高齡化社會使得人們未來醫療成本上升，而自動化需求的驅動下，將

可提升智慧製造的效率，而高齡化所導致的醫療成本上升，亦促使生醫、健康醫療產業因運而生，且對於長期照護/預防醫療的需求亦將提高，帶動醫療/健康服務領域應用新科技。

人口結構變化之政策情境設計分兩個部分，其中製造業的 25 個中分類次行業要素生產力提升，0~5 年（2019~2024 年）提高 5%；5~12 年（2024~2030 年）提高 10%；另外因應少子化與高齡化趨勢，醫療保健及社會工作服務業中的要素生產力提升，0~5 年（2019~2024 年）提高 5%；5~12 年（2024~2030 年）提高 10%。

#### 4. 產業綠能化推動成長

由於全球氣候變遷，對於節能減碳與永續成長已成國家共識，未來產業綠能化也將是我國未來的發展趨勢，綠能化的帶動促使綠能科技（包括智慧電網、節能/儲能綠色科技、與新能源、再生能源等）相關產業的快速發展，可以預期未來綠色科技及設備/效率將因而提升。

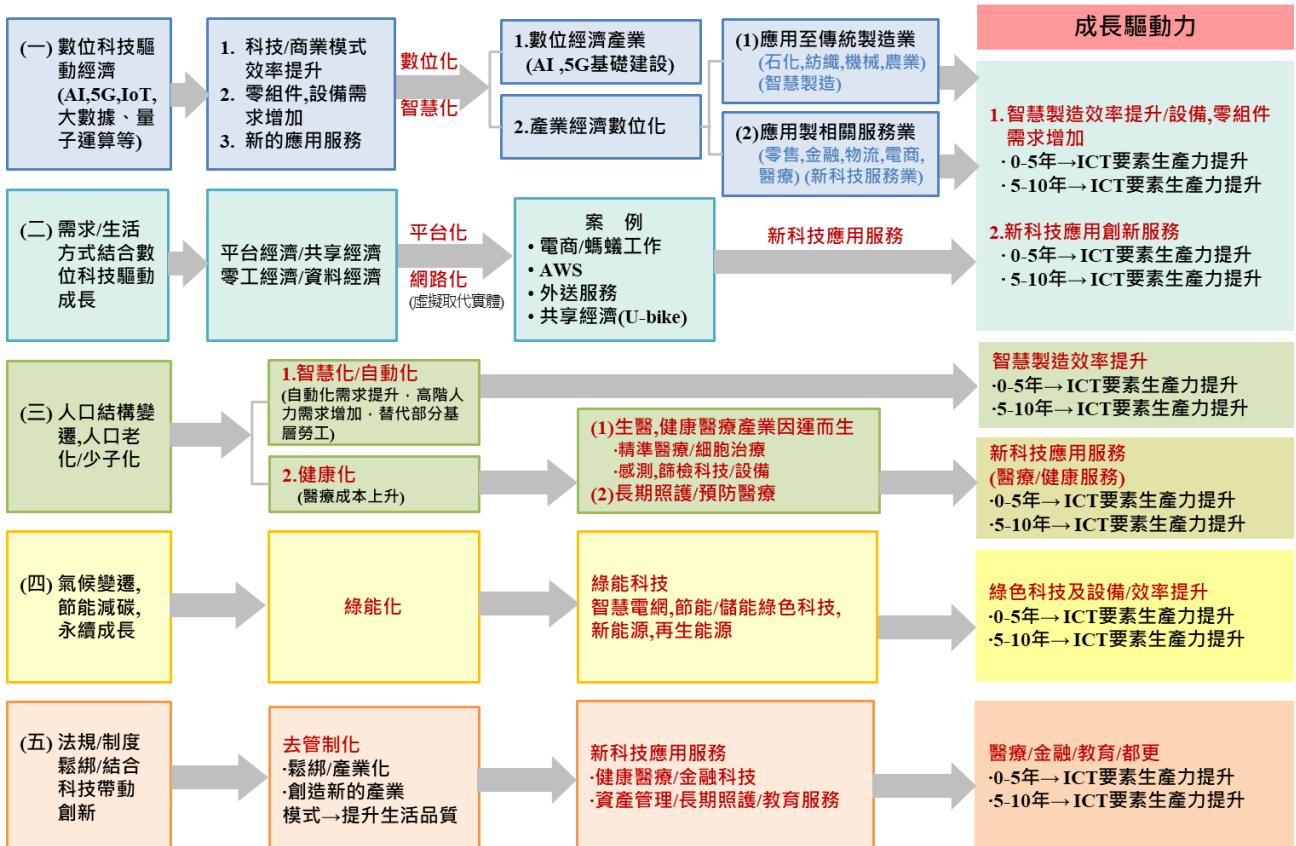
在政策情境設計上，由於綠能科技涵蓋層面較大，根據柏雲昌與賴偉文（2013）對綠能產業的分類，將所涵蓋的各行業（主要包括電子零組件製造業電腦、電子產品及光學製品製造業、電力設備製造業、機械設備製造業與電力供應業等）要素生產力提高 0~5 年（2019~2024 年）提高 5%；5~12 年（2024~2030 年）提高 10%。

#### 5. 法規與制度鬆綁帶動創新

第五、來自法規與制度的鬆綁，結合科技帶動創新，亦即去管制化將創造新的產業模式，進而提升生活品質，包括健康醫療、金融科技、資產管理、長期照護與教育服務等，

將成為未來國民生活上的需求，透過新科技的應用服務，使醫療、金融、教育等領域之要素生產力提升。

因此在政策情境設計上，來自法規與制度的鬆綁，使醫療保健及社會工作服務業中的醫療保健服務業、金融及保險業3個中分類次行業以及教育服務業的要素生產力提升，0~5年（2019~2024年）提高5%；5~12年（2024~2030年）提高10%。



資料來源：本計畫整理。

圖 5-7 2030 年臺灣前瞻趨勢及藍圖

歸納圖 5-7 未來我國前瞻趨勢及藍圖，未來我國的經濟驅動力雖來自五個主要的面向，但各面向之數位科技應用皆針對不同領域或產業，若根據荷蘭 the METISfiles 對「國內數位生產毛額」GDDP(Gross Digital Domestic Product)的定義：應用 ICT 技術時

間占其工時 50%以上之工作者所創造之 GDP<sup>12</sup>，亦即生產投入 ITC 技術，則所創造的 GDP 即為國內數位生產毛額。

若某特定產業在生產過程中投入 ICT 技術進而創造產能，表示該產業在 ICT 投入之要素生產力提升。若依據前述定義，在數位科技驅動經濟之下，總體經濟成長動能可視為來自數位科技應用所創造之要素生產力提昇。

由前述 5 大面向之政策情境歸納，在未來產業圖像下之政策情境設計如表 5-4：

---

<sup>12</sup> 目前主計總處的產業關聯表中雖能將各產業應用 ICT 技術的占比拆解出來，但並無法確認其應用 ICT 是否占其工時 50%以上。因此本研究採要為寬鬆的認定，若產業應用 ICT，皆視為數位化的應用，而數位化的應用，可視為在要素生產力的提升。

表 5-4 未來產業圖像之政策情境設計

大分類行業別	中分類行業別	政策情境
農、林、漁、牧業	農業、畜牧業、林業、漁業	<ul style="list-style-type: none"> <li>0~5 年 ICT 要素生產力提高 5%，6~12 年要素生產力提高 10%</li> </ul>
製造業	25 個中分類行業別	<ul style="list-style-type: none"> <li>其中電子零組件製造業電腦、電子產品及光學製品製造業、電力設備製造業、機械設備製造業等 0~5 年 ICT 要素生產力提高 15%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 30%，其他製造業中分類產業 0~5 年 ICT 要素生產力提高 10%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 20%</li> </ul>
批發及零售業	批發業 零售業	<ul style="list-style-type: none"> <li>批發業 0~5 年 ICT 要素生產力提高 5%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 10%</li> <li>零售業 0~5 年 ICT 要素生產力提高 10%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 20%</li> </ul>
運輸及倉儲業	陸上運輸業 運輸輔助及倉儲業 郵政及快遞業	<ul style="list-style-type: none"> <li>陸上運輸業 0~5 年 ICT 要素生產力提高 5%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 10%</li> <li>運輸輔助及倉儲業與郵政及快遞業 0~5 年 ICT 要素生產力提高 10%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 20%</li> </ul>
住宿及餐飲業	住宿業 餐飲業	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宿業 0~5 年 ICT 要素生產力提高 10%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 20%</li> <li>餐飲業 0~5 年 ICT 要素生產力提高 15%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 30%</li> </ul>
資訊及通訊傳播業	傳播業 電信業 資訊業	<ul style="list-style-type: none"> <li>0~5 年 ICT 要素生產力提高 10%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 20%</li> </ul>
金融及保險業	金融中介業 保險業 證券期貨及其他金融業	<ul style="list-style-type: none"> <li>保險業與證券期貨及其他金融保險業 0~5 年 ICT 要素生產力提高 10%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 20%</li> <li>金融中介業 0~5 年 ICT 要素生產力提高 5%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 10%</li> </ul>
專業、科學及技術服務業	專業、科學及技術服務業	<ul style="list-style-type: none"> <li>0~5 年 ICT 要素生產力提高 15%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 30%</li> </ul>
支援服務業	其他支援服務業	<ul style="list-style-type: none"> <li>0~5 年 ICT 要素生產力提高 5%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 10%</li> </ul>
出版、影音製作、傳播及資訊通訊服務業	資訊服務業	<ul style="list-style-type: none"> <li>0~5 年 ICT 要素生產力提高 5%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 10%</li> </ul>
醫療保健及社會工作服務業	醫療保健服務業 社會工作服務業	<ul style="list-style-type: none"> <li>醫療保健服務業 0~5 年 ICT 要素生產力提高 15%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 30%；社會工作服務業 0~5 年 ICT 要素生產力提高 5%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 10%</li> </ul>
教育服務業	教育服務業	<ul style="list-style-type: none"> <li>0~5 年 ICT 要素生產力提高 5%，6~12 年 ICT 要素生產力提高 10%</li> </ul>

資料來源：本計畫整理。

### (三) 基線情境設定與歷史資料校準

CGE 模型開始進行政策模擬之前須校準模式的參數，使模式能正確反映政策變動對經濟環境及產業變動造成之影響。校準之方式主要係透過內生與外生變數的交換設定而達成目的，先由實際已發生之經濟成長率作為模式之給定變數，稱為外生變數設定。再由模式自行計算產生之變數，稱為內生變數設定。

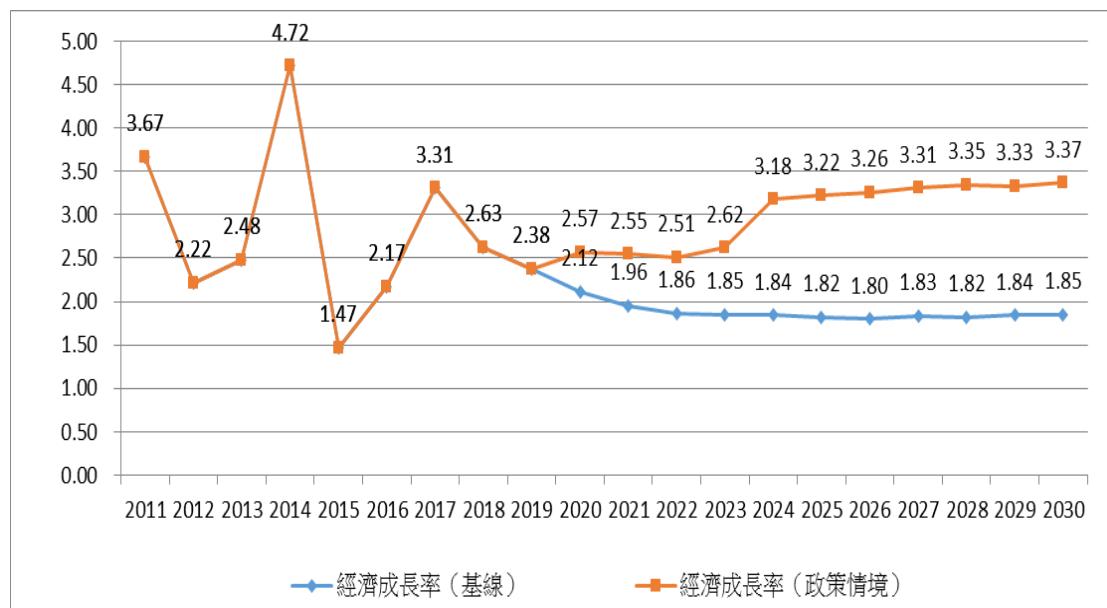
校準程序為用已經實現之經濟環境變動，或尚未發生，但由具有權威之研究單位預估之國內經濟環境變動數據作為給定外生變數，再將模式之輔助參數以內生變數之方式產生合理的數據。在進行政策變動模擬時，先將上述計算而得之輔助參數轉為外生給定之變數，其次將欲模擬的政策變數改為外生變數即可。

由以上之方法所求出之輔助參數，目的在使模式之模擬結果在不外加任何政策變動之情況下時，會產生貼近原用於校準之實現經濟數據。此時便可判斷外加政策變動時，與預測數據之偏差單純為政策變動所致；此校準程序稱為基線模擬，用於校準之經濟數據稱為基線情境。

本研究主要為了模擬 2019~2030 年在前述政策情境之下的總體經濟狀況，採用主計總處所釋出之 105 年產業關聯表，模擬之時間設定由民國 105 年（2016）開始。其中 2016~2018 年以實際發生之資料進行歷史校準，而後 2019~2030 年則以前述之政策情境進行動態模擬。

### (四) 經濟成長率與物價指數波動模擬結果

圖 5-8 為政策情境之下，經濟成長率的動態模型，其中基線係國外具公信力之研究機構<sup>13</sup>所預測之臺灣中長期經濟成長率數據彙整。由圖 5-8 可以發現，在未來圖像之政策情境設計下所模擬之未來（2019~2030 年）我國經濟發展趨勢，在 0~5 年（2019~2030 年）期間，各行業在生產投入之 ICT 要素生產力提升下，年平均經濟成長率約為 2.53%，在 2024 年之後，在其他情況不變之下，由於數位化科技深化程度提高，因此各行業生產投入之 ICT 要素生產力呈較大幅度擴張，2024~2030 年年平均成長率約可達 3.29%。



資料來源：本計畫整理。

圖 5-8 2019~2030 年臺灣經濟成長率變化

除了模擬未來產業圖像下，2019~2030 年我國經濟成長率變化之外，考量物價波動可能影響未來人力需求推估結果，因此本計畫亦針對未來產業圖像之政策情境設計下，模擬 2019~2030 年消費者物價指數（CPI）及其變動率，如圖 5-9 與圖 5-10 所示，

<sup>13</sup> 本計畫所採用的基線經濟成長率，係根據以世界銀行（World Bank）的全球發展指標、國際貨幣基金組織（IMF）的國際金融統計、IHS 的環球透視與牛津經濟預測等彙整而得

由圖 5-9 與圖 5-10 可知，在在前瞻趨勢下經濟驅動力所設計的政策情境，將擴大臺灣整體產業 GDP(前表 5-2)，因此物價上升幅度高於基線預測。

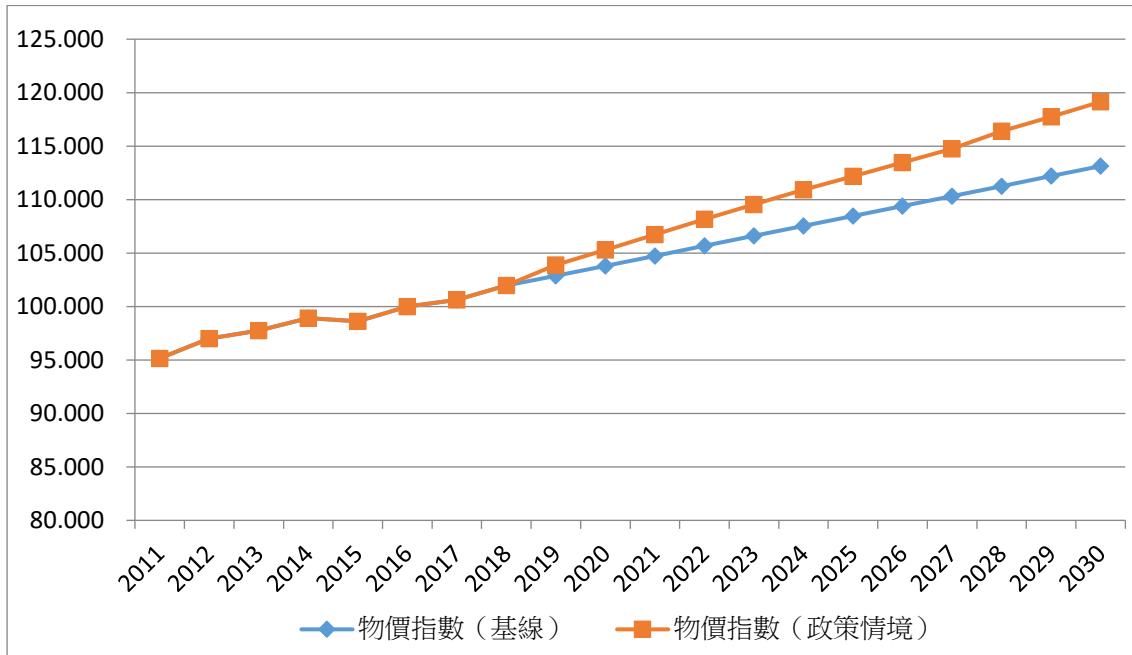


圖 5-9 2019~2030 年臺灣物價指數變化

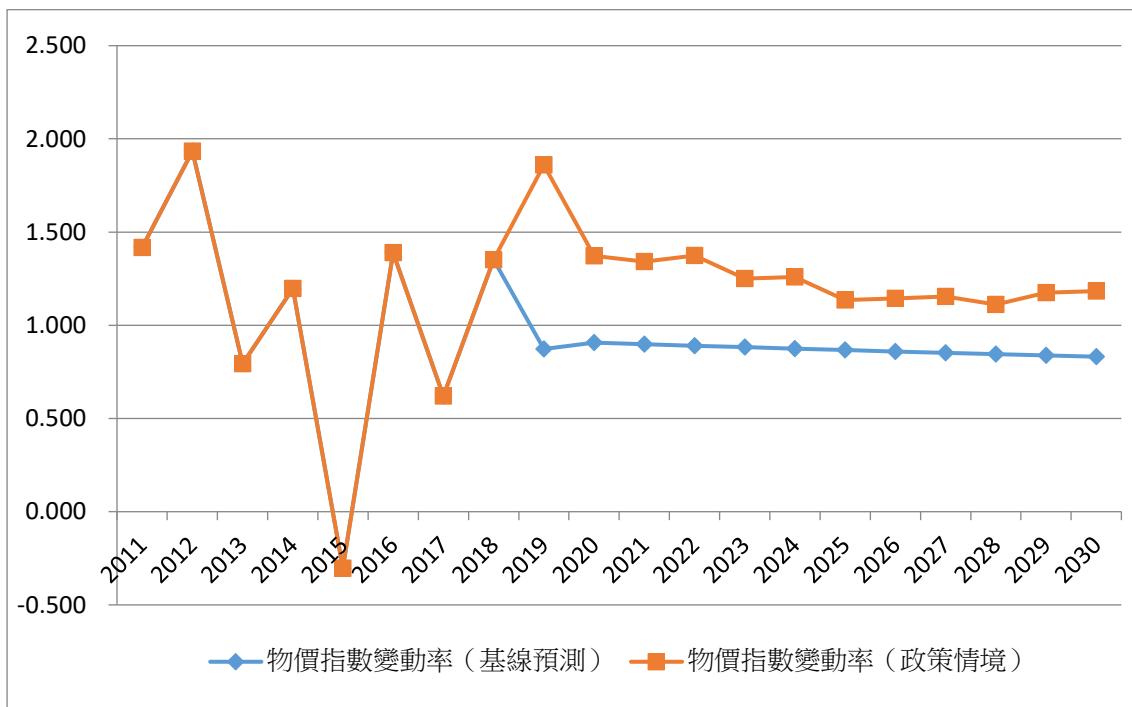


圖 5-10 2019~2030 年臺灣物價指數變動率

## 二、產業結構預測

### (一) 2019~2030 年我國各業附加價值率推估

由圖 5-2 可知，基於國發會人力需求推估模型，在人力需求推估時，必須先對未來產業發展狀況進行具體的描繪，而此具體的描繪，則取決於對未來產業發展的圖像與政策情境的設計，透過 CGE 模型的動態模擬對未來產業圖像下之總體參數推估，導到人力需求模型以推估未來我國人力需求，亦即未來人力需求乃基於未來產業圖像而推估，因此在前述政策情境設計下所模擬之未來產業發展狀況，實為人力需求推估的重要基礎。

在未來產業圖像下之我國產業發展，除了對總體經濟成長率進行預測之外，亦需推估我國各行業之產值，因此也必須進一步推估未來各行業別的附加價值率。考量國內各行業別在未來 2019~2030 年之數位化科技與技術應用的程度未必相同，因此未來產業圖像之下，對各行業的附加價值率的影響亦有所不同，因此，在前述政策情境之下，推估 2019~2030 年我國各行業之附加價值率變化如表 5-5 所示，可以發現數位化科技與技術應用對不同行業別的影響不同，因此其附加價值率也呈現不同幅度的成長。

表 5-5 2030 年我國各產業附加價值率變化

	附加價值率		
	2018 年	2023 年	2030 年
A. 農、林、漁、牧業	50.30%	51.16%	53.06%
B. 礦業及土石採取業	60.45%	61.44%	62.77%
C. 製造業	29.09%	30.66%	32.92%
D. 電力及燃氣供應業	28.62%	30.16%	32.07%
E. 用水供應及污染整治業	45.54%	46.76%	48.41%
F. 營造業	27.87%	29.37%	31.23%
G. 批發及零售業	72.27%	73.37%	75.25%
H. 運輸及倉儲業	40.27%	41.52%	42.93%
I. 住宿及餐飲業	46.35%	47.25%	48.87%
J. 資訊及通訊傳播業	54.24%	55.32%	57.43%
K. 金融及保險業	69.75%	70.88%	72.32%
L. 不動產及住宅服務業	77.57%	78.23%	79.40%
M. 專業、科學及技術服務業	58.28%	59.25%	61.06%
N. 支援服務業	68.65%	69.18%	70.13%
O. 公共行政及國防；強制性社會安全	70.20%	70.47%	71.08%
P. 教育服務業	82.05%	82.13%	82.95%
Q. 醫療保健及社會工作服務業	62.78%	63.47%	65.76%
R. 藝術、娛樂及休閒服務業	63.44%	63.65%	64.85%
S. 其他服務業	64.78%	64.96%	65.49%

資料來源：本計畫整理。

## (二) 2019~2030 年我國各業生產毛額與產值預測

表 5-6 為基於未來產業圖像所設計的政策情境下，全體行業各產業別生產毛額<sup>14</sup>的動態模擬結果，其中前 5 年（2018~2023 年）期間整體行業生產毛額提高約 16.49%；後 7 年（2024~2030 年）整體行業生產毛額提高約 33.17%，各行業別中除礦業及土石

<sup>14</sup> 表 5-5 中各行業生產毛額之合計值再計入進口稅與營業稅即為我國各行業生產面之國內生產毛額總計，再扣除統計差異後即為各行業之 GDP

採取業在 0~5 年間為負成長之外，其他行業之生產毛額大多為正成長，主要是因為我國之礦產自然資產有限，致使該產業之運營隨著時間推移而產生困難，使其生產毛額呈現負成長，惟 2023 年之後，由於數位化應用之下，各行業之間的關聯性使其負成長的趨勢有所減緩，甚至轉為微幅成長。

觀察在未來產業圖像之下，各行業別生產毛額的成長率變化，在 2019~2023 年期間，以「製造業」、「支援服務業」與「運輸倉儲業」分別成長較高的前三大行業，而在 2024~2030 年期間，則以「製造業」、「醫療保健及社會工作服務業」與「專業、科學及技術服務業」為成長速度較快的前三大行業。推測其原因主要是因為 0~5 年期間，由於數位化科技的應用尚未深化至各關鍵產業領域，雖然由於少子化與高齡化的人口結構趨勢下，對醫療保健的需求逐漸提高，在需求推動下使「醫療保健及社會工作服務業」之生產毛額的成長率提升，而「支援服務業」與「運輸倉儲業」在近幾年快速成長的帶動下，數位化應用發展前 5 年仍維持一定的成長速度，因此「醫療保健及社會工作服務業」與「專業、科學及技術服務業」的成長不及「製造業」、「支援服務業」與「運輸倉儲業」。

在 2024~2030 年期間，隨著各行業對於數位化科技應用程度的加深（要素生產力進一步提高），各行業生產過程中對於製造業與資訊及通訊傳播業的需求進一步提升，但數位化科技應用程度的深化，表示對專業、科學及技術服務業的需求進一步增加，因此在 2024~2030 年期間，雖然製造業之成長幅度仍維持高檔，但「醫療保健及社會工作服務業」與「專業、科學及技術服務業」則躍升為此期間生產毛額成長速度較高的前三大行業。2019~2030 年 1 碼行業別生產毛額年平均成長率與 2019~2030 年

生產毛額成長最快前 15 大 2 碼行業分別如圖 5-11 與圖 5-12 所示。

**表 5-6 各行業別生產毛額之變化**

產業別	生產毛額變動率	
	2019~2023	2024~2030
A. 農、林、漁、牧業	2.55%	3.20%
B. 礦業及土石採取業	0.18%	0.73%
C. 製造業	4.94%	5.75%
D. 電力及燃氣供應業	1.11%	1.39%
E. 用水供應及污染整治業	2.46%	3.59%
F. 延造業	2.96%	3.56%
G. 批發及零售業	2.07%	3.59%
H. 運輸及倉儲業	4.24%	4.52%
I. 住宿及餐飲業	3.88%	4.79%
J. 資訊及通訊傳播業	2.94%	3.95%
K. 金融及保險業	3.66%	4.94%
L. 不動產及住宅服務業	2.61%	3.18%
M. 專業、科學及技術服務業	3.85%	5.66%
N. 支援服務業	4.95%	4.19%
O. 公共行政及國防；強制性社會安全	0.43%	1.12%
P. 教育服務業	0.72%	1.12%
Q. 醫療保健及社會工作服務業	3.48%	6.24%
R. 藝術、娛樂及休閒服務業	1.62%	2.22%
S. 其他服務業	2.94%	3.34%
全體行業	3.38%	4.44%

