

經濟部智慧財產局
「產業專利分析與布局競賽」
報告書

團隊名稱：布布為贏

競賽主題：醫食生技保健康

競賽題目：醫療用手術機器人專利分析

中 華 民 國 1 1 0 年 1 0 月 8 日

複賽補充暨新增事項

項次	評審委員建議事項	團隊說明	頁次
1	專利分析及檢索策略完整。	感謝評審委員鼓勵。	
2	運用 Pajek 輔助分析，建議須注意主路徑發展使用。	相關說明本報告增加核心專利(主路徑專利)及技術說明於附件。其他說明請見建議事項 5。	p.69
3	建議技術生命週期應以所有國家整體分析較為恰當。	已增加所有國家整體分析之生命週期圖。	p.65-66
4	魚骨圖建議增加機器人技術。	本團隊在探討醫療用手術機器人時，同時針對機器人裝置進行研究，以利團隊進行手術機器人之整體分析。	p.8
5	運用技術路徑分析技術發展，建議須注意是否為真正主軸技術。	主路徑分析是廣為文獻分析學者所接受與採納的引用分析方法，其將複雜網路予以大幅抽象化、抽離出少數節點來代表技術領域的文獻演進。在這樣劇烈抽象化的過程下，其導出演進脈絡的正確性常會引起質疑。學者們無法從數學上證明、多是以其他指標、或是以其和現實情況的對照來佐證其正確或代表性。本團隊除詳細說分析的參數選擇外，也採類似的方式（例如對照引用數）來觀察。	p.69

項次	複賽報告新增項目	頁次
1	伍、三、中國專利分析	p.42-53
2	伍、五、全球專利技術生命週期圖	p.65-66
3	陸、專利布局暨產業發展策略與建議	p.74-89
4	機器人技術魚骨圖(圖 2-7)	p.8
5	核心專利及技術說明(主路徑專利) 布布為贏團隊成員簡介	附件

目 錄

壹、	緒論/背景動機與目的	1
貳、	分析標的說明	3
參、	產業技術介紹	9
一、	醫療用手術機器人市場現況與未來趨勢	9
二、	醫療用手術導航機器人市場現況與未來趨勢	11
肆、	檢索策略與過程	13
一、	技術架構	13
二、	檢索策略說明	14
三、	技術特徵檢索關鍵字串	15
四、	檢索歷程	16
伍、	智財分析	17
一、	美國專利分析	18
二、	日本專利分析	29
三、	中國專利分析	42
四、	台灣專利分析	54
五、	全球專利技術生命週期圖	65
六、	技術功效矩陣分析	67
七、	路徑分析	69
陸、	專利布局暨產業發展策略與建議	74
一、	專利布局策略與建議	74
二、	產業發展策略與建議	80
柒、	結論	90
附件一、	核心專利及技術說明(主路徑專利)	92
附件二、	布布為贏團隊成員簡介	96
參考文獻	97

圖 目 錄

圖 2-1 人工智慧於生科產業價值鏈中之應用	3
圖 2-2 台灣精準健康大產業願景	4
圖 2-3 生科相關企業導入 AI 之調查	6
圖 2-4 全球疫情總累計數	6
圖 2-5 台灣 COVID-19 疫情發展累計圖	6
圖 2-6 本團隊繪製之醫療用手術機器人技術魚骨圖	7
圖 2-7 本團隊繪製之機器人技術魚骨圖	8
圖 3-1 全球醫療用手術機器人市場規模(2018-2023)	9
圖 3-2 全球醫療用手術機器人年複合成長率(2018-2023)	10
圖 3-3 Transparency Market Research 報告分析	10
圖 3-4 手術導航機器人技術類別	12
圖 4-1 本案研究方向：醫療用手術機器人組成	13
圖 4-2 本案研究方向：醫療機器人技術架構	14
圖 4-3 本案專利檢索策略圖	14
圖 5 全球專利申請件數歷年趨勢圖	17
圖 5-1-1 專利件數歷年趨勢分析圖(美國)	18
圖 5-1-2 專利件數歷年累計趨勢分析圖(美國)	19
圖 5-1-3 國家佔有率分析(美國)	20
圖 5-1-4 國家件數歷年趨勢分析(美國)	20
圖 5-1-5 前十大申請人(美國)	21
圖 5-1-6 前五大主要三階 IPC(美國)	23
圖 5-1-7 前十大主要四階 IPC(美國)	24
圖 5-1-8 前五大三階 IPC 歷年專利趨勢(美國)	25
圖 5-1-9 前十大四階 IPC 歷年專利趨勢(美國)	26
圖 5-1-10 前十大申請人主要 IPC(美國)	27
圖 5-1-11 技術生命週期(美國)	28
圖 5-2-1 專利件數歷年趨勢分析圖(日本)	29
圖 5-2-2 專利件數歷年累計趨勢分析圖(日本)	30
圖 5-2-3 國家佔有率分析(日本)	31
圖 5-2-4 國家件數歷年趨勢分析(日本)	31
圖 5-2-5 前十大申請人(日本)	33
圖 5-2-6 前五大主要三階 IPC(日本)	35
圖 5-2-7 前十大主要四階 IPC(日本)	36
圖 5-2-8 前五大三階 IPC 歷年專利趨勢(日本)	37
圖 5-2-9 前十大四階 IPC 歷年專利趨勢(日本)	38