資料來源：本計畫整理。

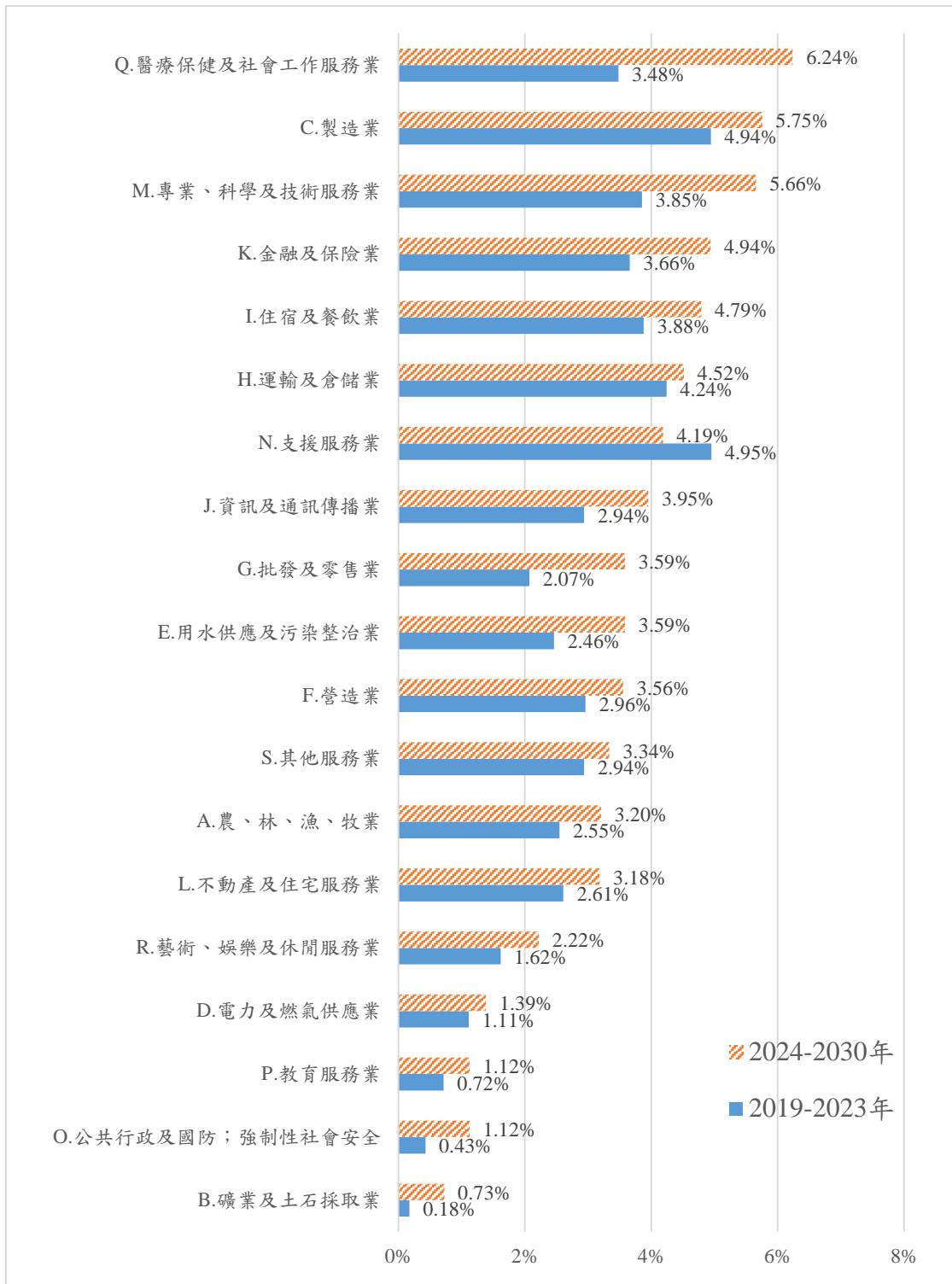
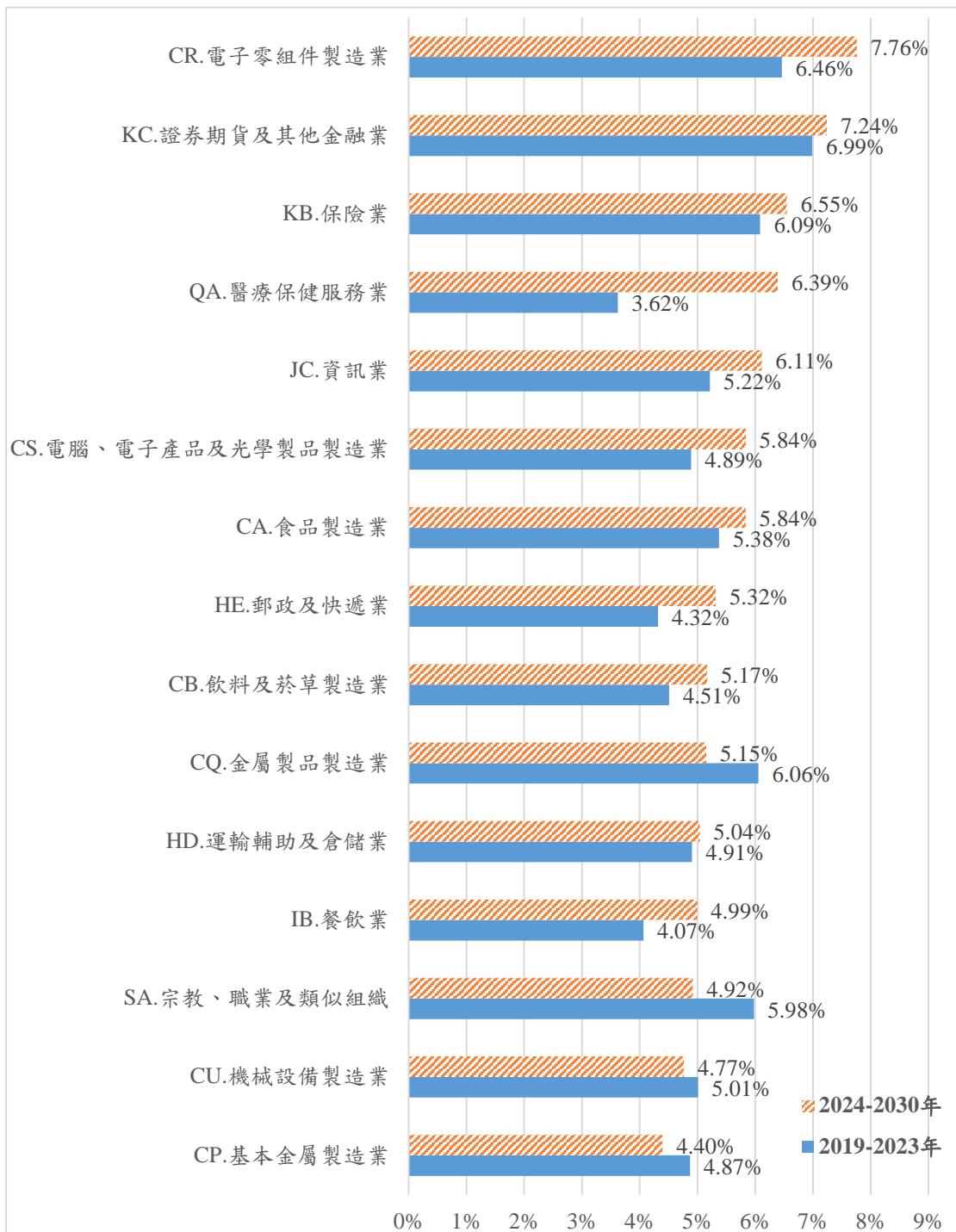


圖 5-11 2019~2030 年 1 碼行業別生產毛額年平均成長率



**圖 5-12 2019~2030 年生產毛額成長最快前 15 大 2 碼行業**

除了各行業別之生產毛額之外，本計畫進一步以 CGE 模型模擬各行業別之產值變動率如表 5-7 所示。根據動態模擬的結果顯示，2019~2030 年期間，除「礦業及土石採取業」在 2019~2023 年間為負成長之外，其餘行業之產值皆呈現正成長。

觀察各行業之產值成長幅度，在 2019~2024 年期間，成長幅度較高的前三大行業分別為「支援服務業」、「製造業」與「運輸及倉儲業」；而在 2024~2030 年期間，則以「醫療保健及社會工作服務業」、「專業、科學及技術服務業」與「製造業」為成長速度較快的前三大行業。各行業在不同階段產值成長之前三大行業與生產毛額成長之結果相同。另外，2019~2030 年 1 碼行業別產值年平均成長率與 2019~2030 年產值成長最快前 15 大 2 碼行業分別如圖 5-13 與圖 5-14 所示。

表 5-7 各行業別產值變化

產業別	2018~2023		2024~2030	
	年平均成長率	總成長幅度	年平均成長率	總成長幅度
A.農、林、漁、牧業	2.20%	11.50%	2.67%	31.39%
B.礦業及土石採取業	-0.15%	-0.76%	0.42%	2.50%
C.製造業	3.85%	20.79%	4.68%	60.89%
D.電力及燃氣供應業	0.06%	0.27%	0.50%	2.61%
E.用水供應及污染整治業	1.92%	9.99%	3.07%	32.56%
F.營造業	1.89%	9.80%	2.65%	29.14%
G.批發及零售業	1.76%	9.12%	3.21%	33.39%
H.運輸及倉儲業	3.60%	19.36%	4.02%	50.08%
I.住宿及餐飲業	3.48%	18.65%	4.29%	51.75%
J.資訊及通訊傳播業	2.53%	13.31%	3.40%	38.58%
K.金融及保險業	3.33%	17.76%	4.64%	54.86%
L.不動產及住宅服務業	2.44%	12.78%	2.97%	34.32%
M.專業、科學及技術服務業	3.51%	18.81%	5.21%	62.66%
N.支援服務業	4.79%	26.33%	3.98%	59.93%
O.公共行政及國防；強制性社會安全	0.35%	1.77%	1.00%	8.79%
P.教育服務業	0.70%	3.52%	0.98%	8.88%
Q.醫療保健及社會工作服務業	3.25%	17.35%	5.70%	65.78%
R.藝術、娛樂及休閒服務業	1.55%	7.99%	1.95%	21.02%
S.其他服務業	2.88%	15.25%	3.22%	39.59%
全體行業	3.10%	16.47%	4.04%	48.99%

資料來源：本計畫整理。

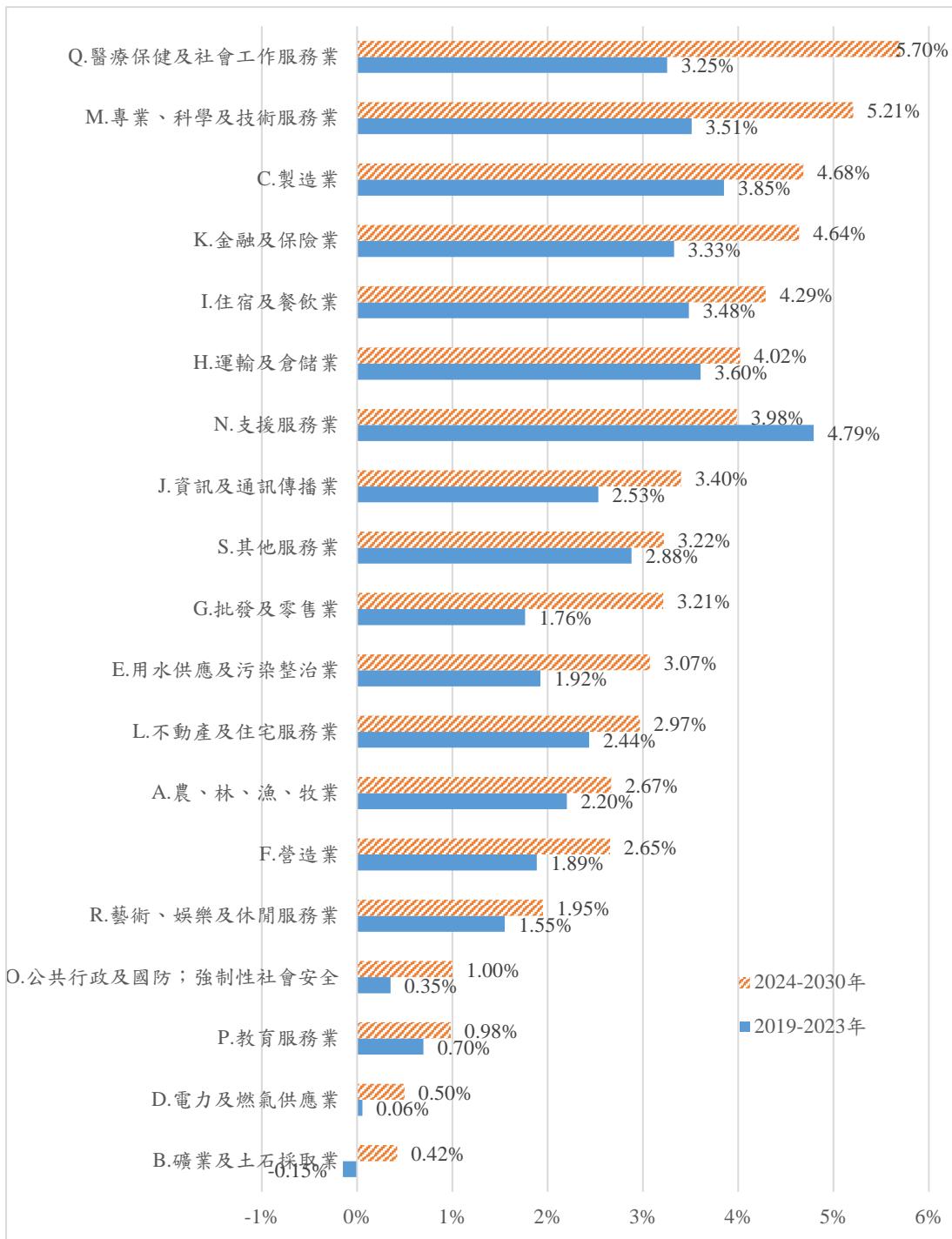
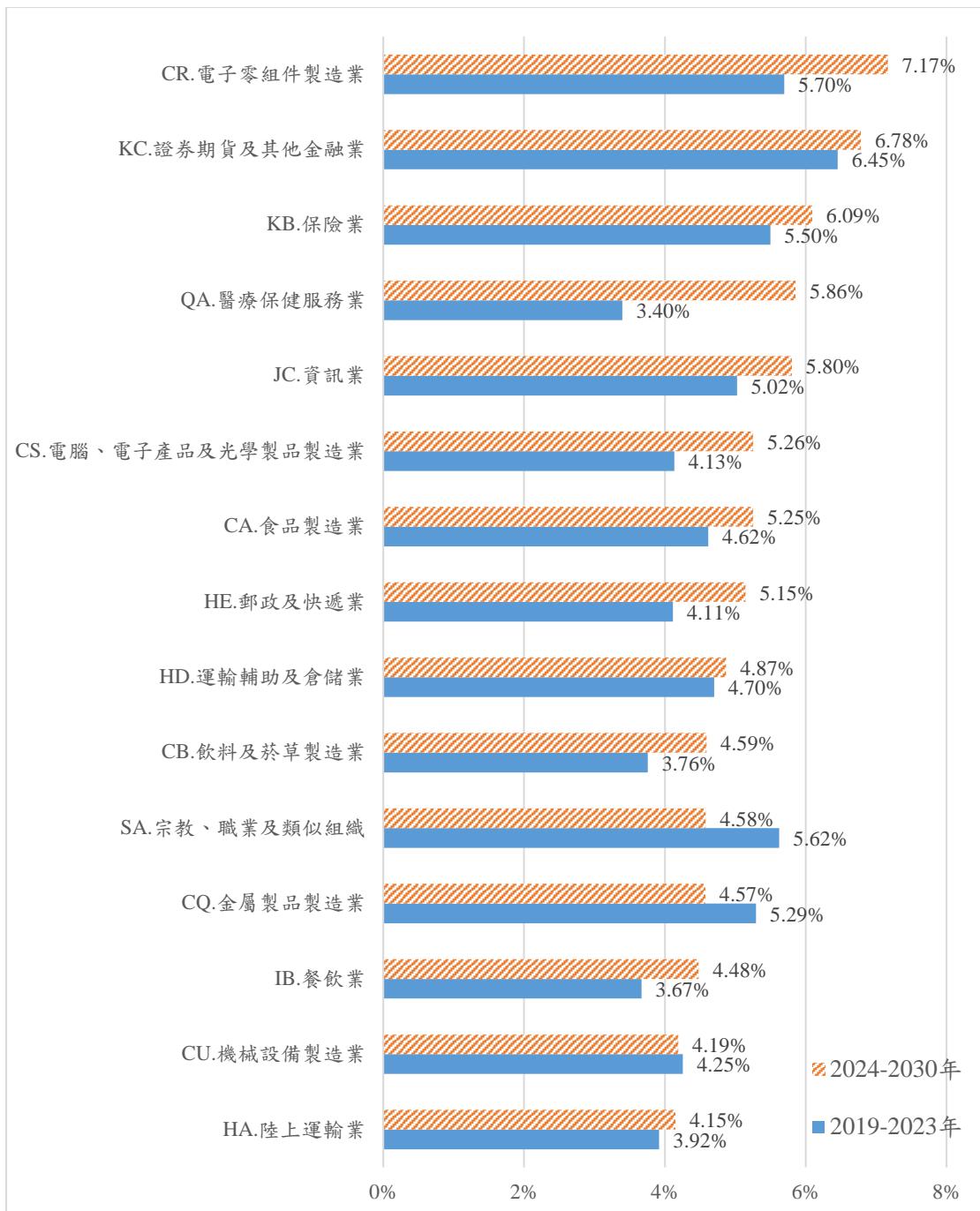


圖 5-13 2019~2030 年 1 碼行業別產值年平均成長率



**圖 5-14 2019~2030 年產值成長最快前 15 大 2 碼行業**

### (三) 2019~2030 年我國各業產值變動觀察

為進一步將未來產業圖像與各行業別產值變化結合，分別針對 19 大類行業別，檢視其產業的變化。

## 1. 農、林、漁、牧業

2019 年至 2030 年期間，我國農、林、漁、牧業之產值變化如圖 5-15 所示，其中實線部分為 2005~2018 年已實現之產值，而虛線則為 2019~2030 年之產值變化。由圖 5-15 可以發現在依據未來產業圖像所設計之政策情境設計模擬結果，數位化科技的應用有助於促成農、林、漁、牧業之產值的提升，然而根據其動態推估，2019~2030 年成長趨勢與過去相仿，可能是因為農、林、漁、牧業之產值占我國總產值比率不到 2% (2018 年占比為 1.67%)，即使應用數位化科技可望促進生產效率，但由於產業結構占比較小，誘因仍是不足，因此數位化科技應用雖然可提升對農、林、漁、牧業之產值，惟其產值之成長速度與過去近似。

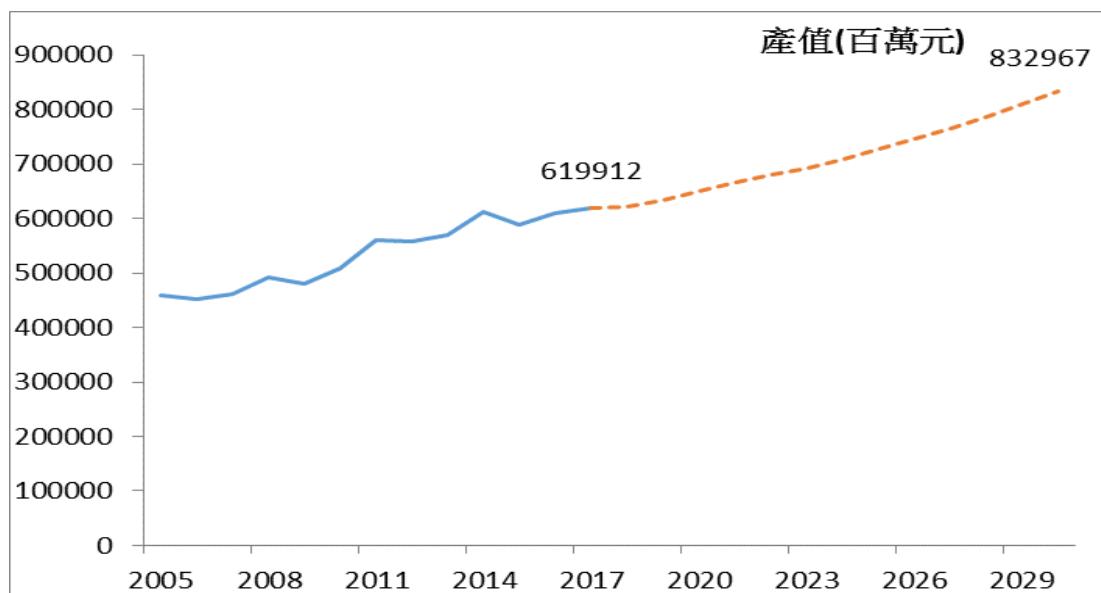


圖 5-15 農、林、漁、牧業之產值變化

## 2. 矿業及土石採取業

圖 5-16 矿業及土石採取業在數位化科技應用之政策情境下 2019~2030 年產值成長呈現平緩的態勢，2019~2030 年之複合成長率約 0.18%，其中，在 2019~2023 年期間呈現略為下降的趨勢，而 2024~2030 年後則呈現微幅成長。主要是

因為雖然我國礦產之自然資源有限，短期 0~5 年內限縮了礦業及土石採取業的發展，但隨著時間的推移，擴大數位化科技的應用的廣度與深度，在產業關聯之下，對礦業及土石採取業對產值影響仍有一定效果，數位化科技應用的深化可望微幅提升該產業的產值。

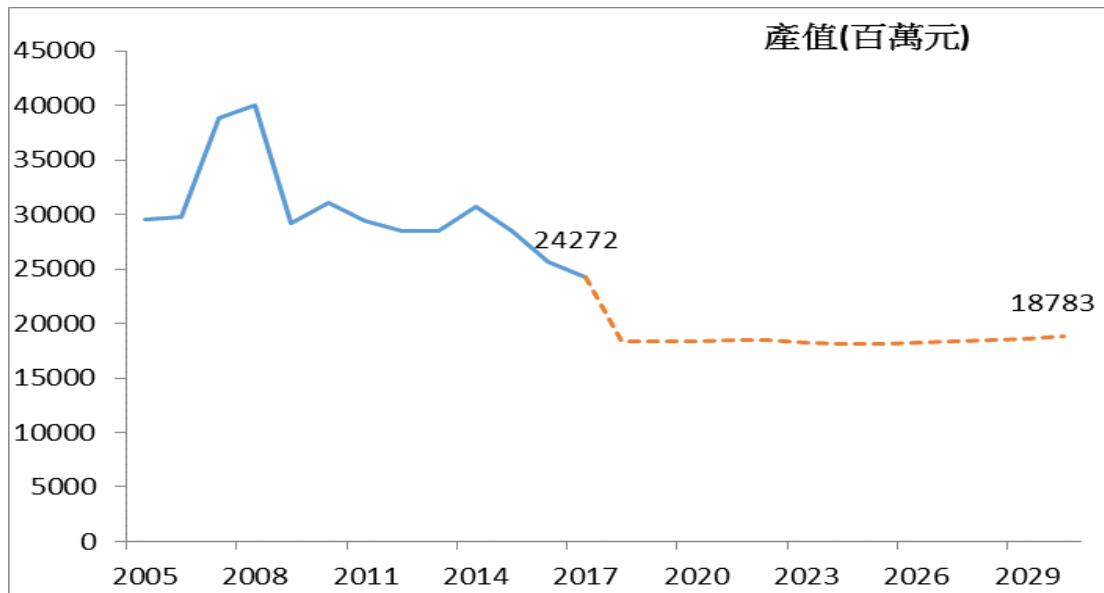


圖 5-16 矿業及土石採取業之產值變化

### 3.C. 製造業

製造業的產值為 19 大類行業中最高，由未來產業圖像所設計的政策情境模擬結果來看，「智慧製造」以及「產業綠能化」的成長動力，對製造業產值具明顯的影響，使整體製造業的產值成長率提高，且隨著時間推移效果更為明顯。

根據政策情境的模擬結果，過去 5 年（2014~2018 年）製造業產值之平均每年成長率為 2.44%，但在 2019~2024 年期間，製造業產值之年平均成長率提高為 3.85%，而在 2024~2030 年期間，年平均成長率則進一步提高為 4.68%，顯示因數位化科技應用的深化，對製造業的產值影響逐步增加，特別是在製造業中的電子零組件製造業與電腦、電子產品及光學製品製造業，在 2019~2023 年期間，年平均成長率

分別為 5.70% 與 4.13%；但在 2024~2030 年期間年平均成長率則分別高達 7.17% 與 5.26%，顯示隨著數位化科技應用的深化，5 年之後電子零組件製造業與電腦、電子產品及光學製品製造業之產值推升的效果將較數位化應用之前 5 年更為顯著。

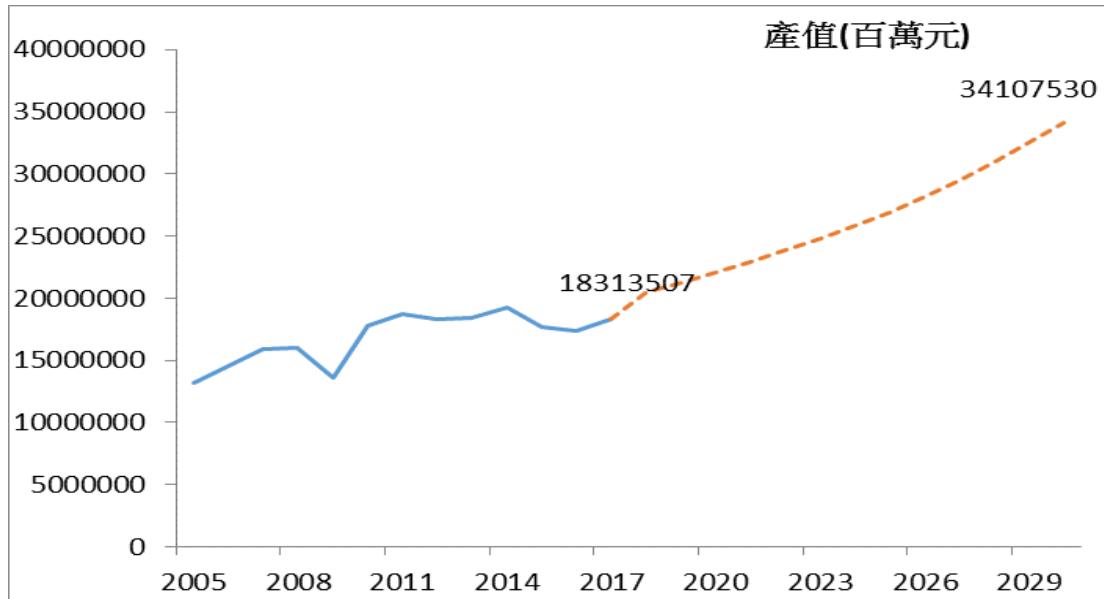


圖 5-17 製造業之產值變化

#### 4. 電力及燃氣供應業

雖然過去我國電力及燃氣供應業產值呈現明顯上升的趨勢，但近 5 年（2014~2018 年）來該產業之成長率則呈現下降的趨勢（平均年成長率為 -0.18%），亦即雖然各產業對電力的用量逐年提高，但對於整體產值近 5 年來卻呈現下降的趨勢，電力用量的增加並未反應在整體產值的提升；再加上政策情境中對於電力及燃氣供應業之 ICT 投入之要素生產力並未提升，因此該產業 2019~2030 年產業成長趨勢在前 5 年呈現在過去 5 年略高的產值成長態勢（2019~2024 年期間，年平均成長率為 -0.15%），但隨著數位化科技應用深化，2024~2030 年期間之年平均成長率則為微幅正成長 0.42%。

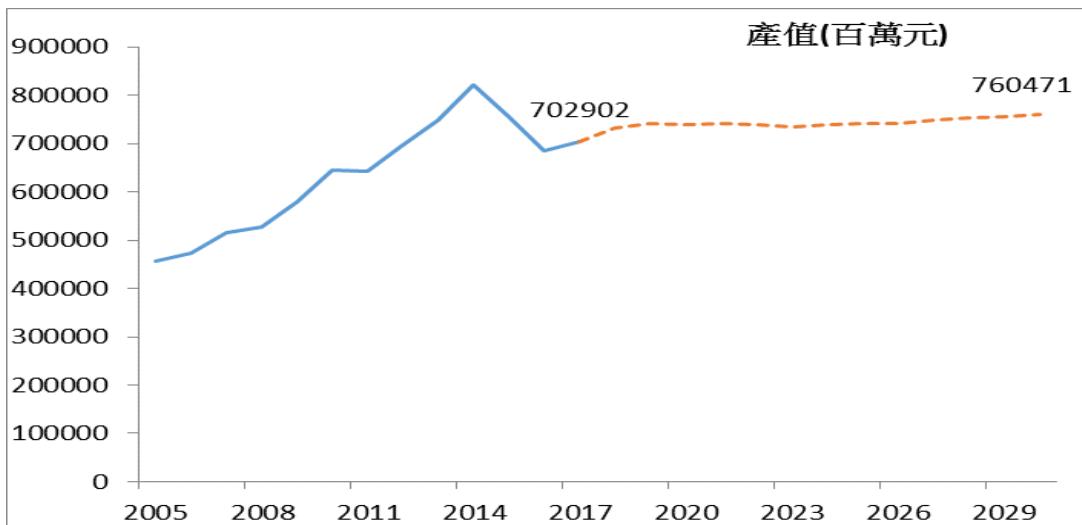


圖 5-18 電力及燃氣供應業之產值變化

## 5. 用水供應及污染整治業

2019 年~2030 年用水供應及污染整治業的產值變化則呈現逐步上升的趨勢，其中在 2019~2024 年期間，年平均成長率為 1.92%；而 2024 年~2030 年期間，年平均成長率則為 3.07%。除了因為在政策情境設計中因數位科技的應用提升用水供應及污染整治業的要素生產力，且因為該行業與其他行業之產業關聯度也較低，數位化科技之擴散較果並不顯著，因此在我國未來產業圖像之成長驅動力對該產業的影響程度在各產業別中居於中等位置。

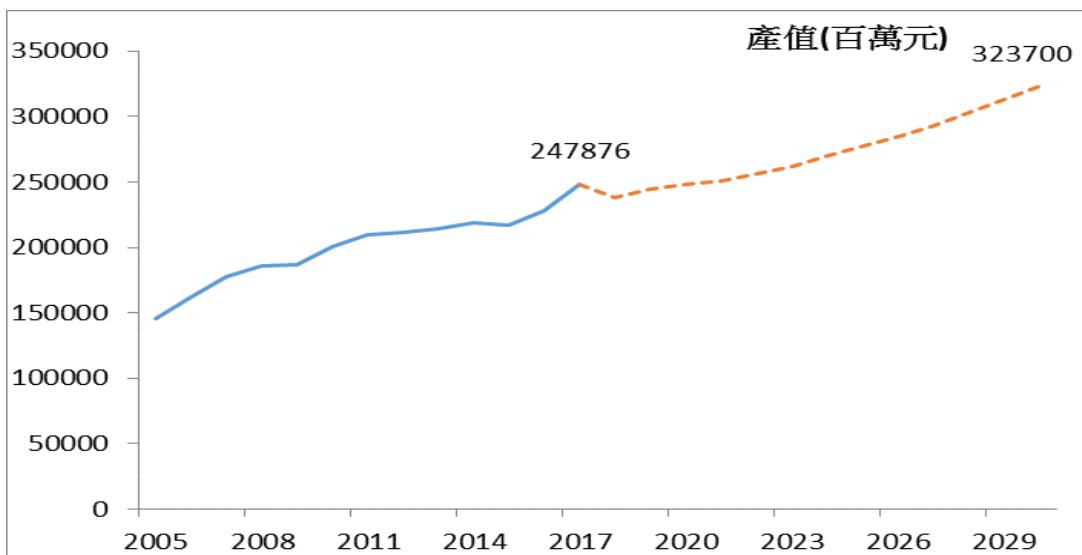


圖 5-19 用水供應及污染整治業之產值變化

## 6.營造業

觀察營造業 2019~2030 年在未來產業圖像之政策情境的動態模擬結果，營造業的產值呈現緩慢上升的態勢，2019~2023 年期間之年平均成長率為 1.89%，而 2024~2030 年期間之年平均成長率則為 2.65%。主要是因為雖然在未來產業圖像之政策情境設計上並未針對營造業之要素生產力進行提升，但因為營造業與其他行業之產業關聯性相對較高，因此隨著其他行業產值的提升，也帶動營造業的產值提高，且隨著數位化科技應用的深化，對營造業之產值的提升幅度亦逐步增加。

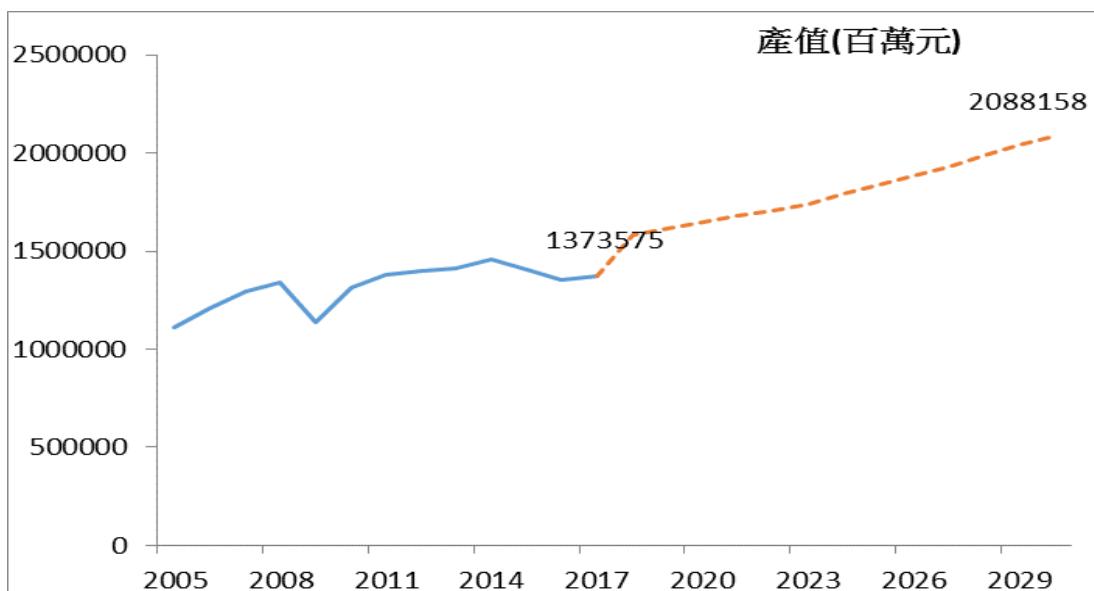


圖 5-20 營造業之產值變化

## 7.批發及零售業

2019~2030 年批發及零售業之產值變化與過去趨勢相仿，但 2019~2024 年期間之年平均成長率 1.76% 與 2024~2030 年期間之年平均成長率 3.21%，則均高於過去 5 年之年平均成長率 1.50%。

由批發及零售業之產值變動趨勢來看，隨者數位化科技的導入，對批發零售業的產值提升有所助益，若進一步觀察其批發業及零售業 2 個中分類行業，其中零售業之產值提升幅度高於批發業（批發業 2019~2030 年之年平均成長率為 2.09%；而零售業 2019~2030 年之年平均成長率為 3.34%），亦即數位化應用對零售業的產值提升程度較高，此結果也符合未來產業圖像電商與物流之政策情境設計：「批發業 0~5 年要素生產力提高 5%，6~12 年要素生產力提高 10%；零售業 0~5 年要素生產力提高 10%，6~12 年要素生產力提高 20%」。

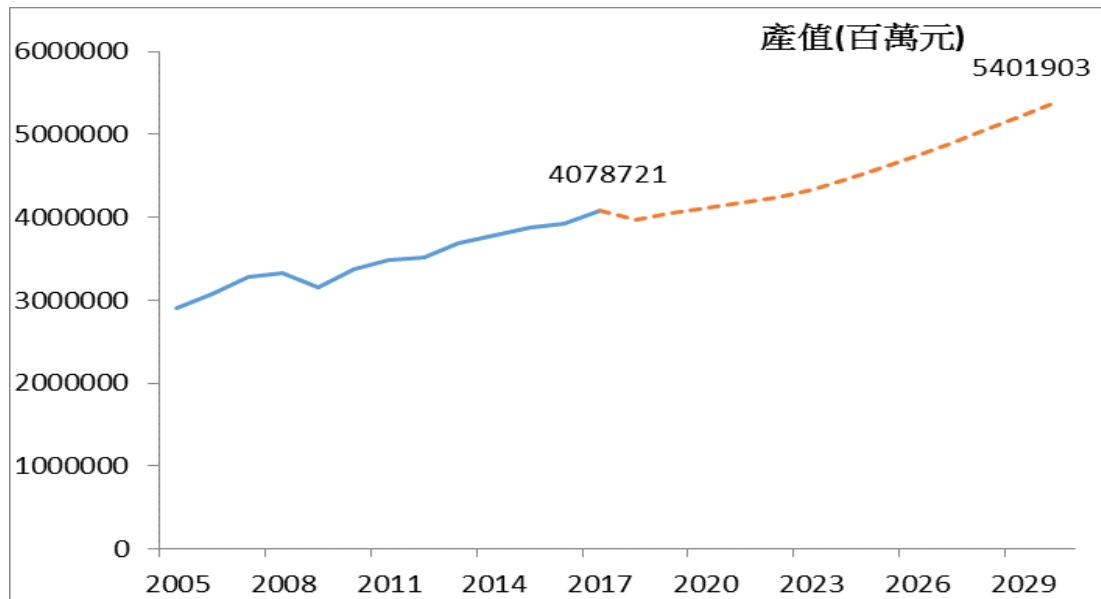


圖 5-21 批發及零售業之產值變化

## 8. 運輸及倉儲業

由未來產業圖像之政策情境動態模擬結果來看，運輸及倉儲業隨數位化應用的廣度及深度提昇，其產值呈現逐年成長的趨勢。其中 2019~2023 年，年平均成長率為 3.60%；而 2024~2030 年期間，年平均成長率提高為 4.02%。

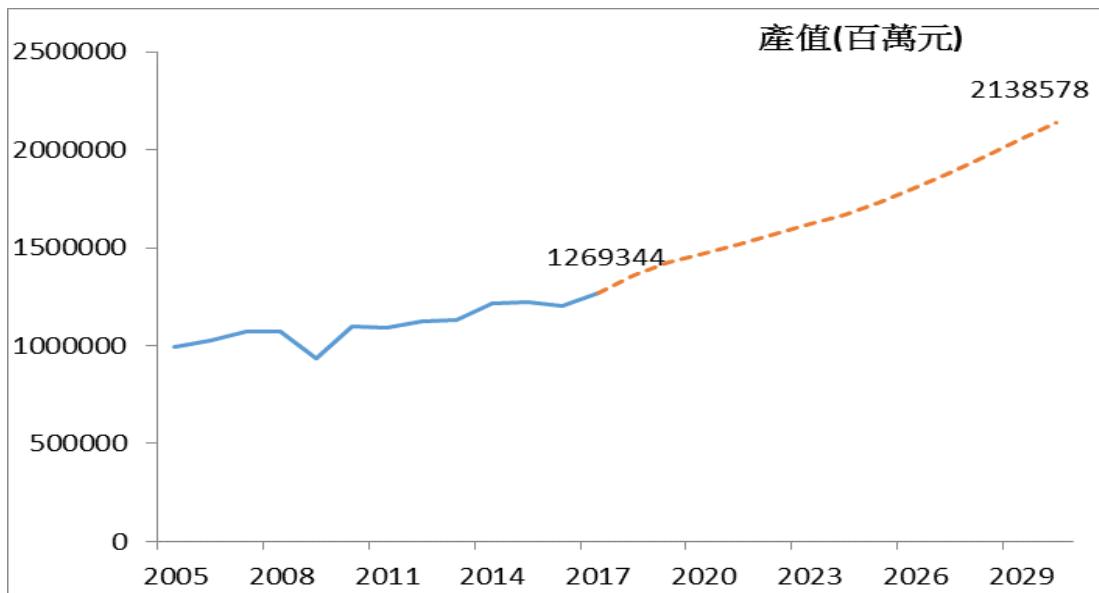


圖 5-22 運輸及倉儲業之產值變化

## 9. 住宿及餐飲業

由於電商的興起，再加上國人外食的比例增加，在未來產業圖像之政策情境模擬結果，2019~2030 年住宿及餐飲業的產值呈現較過去更為快速的成長勢，該行業在 2019~2023 年期間之年平均成長率 3.46% 與 2024~2030 年期間之年平均成長率 4.29%。

值得注意的是，在中分類的子行業中，餐飲業產值的成長速度高於住宿業，在 2019~2030 年期間，住宿業之年平均成長率為 2.93%，而餐飲業之年平均成長率則為 4.14%。另外，隨著數位化科技應用的深化，在 0~5 年（2019~2023 年）期間住宿業與餐飲業之產值的成長速度（年平均成長率）分別為 2.52% 與 3.67%，低於 2024~2030 年期間住宿業及餐飲業之產值的成長速度（年平均成長率）3.22% 與 4.48%。

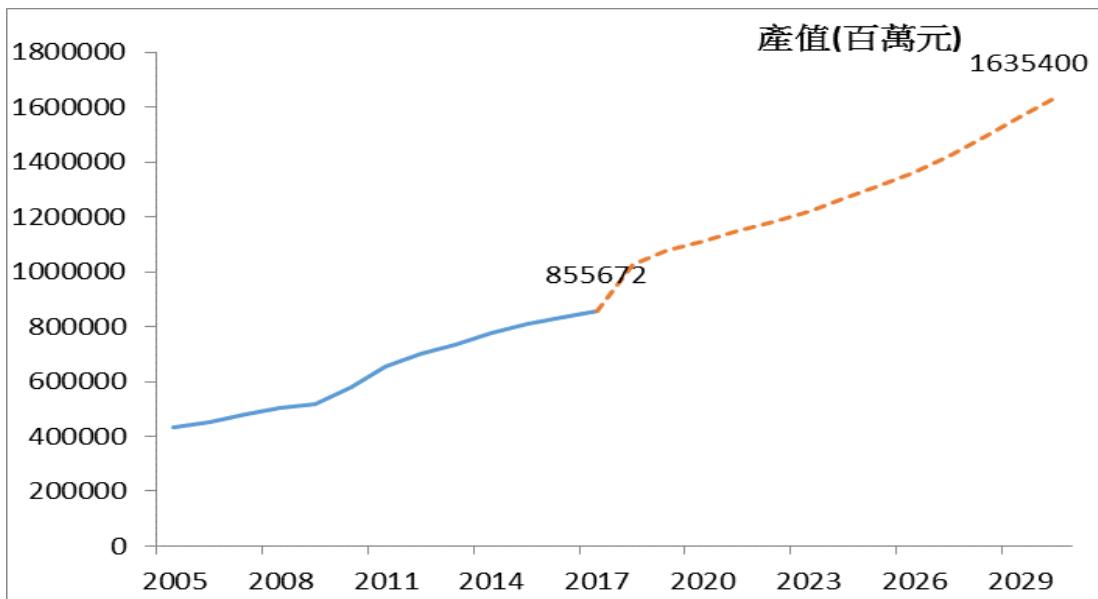


圖 5-23 住宿及餐飲業之產值變化

## 10. 資訊及通訊傳播業

2019~2030 年資訊及通訊傳播業的產值主要成長動能來自新興服務業電子商務的興起，以及各行業在生產過程中對資訊及通訊傳播業的需求；另外，隨著 4G 的普及化以及 5G 的構建，未來的電信業與資訊業的市場也逐擴增，雖然短期 0~5 年間效果未必大幅度擴增，但由模擬結果可以看出，6~12 年（2024~2030 年）期間，其成長速度較 2019~2024 年更為快速。資訊及通訊傳播業在 2019~2024 年以及 2024~2030 年期產值的年平均成長率分別為 2.53% 與 3.40%，其中在資訊及通訊傳播業的中分類子行業中，電信業及資訊業之年平均成長率，亦高於資訊及通訊傳播業之年平均成長率。

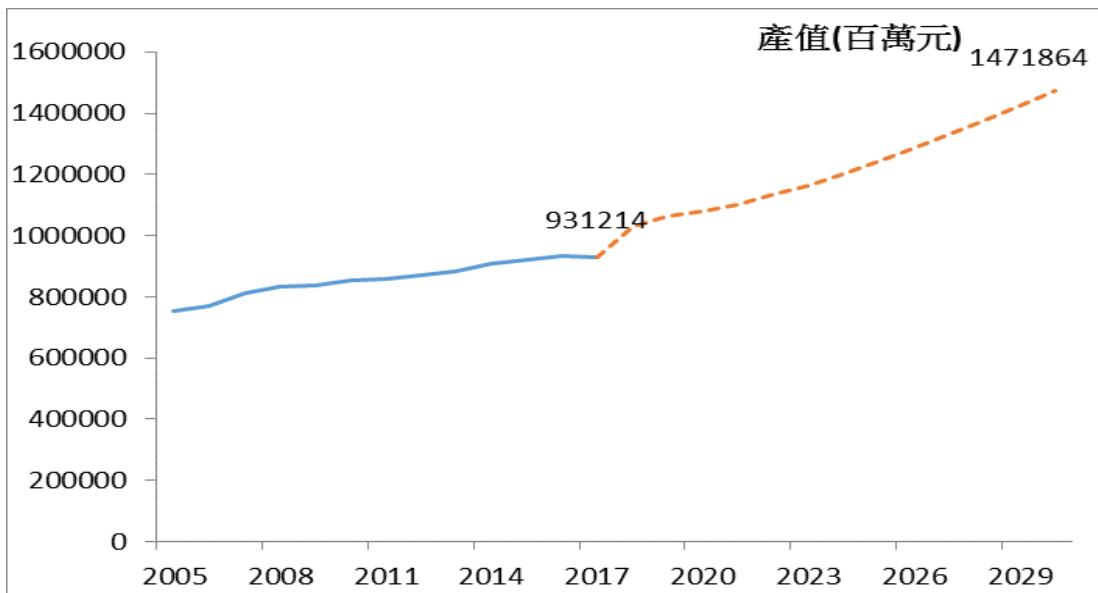


圖 5-24 資訊及通訊傳播業之產值變化

## 11. 金融及保險業

數位化科技的應用，促使金融及保險業者進入 Fintech2.0 的時代，再加上高齡化趨勢使民眾對保險業的需求提高，由未來圖像之政策情境模擬結果可以發現，金融及保險業之產值將逐年提高，且未來 6~12 年（2024~2030 年）期間的年平均成長率 4.64% 高於 0~5 年（2019~2023 年）的產值年平均成長率 3.33%。

值得注意的是，雖然金融及保險業之大分類行業的產值提升，但 3 個中分類的次行業中，金融中介業的產值在未來 2019~2023 年間的產值提升較為微弱，成長率僅 1.10%，低於金融中介業過去 5 年（2014~2018 年）之產值年平均成長率 2.76%，主要是因為 Fintech2.0 的時代民眾多使用網路處理金融中介業務，傳統銀行面臨衝擊，致使其產值成長趨緩，但隨著數位化應用深化後，可望使金融中介業之產值在 2024~2030 年期間年平均成長率提高至 2.72%，惟其提升幅度仍不如金融及保險業者的其他 2 個中分類次行業（保險業 5.50% 與證券期貨及其他金融業 6.45%）

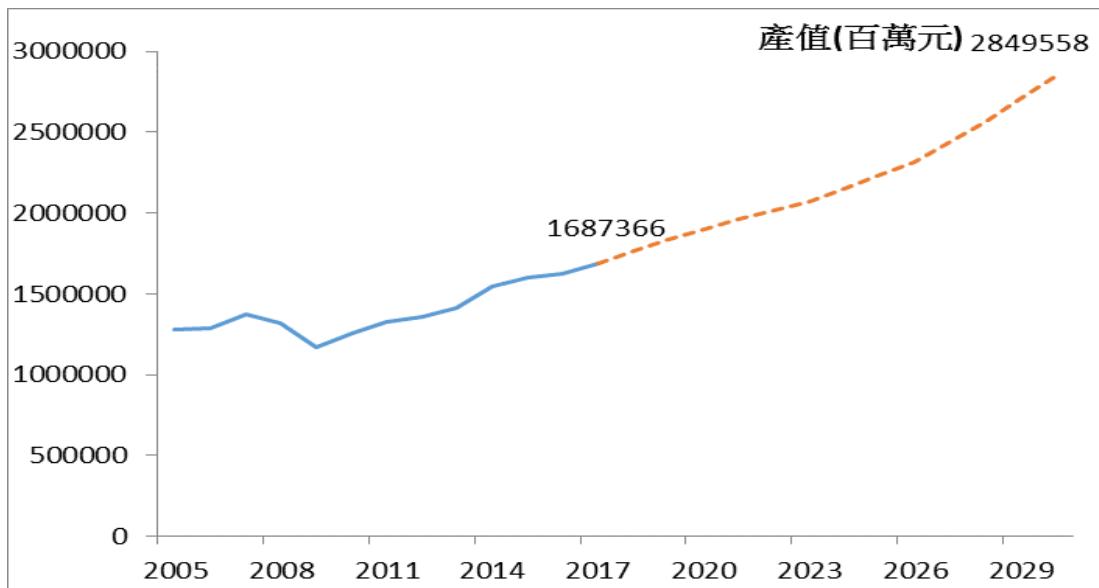


圖 5-25 金融及保險業之產值變化

## 12. 不動產及住宅服務業

2019~2030 年不動產及住宅服務業之產值變化呈緩慢上升的趨勢，2019~2023 年期間之年平均成長率為 2.44%，而 2024~2030 年期間之年平均成長率則為 2.97%。主要是因為雖然在未來產業圖像之政策情境設計上並未針對不動產及住宅服務業之要素生產力進行提升，其成長動力來自其他產業的擴散效果，因此該產業之產值成長呈平緩上升的態勢。

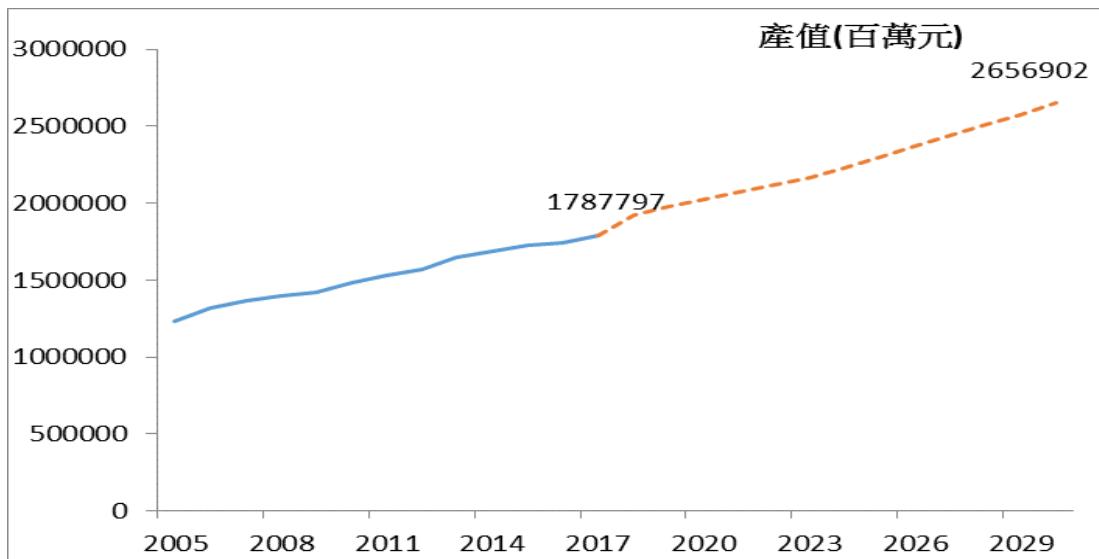


圖 5-26 不動產及住宅服務業之產值變化

### 13. 專業、科學及技術服務業

根據主計總處發布之「行業標準分類」定義，專業、科學及技術服務業係指從事專業、科學與技術服務之行業，如管理顧問、技術分析、研究發展、市場研究等，而在數位化時代，上述的各項工作皆為市場所需求的人才，因此在市場需求的推動下，專業、科學及技術服務業的產值成長速度隨著數位化科技的深化而愈高，2019~2023 年期間的年平均成長率為 3.51%，但在 2024~2030 年期間，其年平均成長率則因市場的需求而提高至 5.21%。

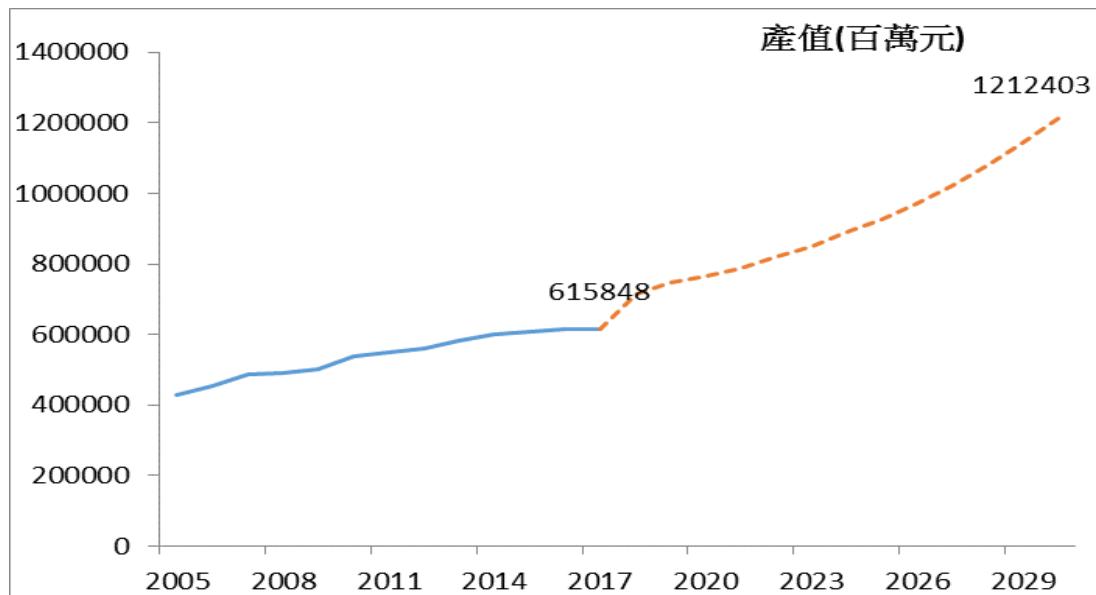


圖 5-27 專業、科學及技術服務業之產值變化

### 14. 支援服務業

根據主計總處的「行業標準分類」定義，支援服務業包括租賃、人力仲介、旅行相關服務、保全及行政支援服務等，即使數位化科技應用隨時間而逐漸擴大與深化，但上述各項行業仍為市場所需要，因此未來（2019~2030 年）該產業產值的成長速度仍相對較高，其年成長率約為 4.32%，然值得注意的是，支援服務業的成長趨勢與其他行業不同，隨著數位科技的深化，對支援服務業的需求反而降低（2019~202 年

之年平均成長率為 4.79%，2024~2030 年之年平均成長率為 3.98%）。

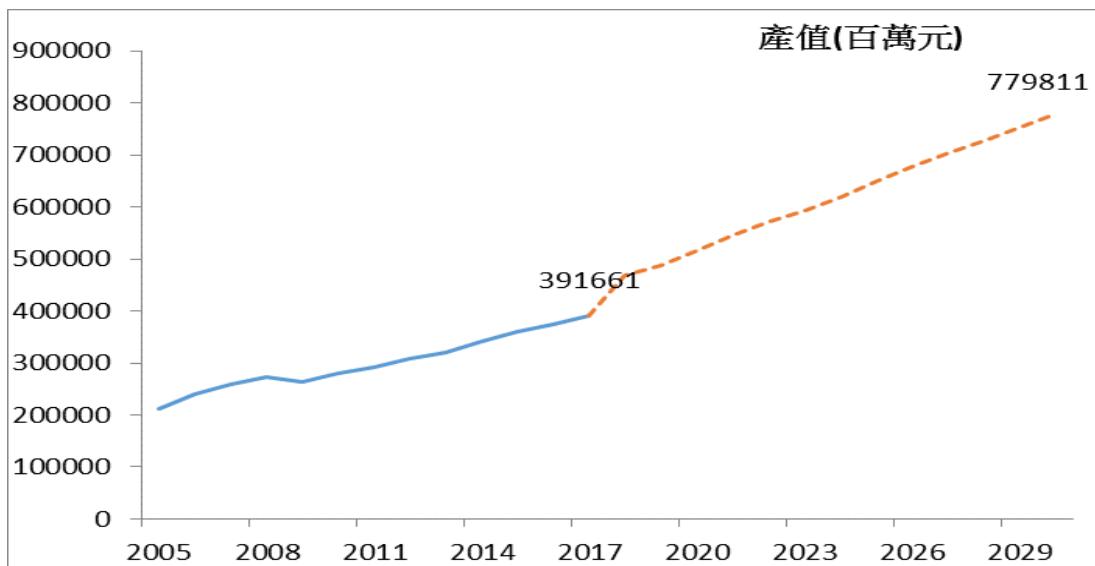


圖 5-28 支援服務業之產值變化

#### 15. 公共行政及國防；強制性社會安全

公共行政及國防；強制性社會安全產業有別於其他產業，該產業與其他行業的產業關聯性相對較低，因此數位化應用的深化，對其產值的影響也較低，根據本計畫動態模擬的結果，2019~2023 年之年平均成長率為 0.35%，2024~2030 年之年平均成長率為 1.0%。