圖 5-2-10 日本 IPC 專利布局的特殊性.....	39
圖 5-2-11 前十大申請人主要 IPC (日本).....	40
圖 5-2-12 技術生命週期 (日本).....	41
圖 5-3-1 專利件數歷年趨勢分析圖(中國).....	42
圖 5-3-2 專利件數歷年累計趨勢分析圖(中國).....	43
圖 5-3-3 中國產學界之專利件數歷年趨勢分析圖.....	44
圖 5-3-4 國家佔有率分析(中國).....	45
圖 5-3-5 國家件數歷年趨勢分析 (中國).....	45
圖 5-3-6 前十大申請人 (中國).....	46
圖 5-3-7 前五大主要三階 IPC (中國).....	48
圖 5-3-8 前十大主要四階 IPC (中國).....	49
圖 5-3-9 前五大三階 IPC 歷年專利趨勢 (中國).....	50
圖 5-3-10 前十大四階 IPC 歷年專利趨勢 (中國).....	51
圖 5-3-11 前十大申請人主要 IPC (中國).....	52
圖 5-3-12 技術生命週期 (中國).....	53
圖 5-4-1 台灣專利分析-公開/公告專利總件數.....	54
圖 5-4-2 專利件數歷年趨勢分析圖(台灣).....	55
圖 5-4-3 專利件數歷年累計趨勢分析圖(台灣).....	55
圖 5-4-4 國家佔有率分析(台灣).....	56
圖 5-4-5 國家件數歷年趨勢分析 (台灣).....	57
圖 5-4-6 前十大申請人 (台灣).....	58
圖 5-4-7 前五大主要三階 IPC (台灣).....	59
圖 5-4-8 前十大主要四階 IPC (台灣).....	60
圖 5-4-9 前五大三階 IPC 歷年專利趨勢 (台灣).....	61
圖 5-4-10 前十大四階 IPC 歷年專利趨勢 (台灣).....	62
圖 5-4-11 前十大申請人主要 IPC (台灣).....	63
圖 5-4-12 技術生命週期 (台灣).....	64
圖 5-5-1 技術生命週期圖綜合比較.....	65
圖 5-5-2 技術生命週期圖綜合比較(四國合計).....	65
圖 5-5-3 四國技術生命週期列表.....	66
圖 5-6-1 本團隊整理之技術功效圖.....	67
圖 5-6-2 本團隊整理之技術功效分析檢索圖.....	68
圖 5-7-1 本團隊整理之專利脈絡圖.....	70
圖 5-7-2 本團隊整理之主路徑發展圖.....	70
圖 5-7-3 本團隊整理之技術路徑脈絡圖.....	71
圖 5-7-4 本團隊整理之醫療用手術機器人 IPC 示意圖.....	72
圖 6-1-1 外科手術技術演進 (外科手術已從傳統開放式、微創進化至手術機器人).....	74

圖 6-1-2 手術機器人應用分類與使用目的.....	75
圖 6-1-3 醫療用手術機器人三大主要專利權人與其技術布局.....	76
圖 6-2-1 五力分析.....	83
圖 6-2-2 藍海策略分析.....	87

表 目 錄

表 4-1 本案檢索技術特徵表	15
表 4-2 本案檢索字串組別表	15
表 4-3 本案檢索歷程表	16
表 5-1-1 美國專利歷年申請/公告件數.....	18
表 5-2-1 日本專利歷年申請/公告件數.....	29
表 5-3-1 中國專利歷年申請/公告件數.....	42
表 5-4-1 台灣專利歷年申請/公告件數.....	54
表 5-7-1 本團隊整理之技術路徑分析表.....	72
表 5-7-2 本團隊整理之醫療用手術機器人 IPC 分類表.....	73
表 6-2-1 PEST 分析.....	82
表 6-2-2 國內外競爭廠商.....	85
表 6-2-3 SWOT 分析.....	86