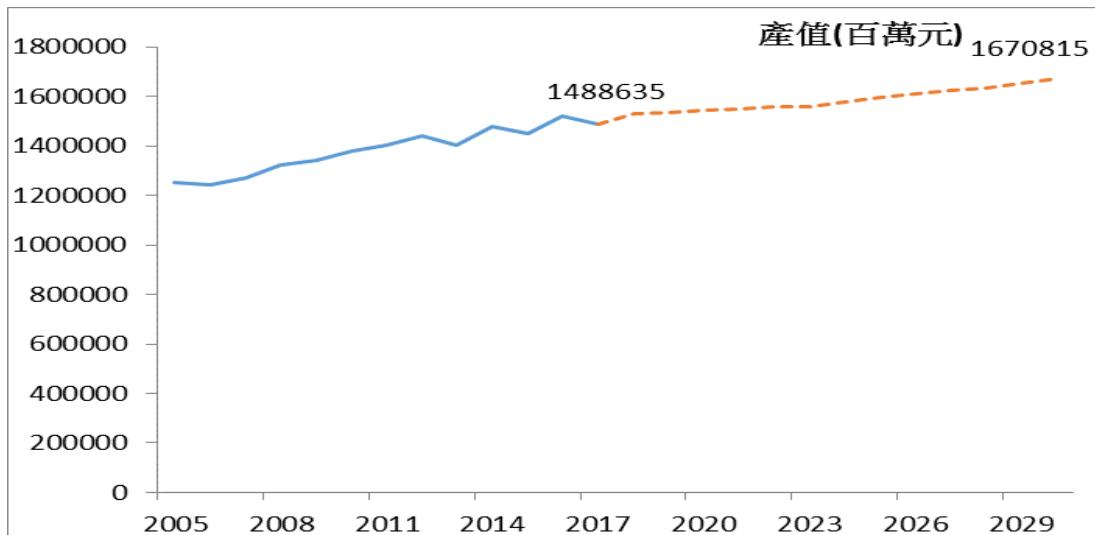


圖 5-29 公共行政及國防；強制性社會安全之產值變化

## 16.教育服務業

隨著國內少子化的趨勢，教育服務業的市場正逐漸萎縮，過去教育服務業之產值乃呈現明顯成長趨勢，但自 2016 年起，教育服務業之產值已轉為負成長。雖然數位化科技的應用可望協助提高該產業產值，但隨著該產業需求人口逐漸減少，因此未來（2019~2030 年）教育服務業的產值則呈現平緩上升的態勢，其中 2019~2023 年之年平均成長率為 0.70%，2024~2030 年之年平均成長率為 0.98%。

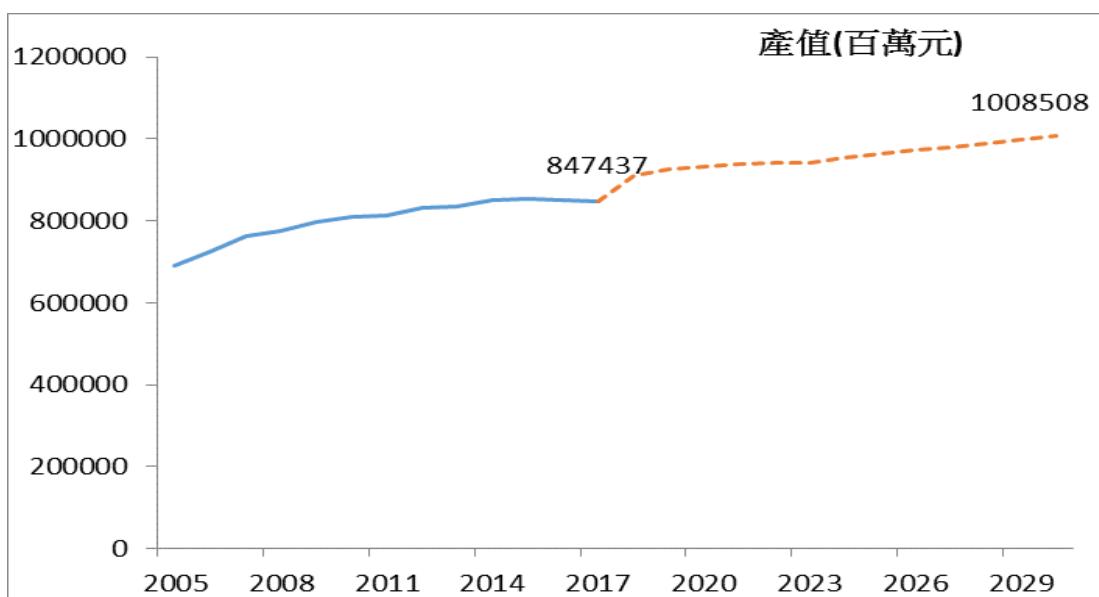


圖 5-30 教育服務業之產值變化

## 17.醫療保健及社會工作服務業

高齡化社會使得民眾對於醫療保險的需求逐漸提高，來自市場需求的驅動力，再加上數位科技的運用，將使醫療保健及社會工作服務業的產值在 2019~2030 年期間呈現較過去 5 年（2014~2018 年）更為明顯的成長趨勢，特別在 2024~2030 年期間醫療保健及社會工作服務業產值的年平均成長率更高於 2019~2023 年，因為數位科技深化而使醫療保健及社會工作服務業在 2024~2030 年間產值年平均成長率 5.70%，高於 2019~2023 年間的產值年平均成長率 3.25%。

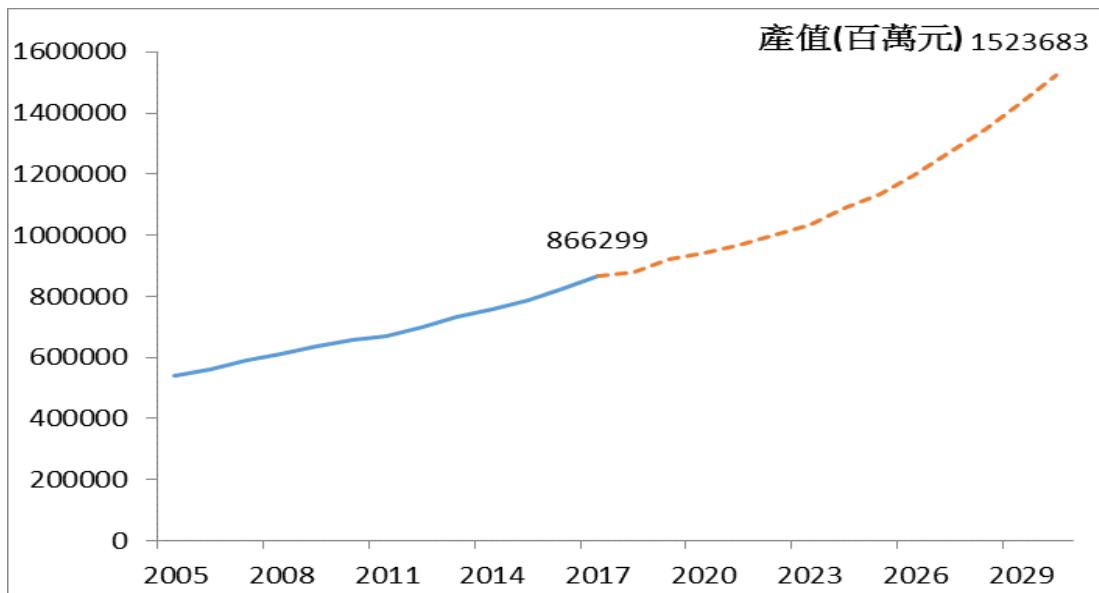


圖 5-31 醫療保健及社會工作服務業之產值變化

#### 18. 藝術、娛樂及休閒服務業

根據主計總處的「行業標準分類」定義，藝術、娛樂及休閒服務業包括從事創作及藝術表演，經營圖書館、檔案保存、博物館及類似機構，博奕、運動、娛樂及休閒服務等之行業。事實上，未來產業圖像之 5 個面向的成長驅動力，對此行業的影響並不明顯，從模型的設計來看，因為政策情境設計並未影響藝術、娛樂及休閒服務業，且該行業與其他行業的產業關聯性相對較弱，若其他行業因數位化深化而提高其產值時，對藝術、娛樂及休閒服務業的市場則較不具影響效果，故而 2019~2030 年產值呈現平緩上升的趨勢，藝術、娛樂及休閒服務在 2019~2023 年間產值年平均成長率為 1.55%，而 2024~2030 年期間之產值年平均成長率 1.95%。

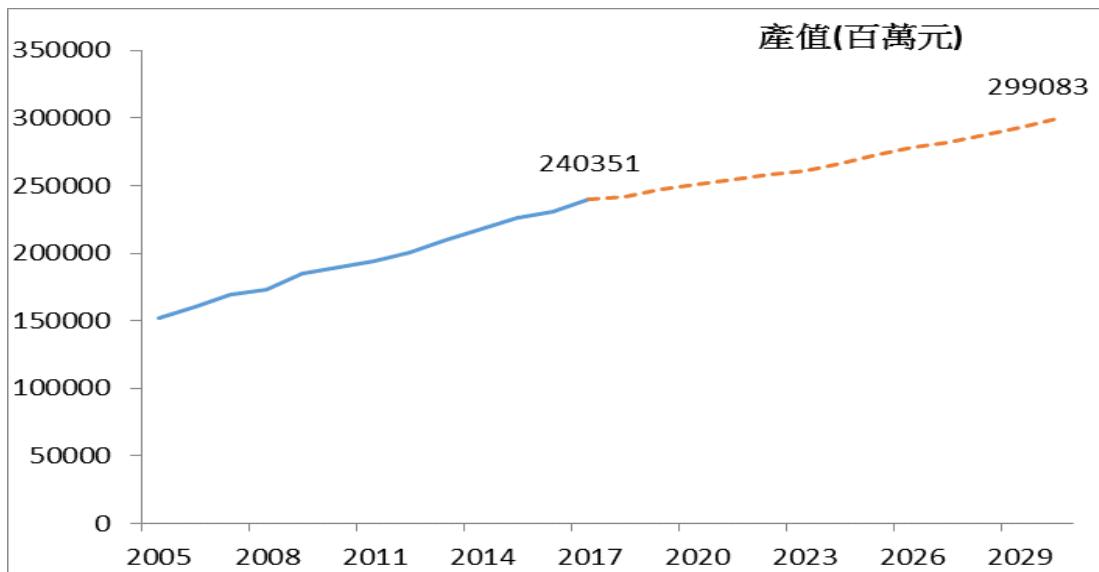


圖 5-32 藝術、娛樂及休閒服務業之產值變化

#### 19. 其他服務業

2019~2030 年期間其他服務業之產值變化呈緩慢上升的趨勢，2019~2024 年期間之年平均成長率為 0.88%，而 2024~2030 年期間之年平均成長率則為 1.55%。主要是因為雖然在未來產業圖像之政策情境設計上並未針對其他服務業之要素生產力進行提升，因此該產業之產值成長呈平緩上升的態勢。

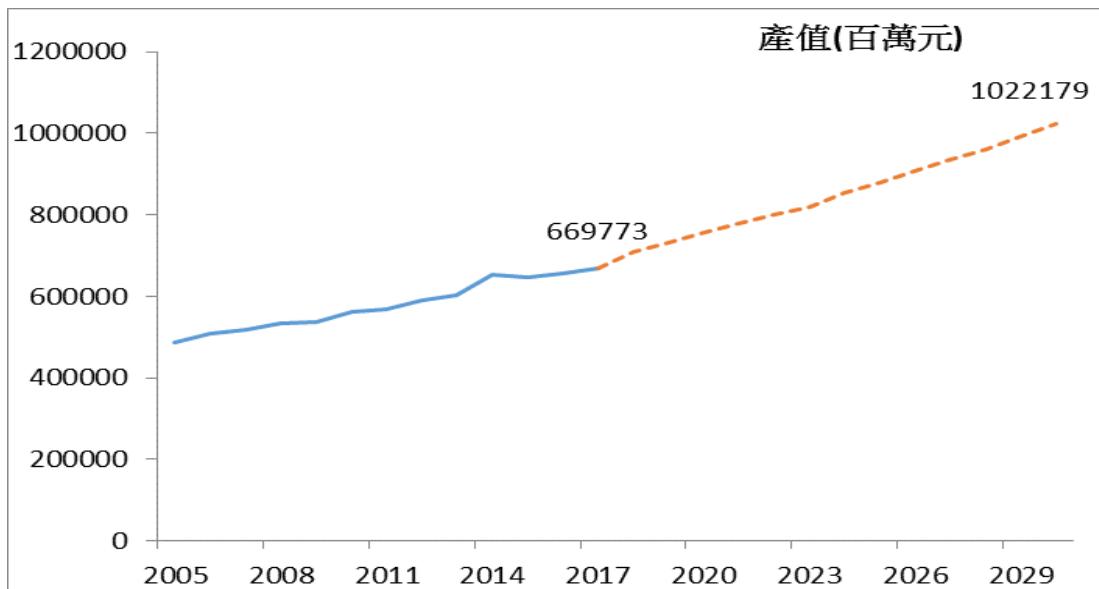


圖 5-33 其他服務業之產值變化

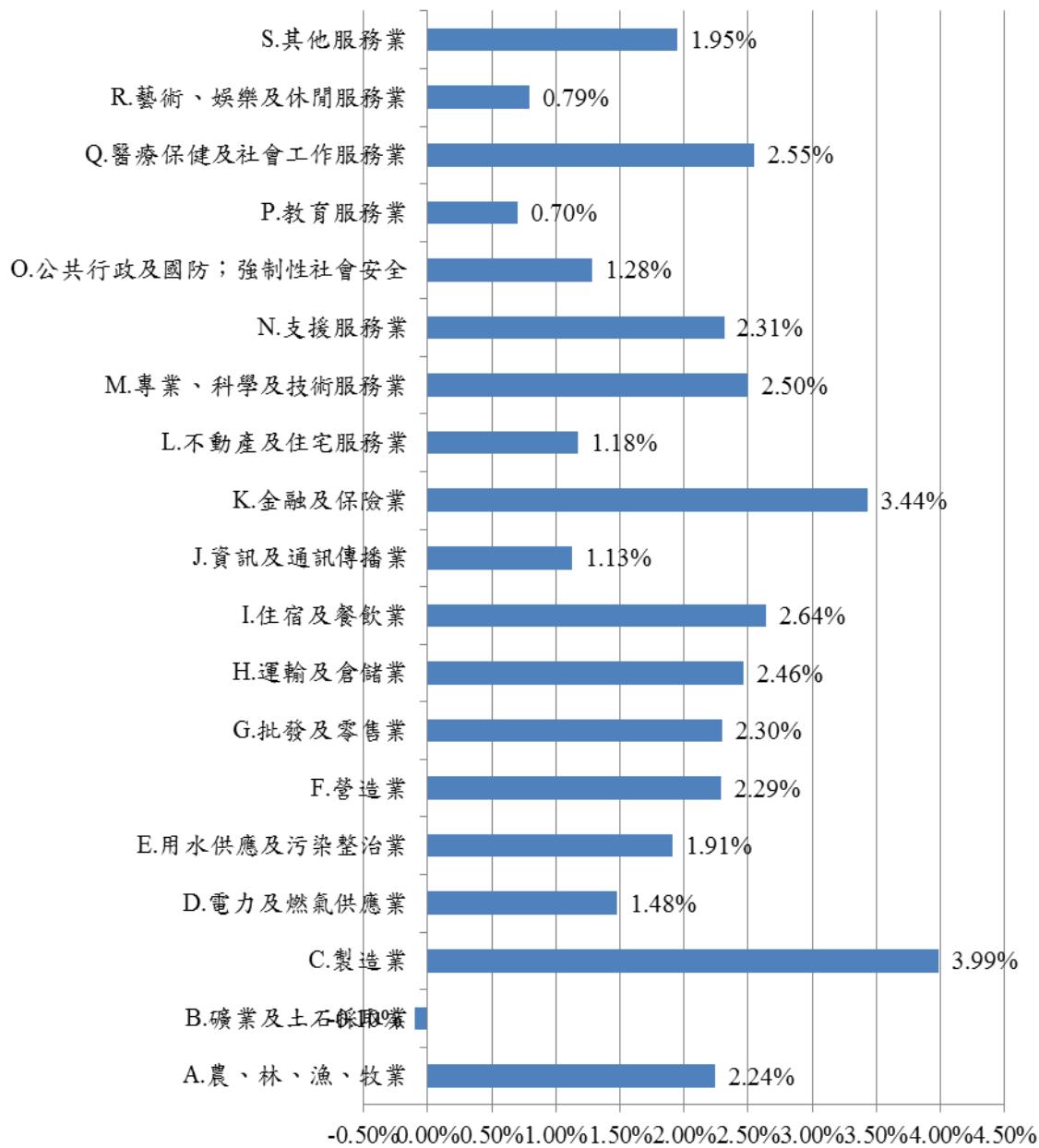
## 第三節 2030 年人力需求推估結果

目前我國所採用之人力需求推估模型，其意涵係透過對未來圖像的描繪，推估各行業業產值的成長變化，再考量若未來人均產值的變動時，各行業間欲維持其產值目標所需的人力需求配置。因此，在推估整體國內各行業的人力需求配置時，必須先推估未來各行業之產值變化以及該行業之人均產值變化。

### 一、人均產值與最終人力需求

由上一節說明，本計畫在人力需求模型推估前，運用 CGE 模型，並導入依未來產業圖像所設計之政策情境，對 2019~2030 年各行業產值進行動態模擬，可以估算未來各行業之產值的變動趨勢。

由於 2019~2030 年之各行業人力需求，係以 2019~2030 年各行業之產值，除以各行業之人均產值，即可估算各行業的人力需求，本計畫配合 CGE 模型動態模擬的結果，設定各行業別之人均產值（如圖 5-34 所示）。



資料來源：本計畫估計。

圖 5-34 2019~2030 人均產值成長率

根據未來產業圖像設計政策情境，所模擬之整體與各行業之生產總額與產值之目標之下，預估我國最終人力需求如圖 5-35 所示，最終人力需求數將由 2018 年的 1215.8 萬人，成長至 2030 年的 1302.5 萬人，累計約增加 87 萬人，平均每年約增加 7.25 萬人。

其中，在2010~2018年期間，最終人力需求年平均成長率約為1.40%；在2019~2023年期間，由於數位化科技的應用，因為國內各行業之產值增幅不一，因此各行業別對於人力需求的增加幅度也不同，但整體最終人力需求之年平均成長率將降低至0.69%，平均每年增加8.9萬人；隨著時間的推移，數位化科技應用逐漸深化，促使人均產值也因而提升，若欲維持2024~2030年整體產值的目標，最終人力需求之年平均成長率將下降至0.52%，平均每年增加6.03萬人。

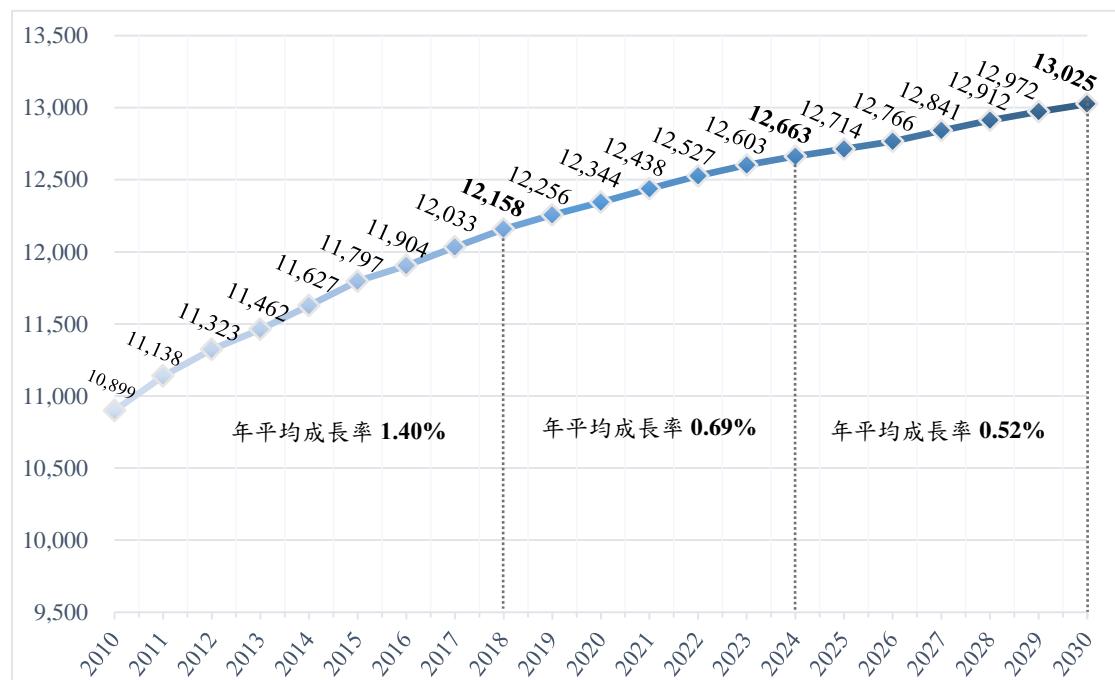


圖 5-35 2019~2030 年最終人力需求

## 二、行業別人力需求推估

若區分三級產業之人力需求推估，如圖 5-36 所示，2018 年我國三級產業之人力需求占比分別為農業 4.71%、工業 37.14% 與服務業 58.14%；至 2023 年時，農業之人力需求占比下降為 4.62%、工業之人力需求占比下降為 36.23%；而服務業占比則提高為 59.19%；而隨著數位化科技應用深化，至 2030 年時農業之人力需求占比持續下降為 4.52%、工業之人力需求占比下降為 35.85%；而服務業占比則提高為 59.62%。

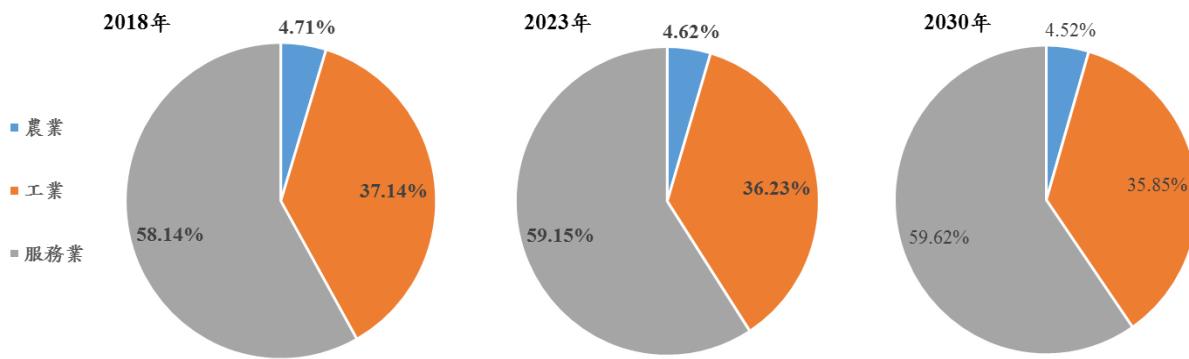


圖 5-36 2018~2030 年三級產業人力需求結構變化

進一步檢視 1 位碼之大分類行業別之人力需求變動如圖 5-37 所示，由圖 5-37 可以發現，在 2018 年以前，製造業、批發及零售業與住宿及餐飲業為人力需求最高的三個行業，也是就業人數最高的三個行業，但在未來產業圖家之政策情境之下，由於數位化科技的應用，再加上高齡化社會的來臨，因而「醫療保健及社會工作服務業」的人力需求增加較快，而人力密集的批發零售業則減少。

對比前一節國內各行業之產值成長幅度，在 2019~2024 年期間，成長幅度較高的前三大行業分別為「支援服務業」、「製造業」與「運輸及倉儲業」；而在 2024~2030 年期間，則以「醫療保

健及社會工作服務業」、「專業、科學及技術服務業」與「製造業」為成長速度較快的行業，由於各產業之人力需求係以各產業之產值除以各產業人均產值，因為各產業具之產值成長速度與其人均產值之成長速度有所不同，因此 2019~2030 年人力需求較高的前三行業分別為「製造業」、「醫療保健及社會工作服務業」與「住宿及餐飲業」。值得注意的是與數位經濟息息相關的「資訊及通訊傳播業」與「專業、科學及技術服務業」，2019~2030 年期間，平均每年人力需求的成長在各產業間排序也提高。

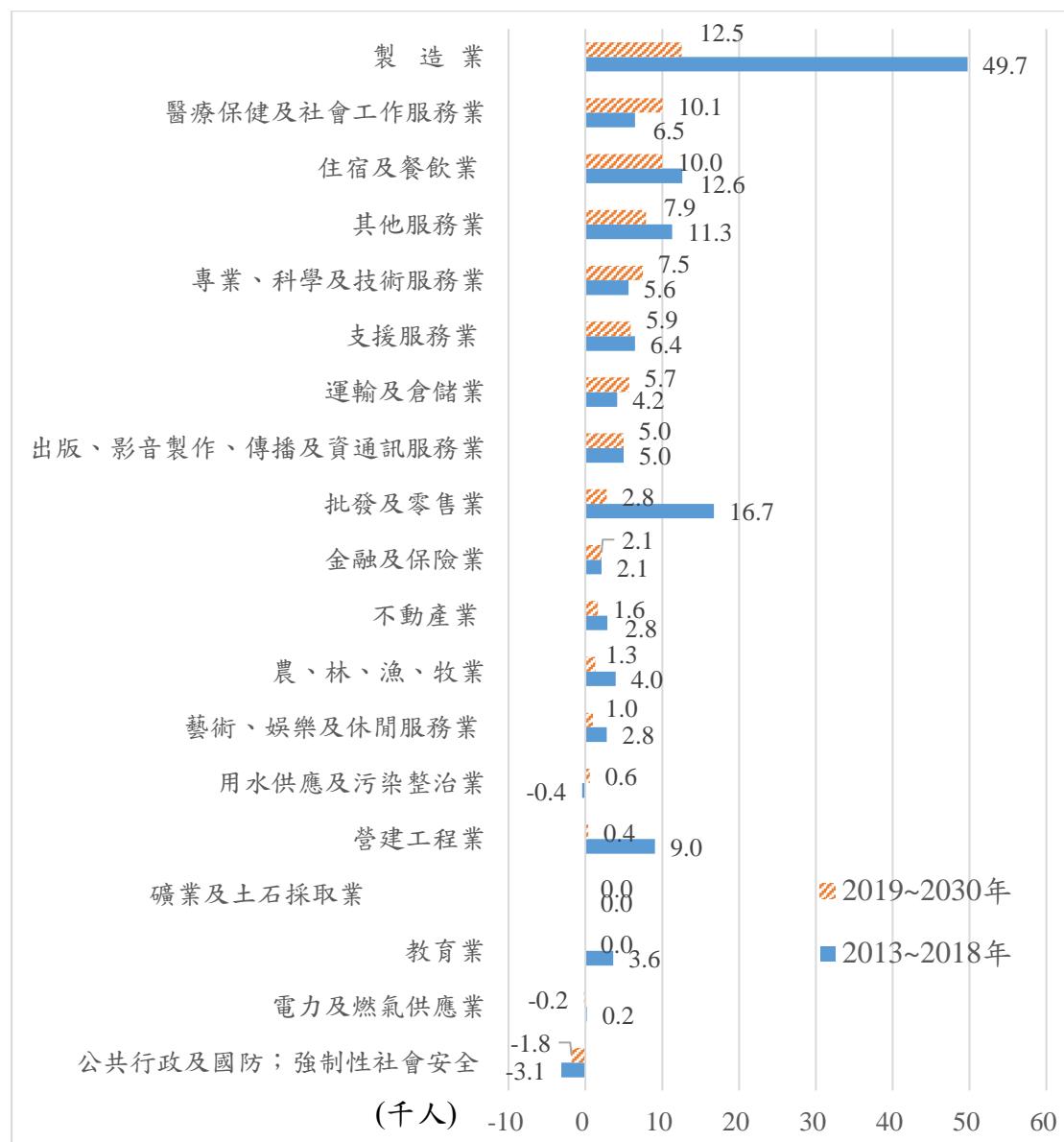


圖 5-37 1 碼行業別平均每年人力需求變動

進一步觀察 2019~2030 年中分類（2 位碼）行業別中，人力需求增加較高的前 10 名行業與人力需求減少較多的前 10 名行業，分別如圖 5-38 與圖 5-39 所示。首先觀察人力需求增加較高的前 10 名行業，其中以醫療保健業、餐飲業及電子零組件製造業為人力增加較多的前三名行業。

未來（2019~2030 年）人力需求增加最高者為醫療保健業，在 2012~2018 年期間平均每年人力需求僅 4 千人，但在 2019~2030 年期間，平均每年人力需求擴增為 8.5 千人，主要是因為高齡化的結果，促使醫療保健業興起，因其產值提升的幅度較高，故而所帶動人力需求也有較高的成長幅度。

餐飲業在 2019~2030 年人力需求僅次於醫療保健業，主要是因為隨著外食的蓬勃發展，餐飲業的商機帶動其人力需求的提升；至於電子零組件製造業，而在數位化時代中，對該產業的需求也將提高，因此其年平均產值成長率為相對高於其他大部分產業，在其產值成長率的目標之下，該行業仍需有較高的人力需求。

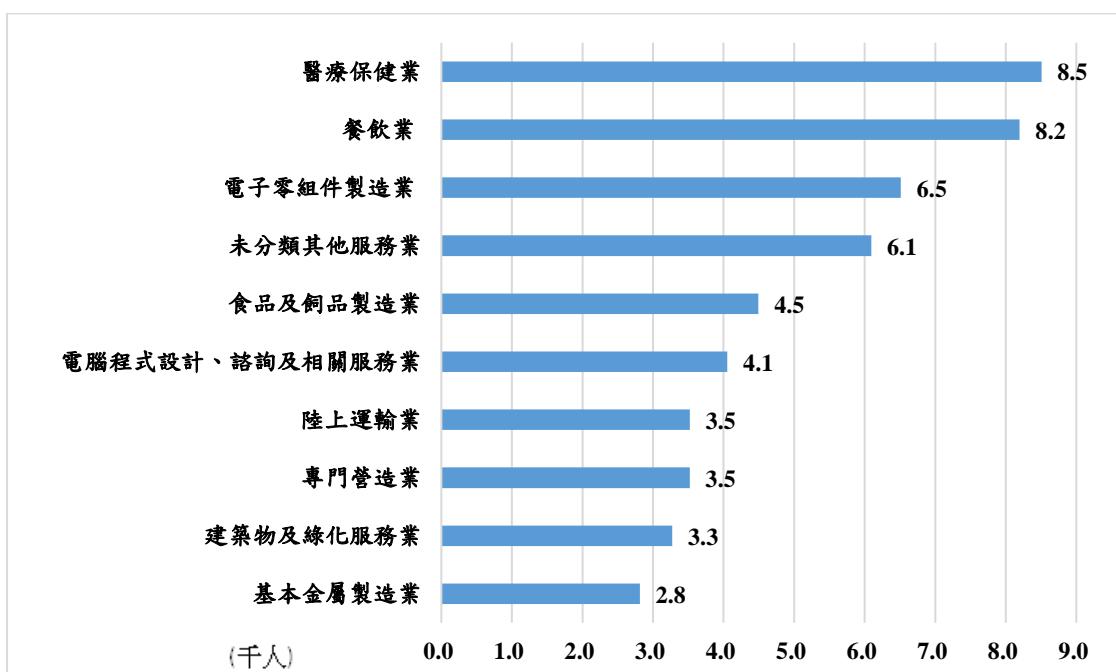


圖 5-38 2019~2030 年人力需求增加較多前 10 大行業（2 位碼）

進一步觀測 2019~2030 年人力需求減少較多的前 10 大行業（圖 5-39），減幅最高的為金融服務業，主要是因為數位化科技與技術應用下，人們傾向透過網路處理金融中介業務，傳統臨櫃之金融中介業務的人力需求將逐漸萎縮，因而造成其人力需求減少的幅度為（2 位碼）行業最高者；將縮減其就業機會在未來少子化的趨勢之下，教育業將面對一個正在萎縮的市場，其人力需求將減少，至於縮減幅度次之的「農耕業」，雖然 2019~2030 年期間，該行業的產值有所提升，但因為數位化科技與技術的進步，使得「農耕業」的人均產值提升幅度，高於該產業之總產值的提升幅度，造成該行業之人力需求減少。

觀察 2019~2030 年期間，人力需求減少較多的其他行業，也比其行業總產值與該行業之人均產值，造成其人力需求減少的原因，大多都是因為其人均產值提升的速度高於該行業總產值增加的速度，因此 2019~2030 年期間的人力需求減少。

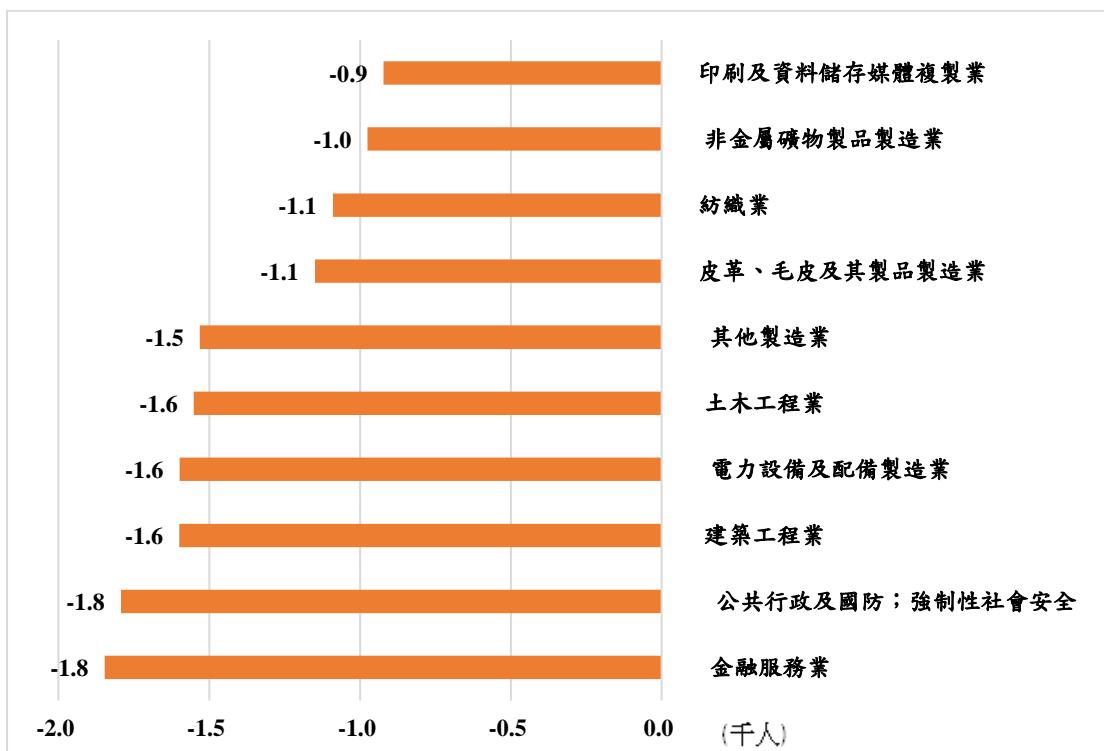


圖 5-39 2019~2030 年人力需求減少較多前 10 大行業（2 位碼）

### 三、職業別人力需求推估

觀察 2019~2030 年各職類別之人力需求變化如圖 5-40 所示，在 2019~2030 年期間，人力需求增加最多的職業別為專業人員，平均每年增加約 2.38 萬人，主要因為專業人員通常具有較高的技術水準，為數位經濟時間所需求的人力，隨著數位化科技與技術的應用與深化，對專業人員的需求也愈高，因此在 2019~2030 年期間，專業人員需求仍維持高成長。

至於服務及銷售人員，在 2019~2030 年期間，人力需求成長僅次於專業人員，但若與 2012~2018 年期間相比，人力需求大幅下降，主要是因為在數位化時代大量運用 ICT 技術，初期（2019~2023 年）服務及銷售人員的人力需求仍與 2012~2018 年期間相仿，勞動市場仍需要服務及銷售人員，但隨者數位化科技與技術應用的深化，未來依造機器來進行銷售與服務將取代一般服務與銷售人力，2024~2030 年期間服務與銷售人員的人力需求將明顯減少。因此服務及銷售人員之人力需求雖在所有職業類別之成長僅次於專業人員與技藝有關工作人員，但在 2019~2030 年期間人力需求呈現相當程度的減幅。

另外基層技術工與勞力工也是容易被取代的職類別，因此 2019~2030 年之人力需求與 2012~2018 年相比，下降幅度也相當明顯；與基層技術工上勞力工類似，機構設備操作及組裝人員，在數位化科技與技術應用與深化後，亦是可能被取代的人力，因此在 2019~2030 年間呈現明顯的降幅。

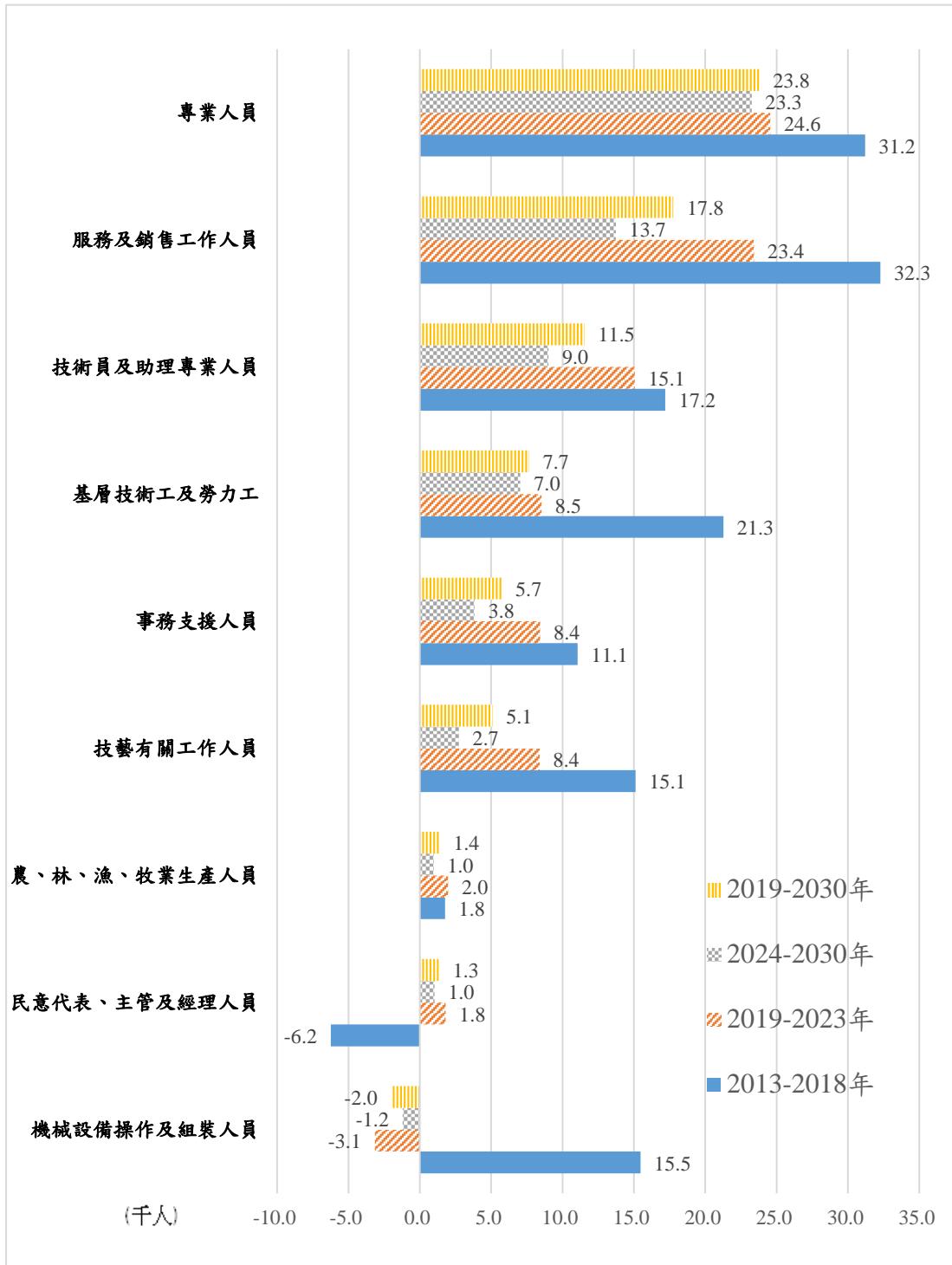


圖 5-40 1 碼職業別平均每年人力需求變動

進一步觀察 2019~2303 年之人力需求增加與減少較多的前十大 2 位碼行業，分別如圖 5-41 與圖 5-42 所示。首先，人力需求增加最多的行業為「個人服務工作人員」，主要是因為在數位化科技與技術應用的數位經濟時代，仍然對個人服務工作人員有

需求，再加上因此個人服務工作人員在 2019~2030 年期間平均每年 1.37 萬人；人力需求次多的職業類別為科學及工程專業人員，符合 2019~2030 年數位時代人力需要，因此在 2019~2030 年期間仍有一定的人力需求，平均每年人力需求 1.14 萬人；。

「商業及行政助理專業人員」為 2019~2030 年人力需求成長第三高的職業別，平均每年人力需求為 0.87 萬人，但若與 2012~2018 年相比，該職業別在 2012~2018 年期間平均每年人力需求約 1.67 萬人，人力需求僅約 2013-2018 年的一半，實際上減幅相當明顯。

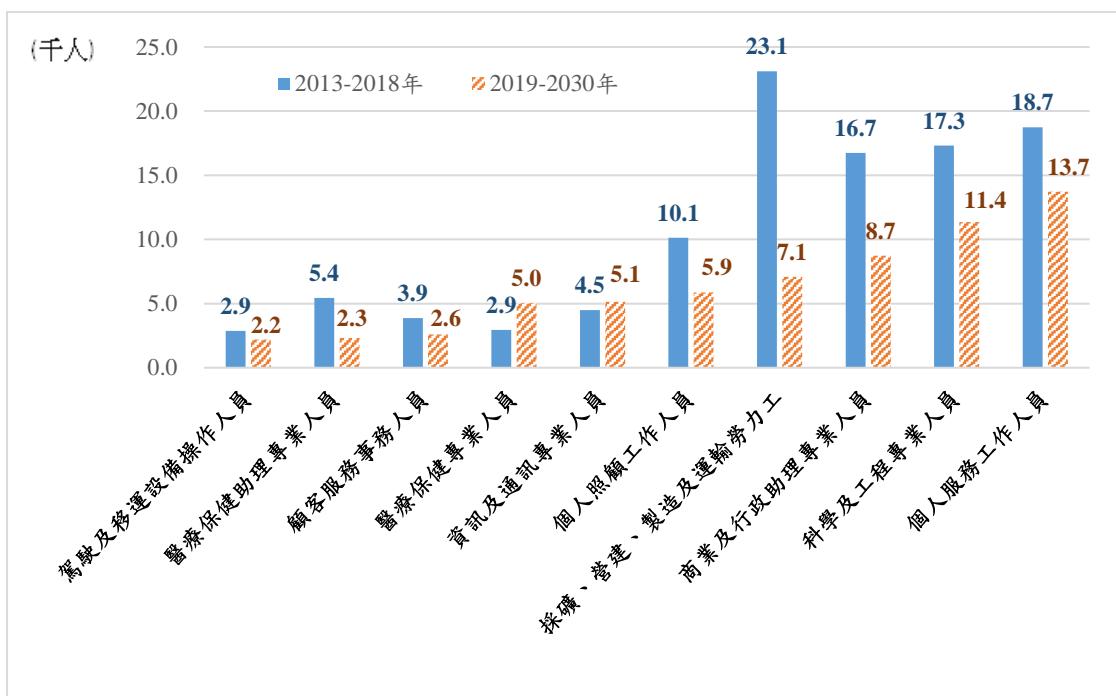


圖 5-41 2019~2030 年平均每年增加較多前 10 大職業（2 位碼）

若從人力需求平均每年減少的幅度來看（圖 5-41），排名首位的是「組裝人員」，主要是因為組裝人員的工作較易被機器所取代，因此在數位經濟時代該職業為人力需求減少較多的職業別。除此之外，從圖 5-42 亦可以發現，人力需求減少較多的職類別，

大多是其技術水準相對有限，較容易被取代，因此人力需求減少相對較為明顯。

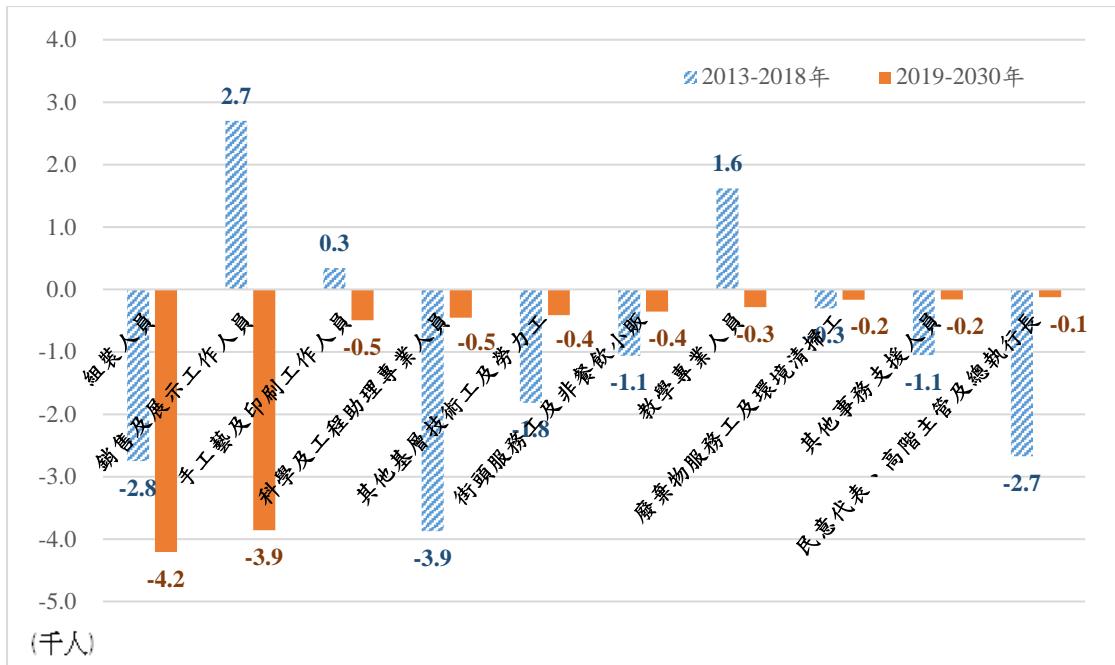


圖 5-42 2019~2030 年平均每年減少較多的前 10 大職業（2 位碼）

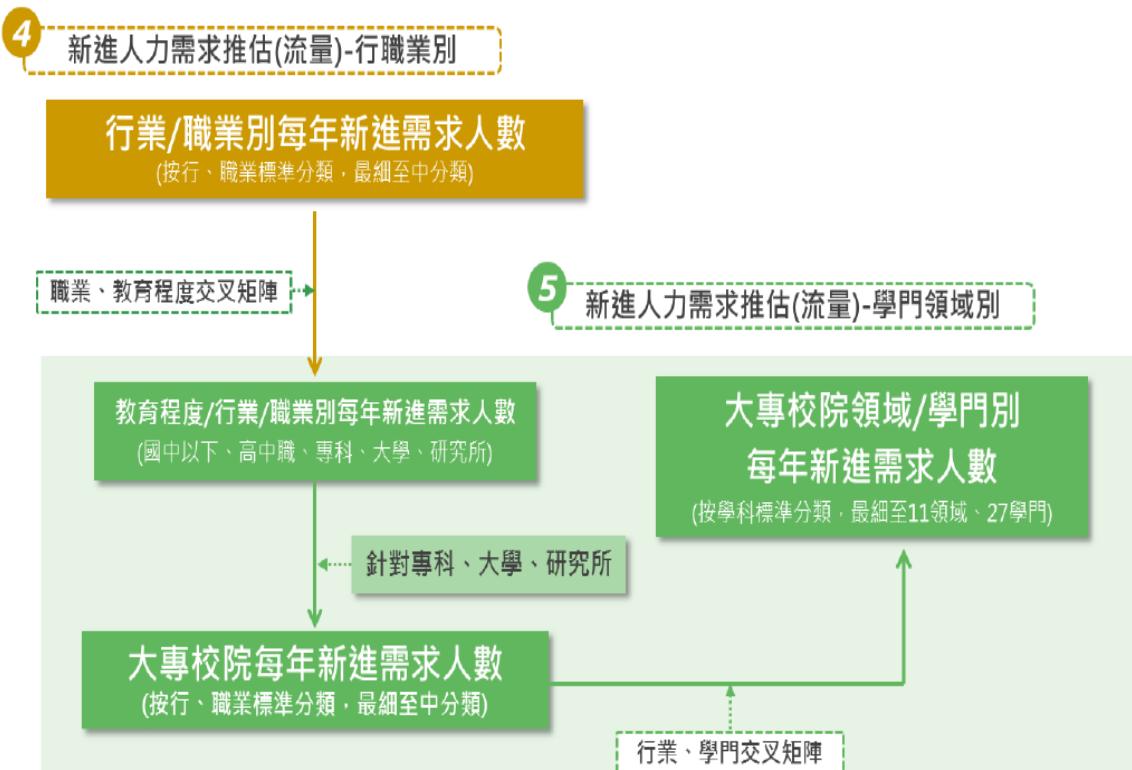
#### 四、教育程度別人力需求推估

人力需求模型對於人力需求之教育程度分配，係利用各職業別就業之教育程度結構之變動趨勢（歷史趨勢），推算各級教育程度人力在各類職業類別就業之占比，再以各職業別之就業人數乘之加總而得。

若由新進人力需求推估步驟來看（圖 5-43），在推估新進人力需求時，係以過去歷史資料的行業/職業標準分類推估每年不同行業別與職業別的新進需求人數，再透過職業與教育程度的交叉矩陣，估算在教育程度/行業/職業別的每年新進需求人數。

但若觀察實際就業市場狀況，市場上存在高材低就的現象，也就是說目前就業市場已存在教育程度與職業失衡的狀況，而以失衡的歷史數據，推估未來就業市場之新進需求人數，可能進一

步擴大其誤差，因此在推估未來新進人力需求時，應先透過高材低就調整因子進行教育程度與職業別的均衡（合理）的分配，再推估未來新進人力需求。



資料來源：國發會（2019）

圖 5-43 新進人力需求推估步驟

### （一）高材低就調整因子

一般而言，所由高材低就係指雖然就業者從事某職業別的工作，但其所具備的教育程度，高於該職業別所需的教育程度，在學理上稱之為過度教育 (overeducation)，因此在高材低就的調整因子上，本計畫採用根據 Verdugo and Verdugo (1989) 與 Chia-Yu Hung(2008) 的 means of realized matches (RM 法)，以主計總處「人力運用調查」原始資料，設算近 5 年內台灣過度教育 (overeducation) 的占比，如表 5-8 所示。

由表 5-8 可以發現過去 5 年內（2014~2018 年）臺灣過度教育的狀況主要發生在服務及銷售工作人員與農林漁牧業生產人員，近兩年來技藝有關工作人員也開始出現過度教育的狀況。整體看來我國職類別過度教育現象並非在所有職業別均存在，可能是因為服務及銷售工作人員的就業人數為各職業別中最高，因此，擴大在高材低就的印象。

以人力需求模型推估教育程度的人力需求，在推估過程中應將原本職業別與教育程度別之交叉矩陣「合理化」<sup>15</sup>，亦將應以各年度之高材低就因子導入原職業別與教育程度別之交叉矩陣，並推估 2014~2018 年合理化調整後的職業別與教育程度別交叉矩陣，以 2014~2018 年合理化的職業別與教育程度別交叉矩陣，具體調整的方式（以 2018 年為例）如下：

1. 服務及銷售工作人員「過度教育者」占比為 22.88%，但「不足教育者」為 18.09%，理論上在特定職業別中的就業者，其教育分配應為對稱分配，由 2018 年的結果可以發現服務及銷售工作人員的教育程度分配為右偏分配
2. 在對稱分配的假設前提之下，從表示在「合理」的狀況之下，約有 4.79% 的服務及銷售工作人員之教育程度過高，應降階（維持對稱分配）。
3. 在對稱分配的假設前提之下，將(2)之高材低就之 4.79% 的服務及銷售工作人員，依據其占比調整至適度教育程度中，亦即服務及銷售工作人員之教育分配重新調整為對稱分配。

---

<sup>15</sup> 所謂「合理化」的意義即為將原本職業別與教育程度別交叉矩陣呈現教育程度呈右偏分配的狀況，調整為對稱分配。

4. 對於不同職類別存在過度教育（教育程度分配右偏）情況者，利用前述 1~3 步驟，將各職類別之教育程度分配皆調整為對稱分配。

表 5-8 職業別過度教育狀況（2014~2018 年）

年度	項目別	民意代表、主管與經理人員	專業人員	技術員與助理專業人員	事務支援人員	服務及銷售工作人員	農林漁牧業生產人員	技藝有關工作人員	機械設備操作及組裝人員	基層技術工及勞力工
2014	不足教育	28.14%	20.08%	25.41%	31.27%	<b>19.90%</b>	<b>2.65%</b>	11.62%	27.58%	19.26%
	適度教育	51.67%	76.96%	64.34%	63.66%	<b>59.08%</b>	<b>90.47%</b>	80.69%	64.09%	68.96%
	過度教育	20.18%	2.96%	10.25%	5.07%	<b>21.02%</b>	<b>6.88%</b>	7.69%	8.33%	11.78%
2015	不足教育	25.94%	19.63%	24.79%	31.38%	<b>19.51%</b>	<b>2.52%</b>	10.63%	26.89%	18.71%
	適度教育	52.25%	77.18%	64.74%	63.61%	<b>59.00%</b>	<b>89.39%</b>	80.91%	63.87%	69.14%
	過度教育	21.80%	3.19%	10.47%	5.01%	<b>21.49%</b>	<b>8.08%</b>	8.45%	9.24%	12.15%
2016	不足教育	23.74%	19.18%	24.11%	31.46%	<b>19.07%</b>	<b>2.49%</b>	9.53%	26.04%	17.93%
	適度教育	53.28%	77.43%	65.20%	63.46%	<b>59.00%</b>	<b>88.30%</b>	81.36%	63.94%	69.51%
	過度教育	22.98%	3.39%	10.69%	5.08%	<b>21.92%</b>	<b>9.21%</b>	9.11%	10.02%	12.56%
2017	不足教育	21.54%	18.76%	23.67%	31.63%	<b>18.42%</b>	<b>2.10%</b>	<b>8.88%</b>	25.82%	18.08%
	適度教育	52.52%	77.56%	65.42%	63.72%	<b>59.04%</b>	<b>87.28%</b>	<b>80.91%</b>	62.84%	69.10%
	過度教育	25.94%	3.68%	10.91%	4.64%	<b>22.53%</b>	<b>10.62%</b>	<b>10.20%</b>	11.34%	12.82%
2018	不足教育	19.34%	18.29%	22.87%	31.67%	<b>18.09%</b>	<b>2.24%</b>	<b>7.56%</b>	24.66%	16.82%
	適度教育	54.44%	77.87%	66.00%	63.37%	<b>59.03%</b>	<b>86.15%</b>	<b>81.81%</b>	63.51%	69.86%
	過度教育	26.22%	3.84%	11.13%	4.96%	<b>22.88%</b>	<b>11.61%</b>	<b>10.64%</b>	11.84%	13.31%

資料來源：本計畫整理。

## （二）教育程度別人力需求

由上述過度教育的估算，將高材低就之調整因子導入各職業別的教育程度分配中，推估在排除高材低就的情況之下，2014 年~2018 年期間各職業別中，合理的教育程度分配，並以此「合理之」職業別教育程度分配，推估未來（2019~2030 年）教育程度別的人力需求，如圖 5-44 所示。

由圖 5-44 可以發現，在未來產業圖像下之政策情境動態模擬結果，在0-5年間，數位化科技與技術已開始應用在各關鍵領域與行業中，因此國中以下學歷者之技能已開始不敷運用，因此對國中以下教育程度者之人力需求逐漸減少，隨著數位化科技與技術應用的深化，國中以下教育程度者之人力需求減少的幅度愈來愈大；至於高教育程度者（包括大學與研究所），因為其學歷符合廠商對高階專業人員的需求，因此高教育程度者的人力需求隨時間推移而持續擴大。

值得注意的是對於高中職與專科學歷者，在數位化科技與技術應用的前5年，此兩類教育程度者之學能尚能負擔其工作上的需要，因此其人力需求亦逐年增加；但隨著數位化科技與技術應用的深化，此兩類教育程度者亦將逐漸難以負荷，因此在2024~2030年期間高中職與專科之教育程度者，人力需求亦逐漸下降。

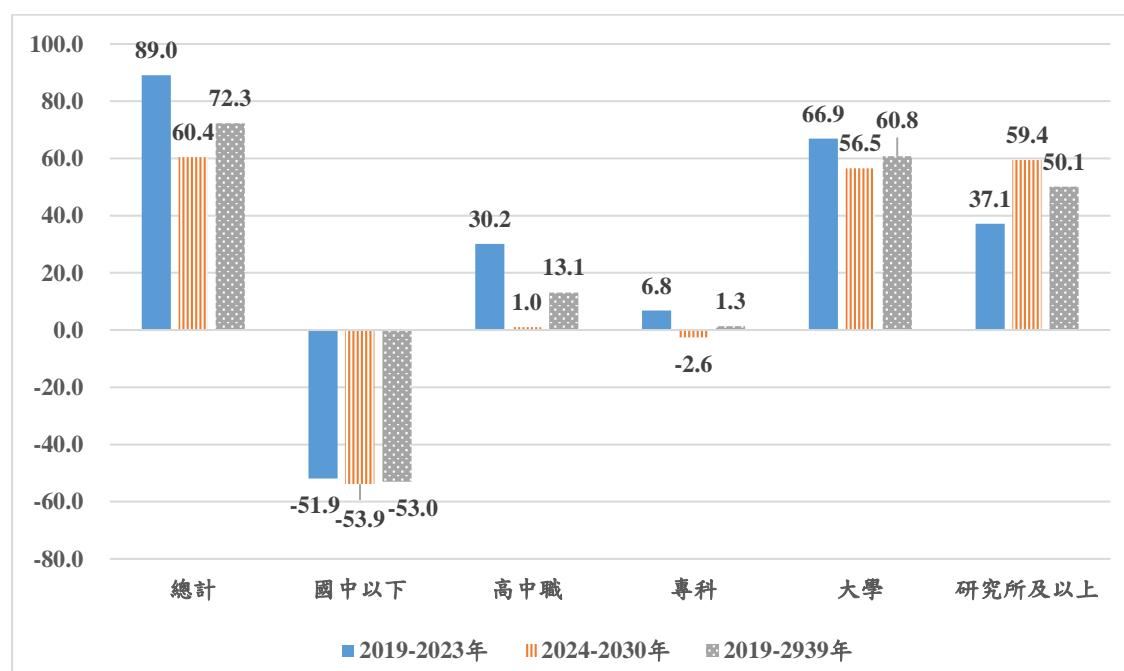


圖 5-44 教育程度別之人力需求推估



# 第六章 結論與建議

## 第一節 研究結論

### 一、緣起與目的

邁入數位經濟時代，科技瞬息萬變，加上人口結構的變化、社會型態之改變，人力供需的掌握愈來愈困難。在人才的需求上，除了隨著總體經濟成長而會有自然成長外，若干外在變數，如數位經濟的影響（AI、5G、IoT、自動化等），它除了帶動產業本身的發展外，也驅動其他產業的應用服務，必須有效的了解和掌握，才會有精確的推估。

本計畫主要從若干面向，包括經濟發展、數位科技及人口老化等宏觀角度，由我國未來經濟及產業結構變革趨勢切入，分析數位科技對勞動市場之衝擊，建構出 2030 年我國產業發展及人力需求圖像，俾利推估我國 2019-2030 年之人力需求。

### 二、台灣未來產業圖像

台灣在 2030 年的產業圖像為何？我們最想知道數位經濟背後的驅動力為何？它如何成為未來 台灣在 2020 到 2025 年，2025 到 2030 年的成長驅動力呢？我們從以下五個構面來分析：

第一，數位科技驅動經濟成長；第二，新的需求、生活方式的改變，結合數位科技驅動經濟成長；第三，人口結構變遷包括老人化、少子化結合科技應用，驅動經濟成長；第四，氣候變遷、節能減碳與永續發展的趨勢；第五，新的數位科技，結合服務業法規鬆綁，去管制化，將促成經濟快速成長。

未來的產業以健康醫療、智慧製造、綠能科技及新科技服務為主軸，勢將帶動人才供需的變化。

### 三、數位經濟對主要產業影響及產值、人力需求影響方向 (專家問卷分析)

#### 1. 對總體經濟及產值的影響

在未來 5 年內平均產值增加的影響約 16.21%，未來 5~10 年的產值增加影響約為 36.12%。

#### 2. 對個別產業產值的影響

在未來 5 年內對智慧製造、物流運輸、金融等產業的產值約在 17%—25.42%左右，未來 5~10 年的影響較大，約在 17%—50.50%左右。

#### 3. 對人力需求的影響

根據專家的分析，對 R&D 工程師、軟體開發工程師、統計專家、數學專家(以上 N=56)、專案支援人員(N=34)，祇在 0-5 年或 5 年以上均呈增加之勢，且時間愈長，人力需求的比例增加愈大，但對辦公室行政人員及基層技術員工的人力(以上 N=34)需求均呈減少之勢。

### 四、2019-2030 年人力需求推估

本計畫所採取之人力供需推估模型，乃承襲自國家發展委員會 2006 年所建立的人力推估模型，並搭配 CGE 總體數量分析模型，透過對未來產業圖像的描繪設計未來我國經濟發展之政策情境，將政策情境導入 CGE 模型進行長期動態模擬，並將所模擬的結果導入人力需求模型，並對該模型所採用的總體參數進行預測修正，以期能合理化推估我國未來 2019~2030 年人力需求。

由於現行的人力需求推估模型存在諸項限制，包括

1. 國內生產毛額預測未考量我國數位發展之科技與技術應用，  
以及未來國家政策加持的可能性
2. 傳統設定單一附加價值率的方式，難以呈現數位科技發展  
對各行業的附加價值率的影響，再加上各行業之間存在關  
聯性，所推估的各行業生產總額也較難呈現未來的產業結  
構轉變。
3. 由於各行業之最終人力需求乃取決於未來(2019-2030年)  
各行業人均產值的變化趨勢，依國際經濟設定我國未來各  
行業人均產值的變動趨勢恐難以推估未來各行業人均產值  
的變動趨勢。
4. 由於實際勞動市場中存在「高才低就」的失衡現象，若以  
失衡的歷史經驗來推估未來教育程度別的人力需求，可能  
使勞動供需失衡的現象進一步擴大。

為推估未來我國整體及各產業之人力需求，本計畫首先描繪  
在數位科技與技術發展下我國未來（2019-2030年）產業圖像，  
並據以設計2019-2030年政策情境，利用動態CGE模型模擬未  
來我國經濟與產業發展，再將模擬之結果導入人力需求推估模型，  
進而推估2019-2030年臺灣人力需求。

根據未來產業圖像設計政策情境，所模擬之整體與各行業之  
生產總額與產值之目標之下，預估我國最終人力需求將由2018  
年的1215.8萬人，成長至2030年的1302.5萬人，累計約增加87  
萬人，平均每年約增加7.25萬人。

其中，在2019~2023年期間，由於數位化科技的應用，因為  
國內各行業之產值增幅不一，因此各行業別對於人力需求的增加

幅度也不同，但整體最終人力需求之年平均成長率將降低至 0.68%，平均每年增加 8.9 萬人；隨著時間的推移，數位化科技應用逐漸深化，2024~2030 年最終人力需求之年平均成長率將下降至 0.52%，平均每年增加 6.03 萬人。

若區分三級產業之人力需求推估，2018 年我國三級產業之人力需求占比分別為農業 4.71%、工業 37.14%與服務業 58.14%；至 2023 年時，農業之人力需求占比下降為 4.62%、工業之人力需求占比下降為 36.23%；而服務業占比則提高為 59.19%；而隨著數位化科技應用深化，至 2030 年時農業之人力需求占比持續下降為 4.52%、工業之人力需求占比下降為 35.85%；而服務業占比則提高為 59.62%。

職類別之人力需求變化方面，2019~2030 年期間人力需求增加最多的職業別為專業人員，平均每年增加約 2.38 萬人，主要因為專業人員通常具有較高的技術水準，為數位經濟時間所需求的人力，隨著數位化科技與技術的應用與深化，對專業人員的需求也愈高，因此在 2019~2030 年期間，專業人員需求仍維持高成長。

至於服務及銷售人員，在 2019~2030 年期間，人力需求成長僅次於專業人員，但若與 2012~2018 年期間相比，人力需求大幅下降，主要是因為在數位化時代大量運用 ICT 技術，初期（2019~2023 年）勞動市場仍需要服務及銷售人員，但隨者數位化科技與技術應用的深化，2024~2030 年期間服務與銷售人員的人力需求將明顯減少。

另外基層技術工與勞力工也是容易被取代的職類別，因此 2019~2030 年之人力需求下降幅度也相當明顯；與基層技術工上勞力工類似，機構設備操作及組裝人員，在數位化科技與技術應

用與深化後，亦是可能被取代的人力，因此在 2019~2030 年間呈現明顯的降幅。

教育程度別之人力需求係推估在排除高材低就的情況下，未來（2019~2030 年）教育程度別的人力需求，在初期 0-5 年間，數位化科技與技術已開始應用在各關鍵領域與行業中，因此國中以下學歷者之技能已開始不敷運用，因此對國中以下教育程度者之人力需求逐漸減少，隨著數位化科技與技術應用的深化，國中以下教育程度者之人力需求減少的幅度愈來愈大；至於高等教育程度者（包括大學與研究所），因為其學歷符合廠商對高階專業人員的需求，因此高等教育程度者的人力需求隨時間推移而持續擴大。

值得注意的是對於高中職與專科學歷者，在數位化科技與技術應用的前 5 年，此兩類教育程度者之學能尚能負擔其工作上的需要，因此其人力需求亦逐年增加；但隨著數位化科技與技術應用的深化，此兩類教育程度者亦將逐漸難以負荷，因此在 2024~2030 年期間高中職與專科之教育程度者，人力需求亦逐漸下降。

## 第二節 建 議

### 一、模型建議

#### (一) 參數推估建議

因為人力需求之推估結果相當程度地依賴於模型之參數設定，亦即參數的變動將影響人力需求的估計結果，因此如何確保所採用的參數的正確性至關緊要。

故而除人力需求推估模型外，搭配其他計量或數量模型，推估符合我國經濟狀況之參數例如 CGE 模型之 Armington 彈性、產業替代彈性與人力替代彈性。其次，應比較其他計量模型與 CGE 模型對總體參數的估計，隨時調整模型參數

#### (二) 政策情境設計與實際狀況的連結

採用動態 CGE 模型模擬未來我國總體經濟的發展狀況，取決於對未來政策情境的設計，然未來政策情境設計與實際數位經濟發展狀況之連結是否合理且完備，建議應多方諮詢專家意見，設計符合未來數位經濟發展的政策情境。

#### (三) 理想的人力需求與實際市場人力需求的整合

從管理者的角度而言，國家人力需求推估之目的，乃為了推估未來國家發展目標下之「理想」的人力需求，其模式為從上到下 (top down) 的人力需求推估，但對產業別而言，「實際」的市場人力需求係由廠商因應實際經營下的人力需求，也就是實際市場人力需求應為由下到上 (bottom up) 模式，建議應將兩者進行整合，以提高國家人力需求推估的合理性。

#### （四）建立滾動式人力需求調整機制

隨著科技的快速發展，加上經濟情勢瞬息萬變，若以目前所觀測到的經濟情勢推測未來發展設計政策情境，進而推估中長期我國人力需求，恐怕隨著時間延長，誤差將隨之擴大，建議應建立滾動式調整機制，逐年調整未來人力需求。

#### （五）優化高才低就調整因子

目前「高才低就調整因子」僅限於學歷的調整，仍可透過其他方式，如「大專畢業生就業追蹤系統」，檢測「學非所用」在學門別的狀況來調整。

### 二、政策建議

本計畫之政策建議如下：

#### （一）確實掌握數位經濟對未來職類別人力需求的變化

根據麥肯錫（2017）研究指出，在 2030 年時勞力與手工技能、基礎認知技能的占比與工時需求皆有明顯的下降，技術技能、社交技能與情緒技能、較高的認知技能皆有增長的情況，其中又以技術技能、社交技能與情緒技能增長最多，工時也增加最為快速，前者約增加了 26%，後者則增加了 60%。而隨著 AI 與自動化被企業採納的普及率上升，不同產業別的勞工技能需求亦會有所改變，但社交技能與情緒技能、技術技能需求上升為共同趨勢。

在台灣方面，依據國發會「2019-2030 年勞動力推估分析」報告指出，隨著我國科技發展與產業數位化，未來人力需求將朝向高階技術與低階技術兩端極化成長。與科技發展具互補性質的高階技術需求持續擴增，預計在 2030 年需求將達勞動市場的 32.8%，特別是「專業人員」，如演算法工程師、IoT 工程師、數

據分析師等，預估在 2019 至 2030 之間需求量會成長 1.1%。低階技術人力如服務、銷售人員，因需具互動與靈活性，加上此類勞動成本相對偏低，未來娛樂與長照需求增加等因素，預計在 2030 年時需求占比會增長至 32.5%。而中階技術勞力因具固化程序與可預測工作性質的性質，易被數位化後的新科技所取代，如機械設備操作員、一般事務支援人員等，預計在 2030 年時中階需求占比會下降至 34.7%，其中又以機械設備操作及組裝人員需求下降最多，預計在 2019 至 2030 之間會下降 0.8%。

此外，根據專家的分析，對 R&D 工程師、軟體開發工程師、統計專家、數學專家（以上 N=56）、專案支援人員（N=34），祇在 0-5 年或 5 年以上均呈增加之勢，且時間愈長，人力需求的比例增加愈大，但對辦公室行政人員及基層技術員工的人力（以上 N=34）需求均呈減少之勢。

有關台灣在數位經濟人力需求影響較小的原因在於：

經 PwC (2018) 研究發現，不同產業的工作受自動化影響的差異也不同。工作因自動化、智慧化而產生高度被取代比率之前 3 名，依序為運輸與倉儲業 (52%)、製造業 (45%)，以及營建工程業 (38%)；而被取代風險較低的則是教育業，僅有 8%；次低的是醫療保健與社會工作服務業 (21%)。但 AI 演算法所帶來的衝擊其實相對較小。惟在金融及保險業、專業科學及技術服務業與資通訊服務業 3 個產業領域，才會帶來較高比例的衝擊。

自動化與智慧化不只對就業帶來衝擊，也將帶來轉機，MGI (2017) 報告預測，至 2030 年時，約有 3 億至 3.65 億個新工作職缺會被釋放，其中約 5,000 萬個職缺與科技相關，2,000 萬職缺與能源投資相關。若以麥肯錫計算的自動化最快速發展的情況

預估，則將有 3.75 億勞工被迫換工作，8 億個工作將被自動化、智慧化取代，產業自動化、智慧化對就業將帶來不容小覷的衝擊。

雖然本世紀末，我們熟悉的職業中，有 70% 會被自動化技術取代（賀桂芬，2016）。李開復（2019）提及，就技術面而言，未來 15 年內，美國有 40%～50% 的工作可被升級轉型為自動化。但是，臺灣受限於國內經濟規模較小，重硬體輕軟體的營運思維，缺乏具規模的商業模式實證場域，來與使用者互動。因此，國外的新興科技發展趨勢，無法完全複製至國內，因而只會帶來較小的科技衝擊。

## （二）整合各部會數位經濟策略，並進行分工、整合，以實現績效

目前經濟部、科技部、國發會、教育部均有不少數位經濟發展策略及政策，應加以有效分工、整合，俾發揮綜效。

## （三）製造業導入數位化、智慧製造科技、人力需求減少可能的策略

解決因智慧科技所造成之短期失業問題，並建立良善的人與智慧科技分工合作之共創職場環境，培養高階智慧科技管理人才。

為因應製造業導入智慧製造科技後，人力需求減少之趨勢，可從短期失業救助、企業人事管理制度以及培養 AI 研發創新人才等三大面向來研擬對策。首先，在短期失業救助方面，可研擬符合人才轉型需求的短期失業保險制度或生活援助措施，以協助可能因 AI 而失業的人才度過轉型訓練的過渡期。其次，在企業人事管理制度方面，鼓勵企業規劃設置首席機器人長（CRO, Chief Robotics Officer）一職，建置適合人與 AI 合作的工作環境，並研擬運用 AI 機器人創造新價值模式的策略方向。最後，在培

養 AI 研發創新人才方面，可由科技部未來將設立的 AI 創新研究中心與國內公協會、學術團體、學研與法人機構合作，擴大各種符合 AI 機器人創業需求的育成中心或加速器機制，培養符合產業界需求的 AI 機器人科技研發與應用的創新創業人才。

#### （四）台商回台可能對台灣產業結構變化，應納入數位經濟人才需求的考量

根據經濟部的估計，台灣在美中貿易戰催化之下，回流或擴大投資接近 8,000 億之新台幣。預計可創造 5 萬個工作機會，這些機會以半導體、電子零組件、電子資訊業、網通設備、工具機、自駕車為主。這些行業除了技術勞工外，也需要不少的 R&D 工程師、AI、IoT 相關工程師等，值得正視。

#### （五）各部會數位科技資源配置的強化

邁入數位經濟時代及可能人力需求的變化，各部會均有相對應的執掌，例如：

##### 1. 國發會

負責人力需求規劃，但應納入更多變數（台商回流、數位科技的影響、海外資金流向的影響等。）

##### 2. 勞動部

面臨數位經濟人才工作特性的不同，可能產生工時上更彈性，勞動契約適度鬆綁等方向加以分析。

##### 3. 教育部

跨領域人才需求的培育、數位經濟時代人才必備知識課程的提供及優化等，均值得加強。此外，人力錯配(mismatch)

的情況也應正視，尤其是未來人力需求和教育課程設計上的契合，應加以正視。

#### 4. 經濟部、科技部

在科技資源配置上應否平均分配至各領域，或集中優勢領域，但著重其擴散效果，也是各部會在配置科技資源上應思考的。以經濟部「智慧機械產業推動方案」而言，該方案積極促成地方產學合作來培養各種機器人創新人才，並提供輔導需求端產業人才轉型進修的管道；未來可進一步促成這些以廠商與大學合作培育人才為主軸的產學合作活動，連結各地職業訓練中心或民間人才訓練機構，擴大導入與運用 AI 器人的產業人才轉型規模。就科技部「AI 小國大戰略」而言，該政策訴求以產學合作培育各種高階 AI 應用的創新創業人才，未來可進一步促成年輕創業團隊逐步開發各種國內外頂尖 AI 人才群聚與專業科技服務網絡，動態即時提供 AI 機器人需求端企業所需要短期性問題解決服務。

### （六）參酌各國的數位經濟策略，並凸顯臺灣產業的優勢及特色

目前幾乎多數的 OECD 國家都有全國性的數位創新策略，包括新的產業政策、群聚政策及智慧專業化策略。主要的政策方向及轉變包括：

1. 優先選定商業創新發展的企業，多數和 ICT 有關；
2. 強化研發能量、基礎建設、人力資源改善等及創新架構的改善整合；
3. 多數表現較佳的國家，都把研發創新的資源擺在具優勢的 ICT 高成長領域，如芬蘭、以色列、南韓、美國，ICT 部門占了民間研發的 4-5 成比例；

4.針對社會面臨問題如氣候變遷、醫療照護、能源投入龐大創新研發資源。

此外，若整理各國發展數位經濟之政策目的，可看出各國數位經濟發展之目的及重點各有不同。如美國發展數位經濟的主要做法在於開放網路、建立線上數據安全保護機制，亦希望藉由數位／網路經濟發展持續提升其產值；日本除上述 OECD 報告中提及之「智慧白金社會（Smart Platinum Society）」政策，亦提出聚焦於 2020 年東京奧運的數位經濟發展策略；韓國政府則扮演創業孵育器並協助有效募集資金角色，利用網路科技協助創意與新創企業發展；中國大陸政府則著重於解決法規障礙，並主導建構開放共用平臺。臺灣目前主要集中在電子商務、創新創業及網路金融等領域上，如何結合現有的 ICT 優勢，透過軟硬整合、法規鬆綁及制度創新來發展上述領域，值得正視。

### （七）建立數位經濟配套措施，才有助於數位經濟目標的落實

數位創新政策需要配套措施，重要配套措施包括：

第一，競爭及產品市場的鬆綁；

第二，勞動市場管制的鬆綁；

第三，取得貸款、資金的便利性；

第四，創業平臺的媒合。

### （八）數位包容性措施以減少數位落差

OECD 國家均有針對高齡人口或弱勢族群提供包容性措施，值得借鏡。如澳洲針對老齡人口、母親可以更容易取得電子醫療紀錄；美國針對低所得族群族足夠的寬頻使用率；澳洲提供 Wi-

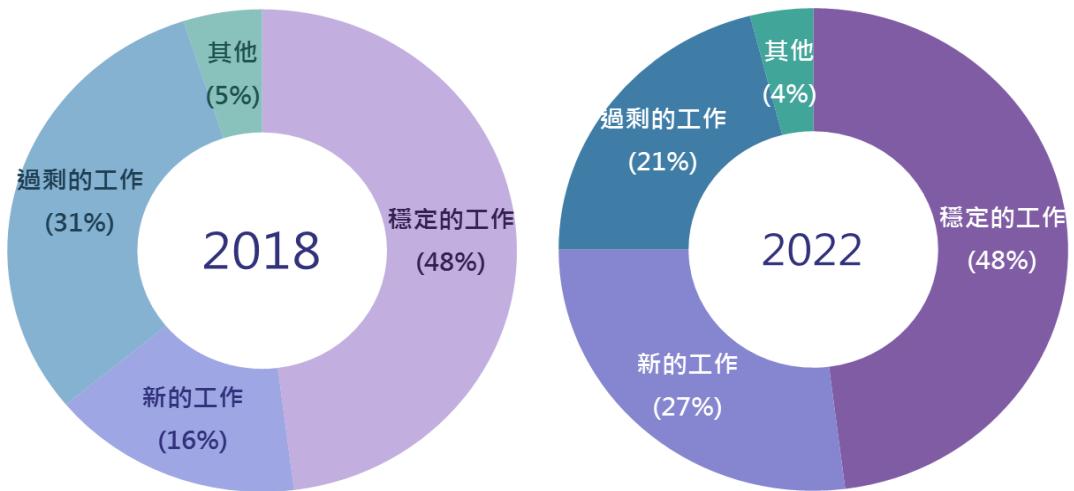
Fi 紙給偏遠的原住民；歐洲則提供網路基礎的訓練課程，使年輕女性、再就業女性在 ICT 部門的勞動參與率提高。

### （九）數位人才的培育必須亟早啟動

邁入數位經濟時代，如果臺灣欲翻轉產業，一定要提升各行業及各年齡層的數位能力，Code for Taiwan 提升臺灣的數位競爭力，才有機會讓臺灣產業脫胎換骨（簡立峰，2016）。

至於未來工作消長的變化，2018 年到 2022 年因第五代行動通訊技術、人工智慧、大數據、雲端運算等新興技術的進步，全球的勞動力市場會淘汰近 7,500 萬個工作，但也將創造 1.33 億個新工作。那麼未來 5 年哪些工作機會會增加？那些會減少呢？根據調查，2018 年穩定的工作占 48%，新的工作 15%，過剩的工作 31% 及其他 5%。預測 2022 年穩定的工作仍維持占比 48%，新的工作增加為 27%，過剩的工作減少為 21% 及其他 4%。2018 年及 2022 年工作消長變化趨勢詳如下圖 6-1 所示。

其中穩定的工作包括：執行長等高階管理人、軟體開發工程師、行銷人員、業務人員、人力資源專家、金融與財務顧問、供應鏈與物流管理專家、風險管理專家、資安工程師、電子工程師、化學加工廠作業員、大學教師、法規事務主管、能源和石油工程師、機器人工程師等。



資料來源：The Future of Jobs Report 2018，WEF。

**圖 6-1 2018 年及 2022 年工作消長變化趨勢**

新興的工作包括：數據分析師、資料科學家、人工智慧與機器學習專家、大數據專家、數位轉型專家、IT 服務工程師、流程自動化專家、資訊安全分析師、電子商務與社群專家、使用者經驗與人機互動、機器專家與工程師、客戶資訊與顧客服務專家、服務與解決方案設計專家、數位行銷與策略專家等。

會被取代的工作則包括：打字人員、會計與稽核人員、秘書與行政人員、工廠組裝工人、客服人員、倉管人員、郵政服務人員、收銀與售票人員、電話行銷人員、銀行櫃檯人員、貨車司機、到府服務銷售人員、仲介人員、律師等。

**(十) 解決因智慧科技與數位轉型所造成之短期失業問題，並建立良善的人與智慧科技分工合作之共創環境，培養高階智慧科技管理人才**

為因應製造業導入智慧製造科技或推動數位轉型後，人力需求減少之趨勢，可從短期失業救助、企業人事管理制度以及培養 AI 研發創新人才等三大面向來研擬對策。首先，在短期失業救助

方面，可研擬符合人才轉型需求的短期失業保險制度或生活援助措施，以協助可能因 AI 而失業的人才度過轉型訓練的過渡期。其次，在企業人事管理制度方面，鼓勵企業規劃設置首席 AI 長（CAIO, Chief AI Officer）一職，建置適合人與 AI 合作的工作環境，並研擬運用 AI 機器人創造新價值模式的策略方向。最後，在培養 AI 研發創新人才方面，可由科技部設立的 AI 創新研究中心與國內公協會、學術團體、學研與法人機構合作，擴大各種符合 AI 創業需求的育成中心或加速器機制，培養符合產業界需求的 AI 科技研發與應用的創新創業人才。

### 三、研究限制

在模型估計及參數設定上較難掌握以下因素：

1. 人才學用落差等因素
2. 問卷來源可以更廣泛，目前祇回收 56 份專家問卷，未來可以納入更多專家。
3. 涵蓋更多領域，以精確掌握數位經濟的影響及方向。



# 參考文獻

## 一、中文文獻

1. 石立康（2019），〈數位轉型帶來的「大人物」風潮〉。
2. 吳禹澔、黃詩文、左峻德、吳清沂、謝沛宏與陳彥豪（2016），〈臺灣推動智慧製造作法建議與實踐藍圖〉，《產業管理評論》9(1)，p.25-43。
3. 李開復（2019），《AI 新世界（增訂版）》，遠見天下文化出版股份有限公司。
4. 林柏君（2018），〈數位時代下，金融科技跨領域之人才需求〉，《就業安全半年刊》，107 年第 2 期。
5. 財訊（2019），〈中國無人商店錢坑超乎想像，阿里巴巴、騰訊也由熱轉冷〉，《科技新報》。
6. 賀桂芬（2016），〈最大白領失業潮來襲 4 種「師」首當其衝〉，《天下雜誌》，596 期。
7. 黃偉俐（2018），〈自動化科技與失業潮（一）：滾雪球般的人工智慧正在我們眼前上演〉，《關鍵評論》。
8. 歐嘉俊（2017），〈華爾街易主，10 年內 AI 閃 AI〉，《信報財經月刊》，2017 年 7 月份。
9. 工研院，（2018），〈勾勒 2030 年台灣未來形貌〉。
10. 行政院，（2016），〈數位國家・創新經濟發展方案（2017~2025 年）〉，行政院第 3524 次會議。
11. 國家發展委員會，（2019），〈數位經濟及 AI 對社會影響與因應策略〉。

12. 國家發展委員會，〈2019-2030 年最終人力需求推估—按 9 大職業分〉。
13. 資誠，(2019)，2019 資誠臺灣企業領袖調查深度訪談專刊。
14. 中華經濟研究院 (2017)，〈因應高齡社會來臨之 AI 機器人科技發展策略專家問卷調查〉，經濟部。
15. 經濟部 (2019)，〈智慧機械產業推動方案進度及成果〉經濟部。
16. 經濟部工業局 (2018)，〈智慧機械產 2019-2021 專業人才需求推估調查〉，經濟部。
17. 王健全、林宜蓁 (2017)，〈數位經濟發展趨勢及其對臺灣影響〉，《台灣勞工季刊》，第 52 期，頁 4-15。
18. 王健全 (2018)，〈未來工作世界之人力發展趨勢與因應〉，《台灣勞工季刊》，第 56 期，頁 4-15。
19. 張建一 (2018)，〈數位時代下的人力發展趨勢及因應〉，《台灣勞工季刊》，第 56 期，頁 16-25。
20. 中華經濟研究院 (2019)，〈零售業發展現況與展望〉，產業瞭望。
21. 資策會 (2019)，〈智慧零售趨勢與 AI 創新應用〉。
22. 滕人傑 (2018)，〈臺灣經濟研究月刊因應產業數位創新，台灣商業服務業未來工作技能的轉變趨勢〉。
23. 王振益(2018)，〈區塊鏈翻轉能源市四個關鍵邁向分散式電力〉。
24. 王皓怡 (2018)，〈數位轉型發展趨勢分析〉，取自 <https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10410>。

25. 全國工業總會（2018），〈2018年全國工業總會白皮書——對政府政策的建言〉。
26. 行政院國家永續發展委員會(2019)，〈臺灣永續發展目標〉。
27. 行政院（2019），〈加速推動智慧機械產業—促進國家整體產業升級轉型〉，取自  
<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/1af112a3-80a1-4f45-bc46-f1ca48d16a30>。
28. 李洵穎（2018），〈勾勒 2030 年台灣未來形貌 創造經濟新局〉，取自  
<https://www.itsri.org.tw/chi/Content/Publications/contents.aspx?&SiteID=1&MmmID=2000&MSid=1003031456043444702>。
29. 侯均元與莊麗娟（2018），〈遇見亞洲－2030 科技發展藍圖〉，取自  
<http://ieknet.iek.org.tw/IEKTopics/2018/index.html>。
30. 曹永暉(2019)，〈啟動台灣產業數位轉型，借力科技服務新生態〉，《工研院專刊》。
31. 國家發展委員會（2018），〈中華民國人口推估報告〉，臺北。
32. 勤業眾信（2019），〈2019 生技醫療產業展望〉，臺北。
33. 葉芳瑜（2019），〈2030 年智慧製造之關鍵技術領域發展趨勢〉，取自 <https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10459>。
34. 循環台灣基金會（2018），〈邁向台灣 2030 永續發展〉。
35. 資誠聯合會計師事務所（2018），〈抓住 AI 商機〉，臺北。

36. 資誠聯合會計師事務所（2019），〈2030 未來醫療〉，取自  
<https://www.pwc.tw/zh/publications/topic-bio/future-of-health.html>

## 二、英文文獻

1. Accenture.(2017). ARE YOU INTELLIGENTLY COMBINING DIGITAL TECHNOLOGIES TO LEAD IN THE NEW?
2. Agoria.(2018). Digitalisation and the Belgian labour market.
3. Banking technology and the future workforce (2018/07/23) , FINTECH FUTURE  
<https://www.fintechfutures.com/2018/07/banking-technology-and-the-future-workforce/>
4. Citi issues stark warning on automation of bank jobs (2018/06/12) , Financial Times ,  
<https://www.ft.com/content/579c977c-6d73-11e8-92d3-6c13e5c92914>
5. Dixon, P. B. and M. T. Rimmer (2002), Dynamic General Equilibrium Modeling for Forecasting and Policy: A Practical Guide and Documentation of MONASH, Amsterdam: North-Holland.
6. European Parliamentary Research Service. (2018) , “Global Trends to 2035 」 .”
7. Gartner (2018). , “Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2019.”
8. Harris, K., Kimson, A., & Schwedel, A. (2018). Labor 2030: The collision of demographics, automation and inequality. Bain & Company. October, 31.
9. Harrison, W. J. and K. R. Pearson, 1996, “Computing Solutions for Large General Equilibrium Models Using GEMPACK,” Computational Economics, 9(2), 83-127 。
10. Harrison,W. J. and K. R. Pearson (1996), “Computing Solutions for Large General Equilibrium Models Using GEMPACK,” Computational Economics, 9, 83–127.

11. International Monetary Fund. (2018) , “World Economic Outlook.”
12. IRENA.(2019).“Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050”
13. Jacques,et al.(2018).The future of work: Switzerland’s digital opportunity.
14. McKinsey Global Institute .(2018). Skill shift: Automation and the future of the workforce. McKinsey Global Institute.  
McKinsey & Company.
15. McKinsey Global Institute. (2017). A future that works: AI automation employment and productivity. McKinsey Global Institute Research, Tech. Rep.
16. McKinsey Global Institute. (2017). Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation.McKinsey Global Institute.
17. McKinsey Global Institute. (2018). Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy.
18. MGI(2017)Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation. McKinsey Global Institute (MGI).
19. Michel Servoz.(2019).THE FUTURE OF WORK? WORK OF THE FUTURE!
20. OECD, O. (2019). Employment Outlook 2019: The Future of Work.
21. Organization for Economic Co-operation and Development. (2017) , “Science, Technology and Industry Scoreboard.”
22. Organization for Economic Co-operation and Development. (2017) , “Digital Economy Outlook.”
23. PwC(2018) , Will robots really steal our jobs ?  
PricewaterhouseCoopers(PwC).
24. The World Economic Forum. “Understanding the impact of digitalization on society”.

25. The World Economic Forum.(2016) Digital Transformation of Industries Demystifying Digital and Securing \$100 Trillion for Society and Industry by 2025.
26. United Nations. (2019) , “World Population Prospects .”
27. World Economic Forum. (2018) , “Digital Transformation Initiative.”
28. World Economic Forum. (2018). “Electric Vehicles for Smarter Cities: The Future of Energy and Mobility.”

### 三、日文文献

1.経済産業政策局（2015）,《ビッグデータ・人工知能がもたらす経済社会の変革》，経済産業省。

### 四、網路資料庫

1.經濟部統計處資料庫，

[https://www.moea.gov.tw/MNS/dos/bulletin/Bulletin.aspx?kind=7&html=1&menu\\_id=6726](https://www.moea.gov.tw/MNS/dos/bulletin/Bulletin.aspx?kind=7&html=1&menu_id=6726)。

2.經濟部統計處資料庫，

[https://www.moea.gov.tw/MNS/dos/bulletin/Bulletin.aspx?kind=8&html=1&menu\\_id=6727](https://www.moea.gov.tw/MNS/dos/bulletin/Bulletin.aspx?kind=8&html=1&menu_id=6727)。

3.勞動力發展署 iCAP 職能發展應用平台，<https://icap.wda.gov.tw/>。

# 附 件

附件一、問卷

附件二、座談會會議紀錄

附件三、期初報告審查委員意見及處理情形

附件四、期末報告審查委員意見及處理情形

附件五、數位經濟的廣泛影響層面

附件六、數位經濟人力需求影響分析

附件七、CGE 模型總體參數估計方法



## 附件一、問 卷

### 「數位經濟時代的人力供需」專家問卷

各位專家 勳鑒：

您好，這是一份由國家發展委員會所委託的研究，係針對「數位經濟時代的人力供需研究」的專家問卷。素仰您在智慧科技應用（如：AI、IoT、機器人、大數據分析、雲端運算等）與人力發展領域上的專精，本研究亟需您的協助與指導，煩請您撥冗惠賜卓見。

本專家問卷主要內容在於了解臺灣邁入數位經濟時代時，在未來 5 年內，5~10 年內，對臺灣整體經濟、個別產業產值的變化程度，對人力需求的變化程度，以及對個別領域職類別人力需求的變化比率。

懇請您撥冗賜教，以利本研究掌握精確資料，進而判斷臺灣未來人力供需的變化。在此感謝您對本研究之支持與協助，並請於民國 108 年 11 月 18 日前填寫本問卷，回覆至 [cch@cier.edu.tw](mailto:cch@cier.edu.tw)，以利後續研究的進行。

為感謝您新填寫問卷，本案同時敬附新台幣一千元整的收據電子檔，需煩請您列印後，填寫打勾之項目（特別是簽章），再與填寫完畢的本份問卷以及 EDI 轉帳申請（匯款帳戶等資訊）後，一起郵寄至「臺北市長興街 75 號中華經濟研究院 第三所丘兆航先生收」。收到後，本院得以撥款新台幣一千元入您的帳戶。再次感謝您！

敬祝 研安

財團法人中華經濟研究院  
副院長 王健全 敬上

## 問卷內容

一、請問貴專家所處的單位或產業（請勾選，可複選）

1、業界---製造業

- ICT 產業 金屬、機械 生物化學 紡織  
化學 食品 其他：\_\_\_\_\_

2、業界---服務業

- 金融保險 健康醫療服務 零售電商 物流運輸 資通訊服務  
教育 社會服務 其他：\_\_\_\_\_

3、學界

- 政府部門 大專院校 研究機構  
其他：\_\_\_\_\_

二、邁入數位經濟時代（導入 AI、機器人、IoT、雲端運算、大數據分析等），  
您認為它對**整體經濟「產值」**的影響

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

三、邁入數位經濟時代（導入 AI、機器人、IoT、雲端運算、大數據分析等），您認為它對您所屬產業「產值」的影響

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

四、邁入數位經濟時代（導入 AI、機器人、IoT、雲端運算、大數據分析等），您認為它對就業人數的影響

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

五、邁入數位經濟時代（導入 AI、機器人、IoT、雲端運算、大數據分析等），  
您認為它對各職類別人才及平均產值的影響程度

(一) 對個別職類之人力需求的變化

1、R&D 工程師

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

2、軟體開發

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

### 3、統計專家

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

### 4、數學專家

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

5、專案支援人員

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

6、辦公室行政人員

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

7、機械設備操作及組裝人員

	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

8、技藝相關工作人員

	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

9、服務及銷售工作人員

	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

10、基層技術及勞工

	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

(二) 對個別職類別工作之平均產值的變化

1、R&D 工程師

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

2、軟體開發

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

### 3、統計專家

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

### 4、數學專家

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

5、專案支援人員

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

6、辦公室行政人員

項目別	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

7、機械設備操作及組裝人員

	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

8、技藝相關工作人員

	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

9、服務及銷售工作人員

	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

10、基層技術及勞工

	0-5 年	5-10 年
減 少	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50% 以上 <input type="checkbox"/>	50% 以上 <input type="checkbox"/>
增 加	0-10% <input type="checkbox"/>	0-10% <input type="checkbox"/>
	10-20% <input type="checkbox"/>	10-20% <input type="checkbox"/>
	20-30% <input type="checkbox"/>	20-30% <input type="checkbox"/>
	30-40% <input type="checkbox"/>	30-40% <input type="checkbox"/>
	40-50% <input type="checkbox"/>	40-50% <input type="checkbox"/>
	50-75% <input type="checkbox"/>	50-75% <input type="checkbox"/>
	75-100% <input type="checkbox"/>	75-100% <input type="checkbox"/>
	100% 以上 <input type="checkbox"/>	100% 以上 <input type="checkbox"/>

(三) 我國產業未來導入智慧科技（導入 AI、機器人、IoT、雲端運算、大數據分析等）後對產業人才轉型需求類型？(請依主要、次要、再次要之順序填入下列選項編號)

主要：( ) 次要：( ) 再次要：( )

- (1) 製造或服務現場技術問題解決人才（如：智慧裝置或設備故障排除等）
- (2) 促成智慧科技與其他生產設備共同運作的系統整合規劃人才（SI 人才）
- (3) 導入智慧科技之後的製造與服務現場之作業流程改善人才
- (4) 運用智慧科技收集數據進行加值分析與研擬品質提升或行銷策略的科技管理人才
- (5) 改良智慧科技相關軟硬體以及其他自動化設備的生產技術開發人才（或服務科技人才）
- (6) 開發智慧科技相關資通訊應用服務的軟體設計人才（APP 應用軟體、中介軟體等）
- (7) 推動客製化服務與異業整合等新商業模式開發人才
- (8) 厚實智慧科技後端專家知識之資料庫建置人才
- (9) 對外普及智慧科技應用服務事業的行銷業務人才
- (10) AIoT 基礎研究人才（數理邏輯演算法、統計科學等）
- (11) 顧客深度服務人才（如：製造業的客訴服務人才、科技加值諮詢人才、商旅業的觀光諮詢人才等）
- (12) 其他（請說）

## 附件二、座談會會議紀錄(1)

### 【數位經濟時代的人力供需－專家座談會】

#### 會議紀錄

一、座談會時間：108年11月01日 下午 03：00～05：00

二、座談會地點：中經院 204 會議室

三、參與人員：

單位	人員
國立臺灣大學工商管理學系暨商學研究所	林博文 教授
工業技術研究院	石立康 分析師
佛光大學 應用經濟學系	周濟 教授
國立臺灣科技大學 企業管理系	張順教 教授
安思創扶股份有限公司	陳孝昌 董事長
鼎恒數位科技股份有限公司	簡士評 總經理
百成數位有限公司	王佩芳 負責人
中華經濟研究院	王健全 副院長
	賴偉文 助研究員
	黃勢璋 副所長
	魏聰哲 副研究員
	簡毓寧 助研究員
	林柏君 分析師
	丘兆航 研究助理

## 四、 紀錄：

### 一、 林博文教授

1. 針對各職類別的人力需求，建議需要追蹤注意，因為現今社會許多人第一份工作未必與其所學專業和長期就業領域相關，且須注意工作期間的職場教育培養之技能。
2. 人力需求上，要區分成各個產業所亟須的人才，以及因應數位化趨勢產生的人才，這兩種有所不同。此外針對數位人才要定義清楚，例如護理人員等職類，若應用數位化科技協助流程時，是否算數位人才。
3. 在探討我國產業圖像與人力需求，必須思考諸多狀況如外國公司高薪挖角、我國從外國引入人才、本國人士被國外環境吸引而離開等。

### 二、 石立康分析師

1. 政策端因用數位化的人力需求，可與政府之移民政策結合。例如加拿大特別針對數位化人才需求，而有專門移民政策，且規範相對容易達成。
2. 除了學校增設 AI 科系與學程以培養數位人才，體制外學校和培訓機構亦然。但值得注意的是，要考量有技能的校園師資，大規模被企業界挖走，導致校園數位領域的缺口很大。
3. 國外資料和麥肯錫報告指出，現有職類就業人數在未來會減少，儘管會因應數位化增加新的職務，但增減相扣後會減少所需工作人力。相關研究顯示，各種職類別的人力需求當中，會增加的類別除了數位菁英，更包含工作牽涉到

人際互動 human touch、跨領域、教育工作者等，這些是可以借鏡參考的方向。

### 三、周濟教授

1. 對未來產業圖像的預測，可研究各個產業的轉折點，向各產業專家詢問專業意見，因為轉折點往往會大幅影響產值和人力需求。
2. 對於未來的人力需求之總體分析部分，關於經濟模型的建構，不只是要注重各產業如製造業等產業的分析，也須從整體宏觀角度包含民生、經濟、社會等領域，納入考量因素、放入相關因子加以衡量，同時並要考量外籍工作者產值。

### 四、張順教教授

1. 數位人才的培養要長期，像許多數位相關的訓練，往往旨在培育很多非軟體、非工程背景的，目的是希望他們具備相關知能可以參與討論，而非建構系統或處理技術。
2. 關於文獻，建議有外國參考借鏡，並舉例其在大專院校端，前往東南亞招募頂尖學生的經歷，強調全球化趨勢。
3. 在跨域且破壞式成長創新的時代，用現有職能別和職業別分類，可能無法準確推估出未來的人力需求。

### 五、陳孝昌董事長

1. 對於人才培育端，因應數位化趨勢的需求，從 T 型單一專業人才，到雙主修雙專長的  $\pi$  型人才，再到強調領導統御能力的尤型人才。
2. 數位人才的意涵，不應該只是側重技能，更要探討數位化組織與個人領導力，這三個要素必須一起談，不能單獨強

調技術層面，不然只是一大群工程師的集合體。數位化時代，可能出現數位化領導、數位化人員調配的全新職位。

## 六、 簡士評總經理

1. 目前的數位化趨勢，若只講最高階的研發、開發、工程師等等，會與人力資源角度的實務面脫節，因為實際上有許多中階、負責數位的應用面的人才，有大量需求。
2. 博弈產業等較為特殊、且一般產官學較忽視的產業，其實在數位化時代有非常良好的表現，甚至搶走了許多頂尖科技公司需求的人才。這種產業的發展，也值得關注研究。

## 七、 王佩芳負責人

1. 各職類別的定義問題需要釐清，例如同樣稱為 AI 人才、數據專家的人才，在不同產業和不同公司當中，所須具備的能力、所能貢獻的產值、所領薪資待遇都差異甚大。
2. 電商產業的分類問題要特別注意，因為在中國大陸的許多著名電子商務公司，其實登記在雲端運算、科技、ICT 等不同的產業，但事實上做的為零售業務。
3. 高中低階人才的定義和分類要明確，如其他文獻曾用薪資區分，該區分方式的結論是高低階人才的兩極需求皆大。

## 附件二、座談會會議紀錄(2)

### 【數位經濟時代的人力需求－專家座談會】

#### 會議紀錄

一、座談會時間：108年11月28日 上午10：00~12：00

二、座談會地點：中經院 204 會議室

三、參與人員：

單位	人員
國立政治大學商學院科技管理與智慧財產研究所	吳豐祥 教授
國立臺灣大學醫學工程學系	施博仁 副教授
前經濟建設委員會經濟研究處	洪瑞彬 處長
國立臺灣大學工商管理學系暨商學研究所	陳文華 教授
安思創扶股份有限公司	陳朔晏 顧問
東吳大學巨量資料管理學院	蔡芸琤 助理教授
中華經濟研究院	王健全 副院長
	賴偉文 助研究員
	簡毓寧 助研究員
	林柏君 分析師
	丘兆航 研究助理

## 四、 紀錄：

### 一、 吳豐祥教授

1. 簡報部分建議可再通盤宏觀考量整體經濟發展與產業前景，並參考其他資料。
2. 針對新科技服務，可給予更明確定義，以便知悉其產業之內涵，並找到與健康醫療、智慧機械、綠能科技等領域的劃分原則。

### 二、 施博仁副教授

1. 強調人口老化現象，對於我國健康醫療產業的未來發展，尤其是感測器、儀器等的推廣與應用。
2. 在醫療與科技合作方面，重視機器學習以及預防醫療的實踐，前者可以讓現今醫療浪費、錯誤診斷的狀況在未來顯著降低，後者則可以讓未能及時診斷導致的醫療資源浪費在未來大幅消失。
3. 認為現今的學生在基礎能力上較弱，需要適時以科技加以提升其效率。

### 三、 洪瑞彬處長

1. 除了技術驅動的產業轉型與經濟成長外，要思考消費者需求與型態轉變推動的商業模式。這種驅動力有其根本重要性，經濟發展未必僅始於科技技術的革新。
2. 在研究未來產業圖像推估、制定相應政策時，可借鏡過往經建會的長遠計畫、願景等，強化長期且宏觀的視野以及目標方向。

3. 提出在健康醫療領域中，輔具的使用是他認為具有前景的一項應用。

#### 四、陳文華教授

1. 針對高才低就的現況，提出反思，並指出現今任職於高科技公司的技術人員，儘管出身國內頂尖名校，但其做的具體任務細節則如同過去的工專學生。究竟是否為高才低就，值得探討。
2. 我國應強化我國優勢、特色的產業，例如紡織等，並加以和科技應用結合；而非企盼全球的重點趨勢產業，台灣全部都需要有，更遑論目前我國仍處於中階技術的產業，奢求在短期內超越歐美。
3. 所謂的斜槓青年，應採取舊金山矽谷的模式，考量因為擁有技術能力而隨時擁有能動性的人才，而非兼任多職的就業者。

#### 五、陳朔晏顧問

1. 在大專院校新設立科系院所時，應讓學生或可能的學生知悉其科系畢業後的出路與前景，則從學生的誘因與動機著手，新興科技相關的人才會得到足夠的人力投入。
2. 台灣在數位轉型與升級時，亦可參考中國大陸的發展模式，未必需要依照自身現有的產業強項出發，也不必然要經過循序漸進的進展模式，而是可以直接跳躍式的成長，往發展最尖端的領域邁進。

#### 六、蔡芸琤助理教授

1. 新科技服務產業，應從以下角度思考：由於有了新科技等工具的支援，就像交通道路等基礎建設作為物流產業

的前提條件，因應這些新科技而產生的服務例如影音串流、平台經濟、網紅直播等產業。

2. 未能進入頂尖大學就讀的學生，也應培養其使用工具的能力。而大學師資的角色是協助指導學生們學會使用科技，而非為他們決定該如何使用這些工具，因為學生們會自行發揮創意找到能將此技能兌現的方式。

### 附件三、期初報告審查委員意見及處理情形

計畫名稱：「2030 年臺灣人力需求圖像與推估」委託研究計畫

執行單位：財團法人中華經濟研究院

審查會議：期初報告 期中報告 期末報告

委員意見	執行情形
<b>國家發展委員會 高副主委仙桂</b>	
1. 有關未來經濟成長率預估，請研究團隊在基線推估基礎上，加入政策推動因素，提供適宜的經濟成長率政策目標值。	已加強，參見 p.170-p.184。
2. 由於數位經濟時代，將牽動我國未來產業版圖，進而影響各行、職業人力需求，因此本研究所擬之產業圖像，除了與人力需求(人均產值)相扣合外，亦應與未來產業結構轉變相連結，方可作為支撐推估參數設定之重要基礎；此外，產業圖像使未來我國產業產值結構如何轉變，亦請研究團隊協助提供。	已加強產業產值結構轉變因素之分析，參見 p.42-p.61。
<b>國家發展委員會 產業發展處</b>	
. 在數位經濟對勞動市場影響部分，分析上除了 AI 之影響外，建議可擴展至 IoT、區塊鏈、大數據等重要科技影響因素，以期提供較完整之資訊。	遵照辦理，已由 AI 擴大至數位經濟之範疇。
<b>國家發展委員會 人力發展處</b>	
1. 有關他國長期人力推估方法文獻分析部分，建議可補充各國於推估時，所考量之其他因素(如數位化)，以及該因素納入推估模型之方法，以佐證本案推估作法之妥適性。	遵照辦理，模型已納入各國作法之參考。

委員意見	執行情形
<p>2. 由於 10 年間的變化可能極大，在專家參數訪談上或未來人力需求推估結果的發布上，可考慮提供一個中期值(如未來 4 年或未來 5 年)，以提高可參考性。</p>	<p>遵照辦理，已提出 0-5 年、5-10 年的推估。</p>
<p>3. 請研究團隊於辦理專家訪(座)談時，同步通知本會一同派員出席，共同瞭解相關內容。</p>	<p>遵照辦理，已邀請國發會長官出席。</p>

## 附件四、期末報告審查委員意見及處理情形

計畫名稱：「2030 年臺灣人力需求圖像與推估」委託研究計畫

執行單位：財團法人中華經濟研究院

審查會議：期初報告 期中報告 期末報告

委員意見	執行情形
<b>工業技術研究院產業科技國際策略發展所曹研究總監永暉</b>	
1. 建議研究團隊敘明本案所預想的 2030 年情境及假設條件(如未來人均產值目標假設等)，俾利外界了解本案所發布之推估數據係在特定假設前提下所得出之結果。	感謝委員意見，已納入委員意見，有關政策情境之假設前提增補論述，請參見 p.172-p.185。
2. 在進行研究分析、預測等作業時，明確的「定義」亦相當重要。本案問卷內容設計，缺乏明確的問項說明，填卷者恐將草率填答；另由於本研究主題包含人力需求圖像，惟目前本案所盤點之文獻內容，多著重於產業發展面，對於未來人才職能的樣貌/定義著墨不多，建議予以補充。	感謝委員意見，已增補說明於問卷中，請見附件 1
3. 文獻內容應儘量以最新資料為主(如報告所引用的 IDC 資料)，以提升資料參考價值。	已更新資料，見第四章第一節。
<b>國立臺灣大學農業經濟學系徐教授世勳</b>	
1. 本案所用的 CGE 模型，係由 ORANI-G 模型改寫而得，然 ORANI-G 發展於 20 年前，主要為教學上使用，目前更已發展出 TAIGEM-D、GEMTEE 等	感謝委員意見，原期中報告論述已修正，並增補論述，請參見 p.156-p.170。

委員意見	執行情形
<p>模型，本案以過時的模型進行推估是否妥適？若非使用ORANI-G模型，則請說明自建模型之特點及其與ORANI-G模型不同之處。</p>	
<p>2. 由於ORANI-G屬靜態模型，並無法做多年動態推估，請說明如何進行跨年預測(Baseline Forecasting)？另由於在執行Baseline Forecasting時，必須經由多次產官學座談會討論，以確認其最終結果之妥適性，本案召開之2次座談會是否有針對此部分進一步討論？</p>	<p>感謝委員意見，已於期末修正報告中針對CGE模型的論述加以修正，請見p.166-p.168；另外本計畫所推估之結果業已於座談會中討論，並依據專家意見進行政策情境之設計。</p>
<p>3. 本案各行業人力需求係由CGE模型所求得之各業產值，再除以各業人均產值等2步驟計算而得。惟CGE模型應可一併產出各業人力需求，此外，現行採用之「人均產值」為一跳動劇烈之數列，且各業差異大，各年如何設定？</p>	<p>感謝委員意見，本計畫係立基於國發會之人力需求推估模型，輔以動態CGE模型補強總體經濟之推估，因此在處理上係根據CGE模型推估各業產值與人均產值，再導入人力需求推估模型中推估最終人力需求。</p> <p>另外，最終人力需求的推估，乃在依據過去成長數據，配合CGE推估結果，導入國發會人力需求模型逕行推估。</p>
<p>4. 表5-1(p.172)所標示之資料來源包含World Bank...等4個機構，惟此表僅列出一個經濟成長數列，建議將4個機構之預測數據分別列示。</p>	<p>感謝委員意見，已增列於報告表5-2，請參見p.173。</p>
<p>5. 部分長條圖的運用不甚恰當，如圖5-35(報告p.203)，標示之年度分別為2012-2018年及2019-2030年，考量兩者期間不</p>	<p>感謝委員意見，相關圖表已修正，請參見p.213-p.220。</p>

委員意見	執行情形
<p>同(前者為 6 年、後則為 11 年)，建議應標準化以平均每年變動幅度表示。另建議於圖 5-34(p.212)增加三級產業人力之絕對數字，並於圖 5-36、5-37、5-39 及圖 5-40(p.214-219)，加畫 2012-2018 年的長條圖，以與第五章其他圖體例一致。</p>	
<p>有關本案推估結果：</p> <p>(1) 圖 5-33(p.211)顯示最終人力需求將呈緩步增長趨勢，此與預期結果<sup>16</sup>有點不一致，一來我國面臨少子、高齡化趨勢，總人口應會下降，二來在數位化、智慧化下，未來人力需求亦應會下降。</p>	<p>感謝委員意見，少子化與高齡化的趨勢，總人口確實可能下降，表示人力供給可能減少；但根據動態模擬結果，因經濟成長造成產業規模擴大，因此人力需求增加，雖然人力供需可能產生缺口，但人力供需缺口或可由外國勞力來補充。</p> <p>本計畫係由政策角度探討人力供需，人力需求在產業規模擴大之前提下，人力需求反而可能增加。</p>
<p>(2) 由圖 5-35(p.213)，製造業一枝獨秀增加許多人力需求，此與智慧製造下，5G/機器換人/無人工廠/關燈工廠將導致人力需求減少之預期存在落差，需有合理的說明。此外，教育業人力需求為減少最多，其理由為少子化(此與全部人力呈正成長亦有矛盾)，惟智慧化下，AI/5G 人力需求將增加，應將帶動教</p>	<p>感謝委員意見，智慧製造下，5G/機器換人/無人工廠/關燈工廠將導致人力需求減少之文獻，仍立基於其他狀況不變下的狀況，然因經濟成長使產業規模擴大，因此雖然智慧製造下有部分職缺消失，但產業規模擴大可能增加人力需求；至於教育業之人力需求，依修正後的政策情境模擬，教育業人力需求並未減少，但增加幅度微小，請參見 p.197、p.214~p.217。</p>

<sup>16</sup> 根據2019/12/20中時電子報的報導「台積電創辦人張忠謀早就預言，未來25年內，5G將再次改變人類生活樣貌，帶來更嚴重的貧富差距與失業問題。另有專家估計，未來1、20年，隨著5G實現自動化，台灣將新添200萬失業大軍！」。

委員意見	執行情形
育業人力需求增加，此部分需再提出合理說明。	
(3) 由圖 5-42(p.223)，「隨著數位化科技與技術應用的深化」，至 2030 年，大學與研究所以上人力需求增加，惟年淨增人數似不甚顯著，反觀高中職以下人力需求下降有限，致 2030 年高中職以下人力占比仍達 49.2%(2018 年為 52.1%)，大學與研究以上人力合計則占 35.1%(2018 年為 32.2%)，變動幅度不大。	感謝委員意見，修正後之政策情境動態模擬，教育別之人力需求，請參見 p.225~p.226。
(4) 建議增加附錄說明資料來源及處理、模型外內生變數及其設定值，以提供透明化資訊。可參酌「少子化與高齡化下的臺灣人口預測與經濟分析」期刊論文架構及格式加以修正補充。	感謝委員意見，增補論述請見期末修正報告附件六
(5) 現行投入產出表部門分類與就業及職類別產業分類不同，如何整併？行業別×職類別(9 種)之就業人數與受僱報酬矩陣如何產生？亦請補充說明。	感謝委員意見，本計畫對行業別×職類別(9 種)之就業人數係根據國發會之人力需求模型，以過去之行業別×職類別就業結構變化趨勢，輔以考量科技對部分職業的替代與互補影響，藉以推估未來行業別×職類別結構矩陣與人數。
(6) 行政院主計總處 2018/11/29 發布 107 年人力運用調查統計結果，107 年 5 月國內從事非典型(部分時間、臨時性或人力派遣)工作者達 81.4 萬人，年增 9 千人或 1.05%。企業為降低人事成本，增加僱	感謝委員意見，本計畫係在總體經濟目標下推估未來人力需求，亦即潛在就業所需人數，而對於非典型(部分時間、臨時性或人力派遣)工作者的運用決策仍取決於廠商之人事成本考量，兩者之意義並不相當，如評審所述，未來在人事成本考量下廠商仍可能考慮使用非典型工作

委員意見	執行情形
用彈性，此型態之人力勢必增加，本報告似乎欠缺說明。	者，惟若欲探討未來非典型工作者之使用，則應進一步考量廠商之人事成本運用，但在此非本計畫之研究主題，故暫不列入研究範圍。
(7) 有關 GEMPAK 軟體版權應注意事項：投稿期刊論文或撰寫報告時，如有使用 GEMPACK 軟體程式，請務必於文中提及 Harrison and Pearson (1996)，並於參考文獻中加入下列資訊：Harrison, W. J. and K. R. Pearson, 1996, “Computing Solutions for Large General Equilibrium Models Using GEMPACK,” Computational Economics, 9(2), 83-127.	感謝委員意見，已增補於報告 p.159，並增加參考文獻。

萬寶華企業管理顧問股份有限公司吳總經理璧昇

1. 本案所採用的模型係依據 OECD 所提出之人力需求方法，經查，該方法出自於 1967 年的世界教育年報 (World Yearbook of Education)，此是否仍符合現今使用？	感謝委員意見，本計畫所採取的人力需求推估模型，雖為 1967 年所建立，但經過長期修正與優化，目前仍為美國 BLS 所採用，仍符合經濟學的意涵。
2. 有關 ICT 技術參數設定上，本案係參考荷蘭 GDDP 之概念，惟報告中並未整理荷蘭與我國 ICT 定義之對照，建議補充。	感謝委員意見，已增補說明，請參見 p.176~p.177。
3. 本案所定義之 ICT 產業包含電子零組件製造業、電腦、電子產品及光學製品製造業、電信業及資訊業，其與本案所欲探討的 Digital(用機器取代重複性人力) 間恐存在差異。	感謝委員意見，已增加說明，請參見 p.177。

委員意見	執行情形
<p>4. 近年本公司在探討我國人力短缺問題時，主要多以人力錯配(mismatch)為主軸而非勞動力供給。由於未來所需人才，其所受之教育與所需之專業與現在相比，將有相當大的差距，建議本案可針對我國人才的培育(訓)進行更深入的討論。</p>	<p>感謝委員意見，本計畫主要目的係優化國發會之人力模型，並提供相關之總體經濟與產業論述，至於人力短缺問題，暫不在本計畫之討論範圍，惟在結論與建議中略加說明，請參見 p.240。</p>
<p><b>一零四資訊科技股份有限公司鍾資深副總經理暨人資長文雄</b></p>	
<p>1. 有關產業人力需求之論述上，建議可參考我國私立就業服務機構(如萬寶華、104 等)相關產業人力需求現狀資訊，如因應數位經濟所產生之新興職務類別、企業對於新興職務類別的需求量等，俾與研究團隊的預估數據比對驗證，對於了解未來 3 年我國產業人力需求應有所幫助。</p>	<p>由於時間限制，列為後續研究方向。</p>
<p>2. 本案所研提之政策建議相較薄弱，建議可強化對政府部會的政策建言，例如考量未來零工經濟將帶來工作型態的改變，勞動部應規劃我國工時認定與勞動契約的彈性規定等因應準備，以及勞工在資訊科技時代應具備之產業職能等。</p>	<p>謝謝委員建議，已納入建議，見第六章結論與建議。</p>
<p>3. 根據本公司長期對於人力市場的觀察，與本案推估結果大致相符。本公司於今年下半年亦啟動餐飲與零售業教育訓練專案，以協助中高齡與高齡者投入該產業。</p>	<p>謝謝委員意見。</p>

委員意見	執行情形
<p>4. 對於未來數位科技人才樣貌，coding 與 programing 能力的強化、跨領域學習、職能推動與認證等均是時勢所趨，爰在教育政策上，如何讓學生跨領域雙修、強化資訊軟體應用能力、透過實習接軌企業需求及強調職能應用與發展等，仍將是未來趨勢，建議可收集相關研究報告，納入本案提供給教育部建言。</p>	<p>謝謝委員建議，已納入建議，見第六章結論與建議。</p>
<p>5. 臺灣面臨更大的難題在於人力供給，如高階人才外流、低薪問題與長照人力需求等，若能透過積極培養國內人才、引入國際人才、稅務優惠等措施，應可彌補我國勞動力短缺危機，爰建議國發會可再進一步針對人力供給端進行研究。</p>	<p>謝謝委員意見，惟該方向非本計畫之主要探討範圍，列為後續研究方向。</p>
<p><b>安思創扶股份有限公司陳創辦合夥人暨產業顧問晏</b></p>	
<p>1. 由於我們對未來職務名稱仍相當模糊，因此很難描繪出它的樣貌，而歐美的發展趨勢並非一定適用於我國。考量即便是國際級專家學者尚無法完全定義，一步到位實有難度，建議本案可分階段進行。</p>	<p>謝謝委員意見，將列為後續研究方向。</p>
<p>2. 新創事業為勞動供需方提供發揮舞台，若無新創事業，將降低學子發揮的機會，當其所學技能又無法與既有企業需求匹配時，即形成高才低就問題，此亦是國安級危機。此外，生醫產業在人工智慧的發展下，機器可自行產生診斷結果而無須醫生判斷，此</p>	<p>謝謝委員意見，將納入參考。</p>

委員意見	執行情形
趨勢亦恐減少高階人才需求，爰建議國發會可考慮擴大從供需兩端分析，方能有效掌握勞動市場全貌。	
3. 在產業、教育等發展上，應尋求臺灣能贏的部分，全面追求均質化的結果，將使臺灣喪失競爭機會。	謝謝委員意見，已納入第六章的結論與建議。
<b>國立嘉義大學應用經濟學系林教授幸君</b>	
1. 由於本案是透過 CGE 模型推估出各業產值等參數後，另帶入國發會模型估算出各行業/職業/教育程度別人力需求，爰建議整併簡報圖 3、圖 4 流程，俾便閱讀。	感謝委員建議，已整併後重新繪製推估流程（圖 5-2），請參見 p.156。
2. 本案在未來產業圖像影響因素中，有包含人口少子化議題，而在推估模型部分是否亦已納入人口模組？若無，則可考量納入國發會所定期發布之未來人口高、中、低推估數據。	感謝委員建議，本計畫所用之模型已納入人口模組，且以國發會所發布之未來人口推估之中推估數據為未來人口變動之外生變數。
3. 在未來產業圖像的描繪上，包含前瞻發展、技術藍圖及政府政策，於政策情境設計上，本案是否有將政府投入成本(如 AI、5G 基礎建設等)納入模型？	感謝委員建議，由於目前政府投入 AI、5G 基礎建設並未有實際數據可用，故而暫不將之納入模型，惟後續有可用數據時再納入以完整人力需求推估。

委員意見	執行情形
4. 有關技術/需求驅動的產業圖像，提及「人口結構變遷，人口老化/少子化」等因素將驅動產業智慧化/自動化、健康化，而在影響智慧化的同時，亦應會帶動教育產業的科技人才培育需求；另有關「氣候變遷，節能減碳，永續成長」因素，其影響層面僅考量綠色科技與設備/效率提升，未將資本支出納入考量(如風力發電、太陽能及相關產業之人力需求)。	感謝委員建議，因時間限制，難以將所有可能的狀況一併納入，本計畫係提出一可行模式，並試圖初步將未來圖象納入政策情境設計之考量中，後續或可進一步考量各政策情境所可能衍生之狀況，並將之納入政策情境設計，以完善人力需求推估。
5. 本案提及基線預測係納入全球經濟發展、人口變化、技術進步及國際貿易變化等因素，惟本案模型在缺乏人口模組下，如何進行預測？另在國際貿易變化部分，是否有考量美中貿易衝突等因素？	由於時間限制，將列為後續研究方向。
6. 本案雖對各業要素生產力進行不同的假設，惟觀察 2018-2023 年及 2023-2030 年附加價值率推估結果，各業別在此兩階段的附加價值率成長似無明顯變化。	感謝委員建議，本計畫參酌委員意見，再次設定新版政策情境，所得之估計結果發現服務業與製造業之附加價值變動已有明顯差異（表 5-5），請參見 p.188~p.189。
7. 本案推估結果，電力及燃氣供應業在未來生產毛額/產值部分，均無太大的成長，惟在多數產業均呈正成長之情況下(除礦業及土石採取業以外)，加上數位科技產業的發展，未來電力需求無明顯成長是否合理？	感謝委員意見，本計畫以更新所設計之政策情境後，在電力及燃氣供應業，雖然在 2012 年以前，該產業之產值提升很快，但近幾年產值卻不增反減，主要是因為雖然製造業產值提高，伴隨對電力用量提高，但因為價格並未提高，因此產值亦下降，請參見 p.199-p.200。

委員意見	執行情形
8. 根據過去文獻，數位科技將減少勞動需求，惟本案推估結果，我國未來每年卻將增加 5.81 萬個人力需求，需進一步釐清說明。	感謝委員意見，數位科技將減少勞動需求，係在其他情況不變之下的結果，然則因為數位科技應用可擴大產業的規模，因此將增加人力需求。
<b>台灣經濟研究院張院長建一</b>	
1. 報告第一、二章之研究架構、研究方法等多有重複，建議濃縮並刪減不必要之章節。	謝謝委員意見，已精簡內容。
2. 有關報告所列之愛爾蘭、芬蘭等標竿國家之附加價值率/產值發展趨勢，建議再深入論述。	感謝委員意見，由於時間限制，將納入後續研究方向。
3. 本案主要聚焦於人力需求端，惟所採用之 CGE 模型屬一般均衡模型，非單純的需求面推估。在國際文獻上，一般亦多採用總體計量模型推估人力需求，未來或可考量改以總體計量模型，估算出未來經濟成長基準線，並納入政策因素，藉由調整投入係數，求得附加價值率之變化。受限於時間，建議研究團隊先於報告中敘明採用 CGE 模型之原因及相關推估作法。	感謝委員意見，有關委員的建議後續可納入議題分析，另採用 CGE 模型的原因已增補於 p.168~p.170。
4. 國際上在進行人力需求推估時，一般多於設定總體模型後，再做產業關聯，本案似乎相反，建議說明釐清。	感謝委員意見，本計畫所採用之 CGE 模型，係建立一總體數量模型，於模型中考量產業關聯性，並非先行考慮產業關聯性再建立總體模型，已於期末修正稿中增補說明，請參見 p.159~p.163。
5. 本案運用問卷結果進行政策情境設計，然業者對未來看法多僅限於近 3~5 年，對於未來 10 年恐較無法想像，建議可將此納入	謝謝委員意見，已納入專業判斷。

委員意見	執行情形
研究限制中敘明；由於問卷回收份數偏少，建議在情境設計上，除參考專家問卷結果外，亦應加上研究人員自己的專業判斷。	
6.有關政府情境模擬部分，建議整理相關政策說明(如 5+2 產業)及在政策的著力下，未來可能的量化變化(如參考政策 KPI)。	謝謝委員意見，將納入參考。
7.本案對於未來經濟成長率預測似相對保守，未來 3 年為臺灣發展關鍵，倘若政府能掌握產業結構轉型契機，未來的經濟成長率可望再向上調升。另外，在製造業(如電子零組件、電腦、電子產品及光學製品製造業等)附加價值率的成長預測上，似有低估之問題；此外，由於政府將著手進行都更，明年亦可望帶動相關產業成長。	感謝委員意見，由於政策情境會隨著時間而有所變化，本計畫的設計，係根據目前的狀況逕行設計，後續可納入滾動式調整機制，依時序與經濟環境變化來調整，俾利於合理推估未來人力需求。
8.長期而言，建議我國智庫逐步發展出自行的國內長期基準線預測，取代直接引用國際機構預測結果。	感謝委員意見，後續研究可納入建議。
9.本案另進一步考量高才低就調整因子，惟未來在跨域能力及自我提升需求下，是否仍存在高才低就問題，可再思考調整的必要性。另請團隊補充相關文獻來源。	感謝委員意見，考量高才低就調整因子的目的，係在於因過去存在高才低就的狀況，將高才低就的可能排除以利推估未來合理的人力需求，乃為避免誤差擴大，請參見 p.223-p.225。
10.有關產業圖像部分，建議可列出各產業 GDP 的占比變化，俾利看出未來驅動我國經濟成長的重要產業類別；此外，在我國未來發展的描繪上，多著重於生產	感謝委員意見，本計畫在推估過程中已表列各產業生產毛額之成長狀況，請見 p.191 表 5-6。再者，本計畫於政策情境設計上，係考量未來民眾所需，如高齡化社會之需求，實已涵蓋部分食衣住行育樂之需

委員意見	執行情形
部門，食衣住行育樂部之變化則著墨較少。	求，惟在考量未來人力需求時，係以總體目標下之人力需求，因此多著重於生產部門，至於食衣住行育樂的影響，可列入後續研究範圍，暫未在本計畫中呈現。
11. 報告 p.197 製造業產值預估於 2019-2030 年期間成長約 1 倍，惟電力及燃氣供應業、用水供應及汙染整治業卻無太大成長，應如何解釋？	感謝委員意見，本計畫以更新所設計之政策情境後，用水供應及污染整治業之產值成長與過去接近，另外在電力及燃氣供應業，雖然在 2012 年以前，該產業之產值提升很快，但近幾年產值卻不增反減，主要是因為雖然製造業產值提高，伴隨對電力用量提高，但因為價格並未提高，因此產值亦下降，請參見 p.199。
12. 報告中所繪之趨勢/長條圖，在標記、顏色等使用上應儘量具辨別度，以便於閱讀。	謝謝委員意見，將納入修改。
<b>行政院主計總處黃專門委員偉傑</b>	
1. 本總處依據聯合國最新 BOP 規範以及央行國際收支帳，已於本年上月完成國民所得 5 年一次的全面修正，提醒研究團隊應引用最新 GDP、附加價值率等數據資料。	感謝委員建議，已引用最新 GDP 與附價值的數據。
2. 本案採用 100 年產業關聯表，其中間投入率、附加價值率恐已不符合現況。本總處已於 11 月發布最新 105 年產業關聯表及供給使用表，請研究團隊參考。	已更新使用 105 年之產業關聯表，且修正內容，請參見 p.185。
3. GDP 係指國內生產毛額，報告中有誤寫為國民生產毛額之問題，請檢視修正；另有關報告 p.52，我國 2019 年第一季經濟成長率	已修正，請參見 p.45。

委員意見	執行情形
已上修至 1.84%，全年亦上修為 2.64%，2020 年則為 2.72%，呈現穩步成長，請團隊配合最新數據修正；報告 p.138 表 4-2 資料來源請修正為衛生福利部統計處。	
<b>本會人力發展處</b>	
1. 本案部分人力需求推估結果(包含各職業別、教育程度別等)，為本會透過人力需求模型所產出之資料，建議於報告中加註。	已加註說明，請參見 p.153、p.223。
2. 建議可參考近期各部會所舉辦之年終記者會，有助瞭解政府未來政策方向，以補強報告中之政策建議內涵。	謝謝委員意見，已納入「政策說明」。
<b>會議結論</b>	
1. 請研究團隊補強未來產業圖像論述，並清楚定義本案模型政策情境設計之前提假設或預想情境。	有關我國未來產業圖像論述，及模型政策情境設計之前提假設或預想情境，已增補說明，請參見 p.171~p.184。
2. 為使本案之總體經濟參數推估具立論基礎，請研究團隊參酌審查委員建議，修正總體推估模型，並於報告中敘明推估方法與採用此方法之理由。	已增補論述說明推估方法與採用此方法之理由，請參見 p.156~p.170。
3. 請研究團隊確保最終推估結果具合理性，並可參考審查委員建議，藉由現有人力需求資料比照驗證。	依委辦單位建議辦理。
4. 請研究團隊根據未來人力需求質與量的可能轉變，補強對政府部門之相關政策建議。	未來人力需求質與量的可能轉變與對政府部門之相關政策建議，已增補於建議，請參見 p.234~P.242。

委員意見	執行情形
5.有關委員建議針對人力缺口、學用落差等議題提供相關資訊，本會將另針對未來人力供給端進行相關分析，期能搭配人力需求端資料進一步提供上述資訊。	未來可納入人力供給端之分析，以完整未來我國人力需求推估。
6.請研究團隊於109年1月3日前提交修正後報告，俾利本會辦理後續審查作業。	謝謝委員意見，將儘速完成報告的修正。

## 附件五、數位經濟的廣泛影響層面

數位經濟影響層面更為廣泛，不祉是半導體、電子零組件等，根據石立康（2019）的研究，數位經濟的發展重點，對人力需求的影響請見以下分析：

### （一）發展重點

A.大數據、人工智慧、物聯網是當下全球最受關注的三項科技主題。

B.人工智慧對產業影響

- ▶ 基礎層：晶片、神經晶片、雲端運算、巨量資料、半導體
- ▶ 技術層：演算平台、機器學習
- ▶ 應用層：自駕車、理財、語音助理、新創產業

### （二）人力需求

- ▶ 基礎層：資料科學家、大數據專家、資料庫、統計、數學人才
- ▶ 技術層：演算、數學專家、機器人
- ▶ 應用層：具 AI 及金融、醫療、零售、智慧製造、交通、電商業的跨域人才。

## 附件六、數位經濟人力需求影響分析

數位經濟時代對台灣製造業人力需求影響較小原因的分析。經 PwC (2018) 研究發現，不同產業的工作受自動化影響的差異也不同。工作因自動化、智慧化而產生高度被取代比率之前 3 名，依序為運輸與倉儲業 (52%)、製造業 (45%)，以及營建工程業 (38%)；而被取代風險較低的則是教育業，僅有 8%；次低的是醫療保健與社會工作服務業 (21%)。但 AI 演算法所帶來的衝擊其實相對較小。惟在金融及保險業、專業科學及技術服務業與資訊通訊服務業 3 個產業領域，才會帶來較高比例的衝擊。

自動化與智慧化不只對就業帶來衝擊，也將帶來轉機，MGI (2017) 報告預測，至 2030 年時，約有 3 億至 3.65 億個新工作職缺會被釋放，其中約 5,000 萬個職缺與科技相關，2,000 萬職缺與能源投資相關。若以麥肯錫計算的自動化最快速發展的情況預估，則將有 3.75 億勞工被迫換工作，8 億個工作將被自動化、智慧化取代，產業自動化、智慧化對就業將帶來不容小覷的衝擊。

雖然本世紀末，我們熟悉的職業中，有 70% 會被自動化技術取代 (賀桂芬，2016)。李開復 (2019) 提及，就技術面而言，未來 15 年內，美國有 40%~50% 的工作可被升級轉型為自動化。但是，臺灣受限於國內經濟規模較小，重硬體輕軟體的營運思維，缺乏具規模的商業模式實證場域，來與使用者互動。因此，國外的新興科技發展趨勢，無法完全複製至國內，因而只會帶來較小的科技衝擊。

## 附件七、CGE 模型總體參數估計方法

CGE 模型通常沿用 Armington 假設，藉此解釋產業內貿易 (intra-industry trade, 亦即 cross hauling) 現象。對於出口品的處理大都假設本國廠商只用於內銷或外銷，且 ORANI-G 模型往往在進出口的分析時加了小國假設，表示本國對於世界價格沒有影響力，是價格接受者。

因此，為使參數值更能解釋臺灣總體經濟，PPS-CGE 模型應用了我國之總體資料估計 Armington 彈性。而估算的方式為先求得各部門之數量及價格 Divisia Index，最後再將求得之 Divisia Index 代入至梁啟源博士 (1997,2012) 所開發之臺灣動態一般均衡模型 (DGEMT) 估計 Armington 彈性。

### (一) Divisia Index 估計

首先，本研究將資料作整併，其中，國產品及進口品資料主要來源為經濟部統計處之工業產銷存動態調查、能源局之統計資料及國際貿易局之進出口貿易統計資料，資料期間使用 2001 年至 2014 年的年資料，原始資料共約 8 千多筆。

而在資料轉換之前，本研究先使用主計總處所公布之 100 年產業關聯表 526 部門、166 部門及 52 部門進行產品及部門對應，完成對應後，因各產品有單位不一致的問題，故以適合處理單位不一致問題的 Divisia Index 進行資料的加總，其計算公式如下：

$$\ln P_0(p^0, p^1; q^0, q^1) \equiv \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \left[ \left( \frac{p_i^1 q_i^1}{\sum_i p_i^1 q_i^1} \right) + \left( \frac{p_i^0 q_i^0}{\sum_i p_i^0 q_i^0} \right) \right] / \ln \left( \frac{p_i^1}{p_i^0} \right)$$
$$\ln Q_0(p^0, p^1; q^0, q^1) \equiv \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \left[ \left( \frac{p_i^1 q_i^1}{\sum_i p_i^1 q_i^1} \right) + \left( \frac{p_i^0 q_i^0}{\sum_i p_i^0 q_i^0} \right) \right] / \ln \left( \frac{q_i^1}{q_i^0} \right)$$

其中， $P_0$  為價格指數， $Q_0$  為數量指數， $p_i$  表示為  $i$  產品之價格， $q_i$  為  $i$  產品之數量，上標 0 代表基期，上標 1 代表當期。

由於 PPS-CGE 模型主要是針對 100 年之投入產出表的 52 項產業進行分析，因此最後將各商品整併成 52 部門，部門別如表 3-1 所示，然國產品的原始資料因受限於服務業資料難以取得，因此先以估計工業共計 25 個部門之 Divisia Index 為主，而農林漁牧業及服務業之彈性值則使用相關研究報告專家所提供的推估值。

## （二）Armington 彈性估計

PPS-CGE 模型在彈性值的估計上選擇使用 DGEMT 模型，DGEMT 模型是國內少數研發以計量方法推估彈性值之模型，該模型結合了梁啟源博士的臺灣能源經濟模型、行政院主計總處的總體計量模型及工研院 MARKAL 模型共三個模型所建立，而 PPS-CGE 模型參考了其中的臺灣能源經濟模型之生產者模型架構，透過給定國產品、進口品之數量及價格 Divisia Index，在以價格方程式和份額方程式估計各項係數，從而估算出國產品與進口品之替代彈性，各產品別之替代參數估計如附表 1 所示。

附表 7-1 PPS-CGE 模型部門別

中文名稱	產業代號	英文名稱
農產	Agr	Agricultural Products
畜產	Livestock	Livestock
林產	ForPro	Forest Products
漁產	Fish	Fishery Products
礦產	Minnerals	Minerals
加工食品	ProFoods	Process Foods
飲料	Beverages	Beverages
菸	Tobacco	Tobacco
紡織品	Textile	Textile Mill Products
成衣及服飾品	Wearing	Wearing Apparel and Clothing Accessories
皮革、毛皮及其製品	Leather	Leather, Fur and Related Products
木材及其製品	Wood	Wood and Related Products
紙漿、紙及紙製品	Pulp	Pulp, Paper and Paper Products
印刷及資料儲存媒體複製	Printing	Printing and Reproduction of Recorded Media
石油及煤製品	PetCoalPro	Petroleum and Coal Products
化學材料	CheMat	Chemical Materials
化學製品	ChePro	Chemical Products
藥品	Medicines	Medicines
橡膠製品	RubberPro	Rubber Products
塑膠製品	PlasticPro	Plastic Products
非金屬礦物製品	NonMetPro	Non-Metallic Mineral Products
鋼鐵	IroSteelPro	Iron and Steel Products
其他金屬	MisMetals	Miscellaneous Metals
金屬製品	FabMetPro	Fabricated Metal Products
電子零組件	ElePartsComp	Electronic Parts and Components
電腦、電子及光學產品	ComEleOptPro	Computers, Electronic and Optical Products
電力設備	EleEquip	Electrical Equipment

中文名稱	產業代號	英文名稱
機械設備	MecEquip	Mechanical Equipment
汽車及其零件	MotVehParts	Motor Vehicles and Parts
其他運輸工具	OthTranEquip	Other Transport Equipment
家 具	Furniture	Furniture
其他製品及機械修配	OthManuEquip	Other Manufactures & Repair and Maintenance of Industrial Machinery and Equipment
電力供應	EleSupply	Electricity Supply
燃氣供應	GasSupply	Gas Supply
用水供應	WaterSupply	Water Supply
污染整治	RemSer	Remediation Services
營造工程	Construction	Construction
批發及零售	WhoRetTrade	Wholesale and Retail Trade
運輸倉儲	TraStorage	Transportation and Storage
住宿及餐飲	AccFoodSer	Accommodation and Food Services
傳播服務	MasComSer	Mass Communication Services
電信服務	TelSer	Telecommunication Services
資訊服務	DatProSer	Data Processing & Information Services
金融及保險	FinInsSer	Finance and Insurance Services
不動產及住宅服務	ReaEstSer	Real Estate Services
專業、科學及技術服務	ProTechSer	Professional, Scientific and Technical Services
支援服務	SupSer	Support Services
公共行政；強制性社會安全	PublicSer	Public Administration Services
教育服務	EduSer	Education Services
醫療保健及社會工作服務	HumSocialSer	Human Health and Social Work Services
藝術、娛樂及休閒服務	ArtEnterSer	Arts, Entertainment and Recreation Services
其他服務	OthSer	Other Services

資料來源：本計畫整理。。

附表 7-2 Armington 彈性值估計結果

產業別	彈性值
<b>彈性值小於 1</b>	
飲料	0.579
紡織品	0.746
皮革及毛衣及其製品	0.403
紙漿、紙製品	0.720
化學材料	0.582
橡膠製品	0.409
非金屬礦物製品	0.137
電腦、電子及光學產品	0.742
電力設備	0.350
汽車及其零件	0.896
其它運輸工具	0.726
其它製品及機械修配	0.822
<b>彈性值介於 1 和 2 之間</b>	
加工食品	1.395
成衣	1.142
金屬製品	1.175
機械設備	1.380
電子零組件	1.987
<b>彈性值大於 2</b>	
礦產	2.104
木材及其製品	2.533
石油及煤製品	3.696
化學製品	2.337
藥品	2.330
塑膠製品	2.302
鋼鐵	2.701
其他金屬製品	2.274

資料來源：本計畫整理。



2030 年臺灣人力需求圖像與推估/王健全計畫主持；  
賴偉文、黃勢璋協同主持。-- 初版。-- 臺北  
市：國發會，民 109.2  
面：表，公分  
編號：(109)006.0801  
委託單位：國家發展委員會  
受託單位：財團法人中華經濟研究院

人力資源  
542.71

2030 年臺灣人力需求圖像與推估

委託單位：國家發展委員會  
受託單位：財團法人中華經濟研究院  
計畫主持人：王健全  
協同主持人：賴偉文、黃勢璋  
出版機關：國家發展委員會  
電話：02-23165300  
地址：臺北市寶慶路 3 號  
網址：<http://www.ndc.gov.tw/>  
出版年月：中華民國 109 年 1 月  
版次：初版 刷次：第 1 刷  
編號：(109)006.0801 (平裝)