壹、緒論/背景動機與目的

生物技術以全球市場為主，儘管面對 2020 年以來新冠肺炎疫情衝擊，因應藥品及數位醫療等各項需求、全球生技產業不受景氣影響而逆勢成長，其產業特性雖然需要長期開發、投資風險高，但亦具有高報酬、受到專利保護、產品生命週期長且可應用廣泛結合多項領域之特性。

由全球 37 個國家組成的經濟合作暨發展組織(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)，提出生物技術的定義為「應用在生物體，包括其零件、產品和模型，用以改變生命的或非生命的物質以產生知識、產品和服務之科學與技術」(The application of science and technology to living organisms as well as parts, products and models thereof, to alter living or non-living materials for the production of knowledge, goods and services)。我國經濟部工業局於 2020 年<<2020 生技產業白皮書>>將之定義為「運用分子生物學、細胞生物學、免疫學、基因體學及蛋白質體學等生命科學知識與基因工程、蛋白質工程、細胞工程與組織工程等技術為基礎，進行研發、製造或提升產品品質，以改善人類生活品質的科學技術」^[1]。

生技產業應用範圍可分為醫療器材產業、應用生技產業、製藥產業及健康福祉產業。醫療器材產業依據用途，分為診斷與監測、手術與治療、輔助與彌補、預防與健康促進等醫材及器材；應用生技產業指應用生物技術從事產品之研發、製造及服務，例如農業、食品、環境等；製藥產業為生產藥品；健康福祉產業包括保健產品、及健康福祉促進之相關服務。

生技產業的發展與國家安全、經濟發展、健康福祉及環境永續密不可分，行政院已核定多項生技產業推動方案，並制定「生技新藥產業發展條例」，更將生技產業列為六大核心戰略產業項目，規劃臺灣精準健康戰略產業發展方案，於 2020 年通過「醫療器材管理法」促進醫療器材產業發展，並計畫於 2022 年實施新版「生技醫藥及精準健康產業發展條例」，其中新增數位醫療項目，鼓勵與期許廠商能更積極發展人工智慧(AI)於健康醫療照護領域的應用。

近年來醫療器材產業因通訊技術提升、結合科技導入 AI 技術、高階醫材創新、精準醫療興起、高齡醫療需求及醫療政策等大幅推動下，促使產業加速轉型；在新興醫療器材-智慧化手術及導航系統之輔助下，讓手術精準度有效提升，患者之手術創傷面積也能縮小，恢復時間加快，感染風險亦較低，是醫學領域突破相當大的發展，隨著人們對精準醫療追求持續提升，帶動醫療用手術機器人產業快速成長，其中亦有台灣廠商鈦隼生技開發「腦部手術導航機器人」以電腦主機、觸控式螢幕、機械手臂以及機器視覺系統進行跨域整合。

因此本次團隊因受到鈦隼生技腦部手術機器人的啟發，以「醫療手術機器人」為主題，分析其技術架構，包括核心技術、使用場景、服務、手臂類型等，進行全球、台灣、日本及美國之專利分析，探討「醫療手術機器人」領域之專利件數申請趨勢，並以近 20 年的時間區間進行觀察本案技術之專利件數產出數量變化，對投入「醫療用手術相關」之專利權人數(競爭公司)發展趨勢

進行深入研究。此外，依據本次全球專利分析結果，使用與全球趨勢相符且專利件數最多的美國進行技術功效矩陣分析及專利路徑分析；其中專利路徑分析為團隊透過檢索之相關專利資料，由專利引用所形成的技術關係網絡，運用主路徑的分析方法發掘出主要的技術發展脈絡，用以分析產業未來的發展方向。

本團隊期望透過醫療手術機器人之專利分析，對應全球醫療生技產業現況觀察，並提出技術發展預測中各項重要參考指標。

貳、分析標的說明

一、目前生技 x AI 發展

回顧近年來全球積極且大規模推動智慧醫療的發展下，透過大數據資料庫與 AI 的輔助，使得生技業者得以改良且提升不同於以往的制度與效率，如：藥廠可以因此更有效的縮短新藥研發週期，醫院也可因智慧化而調整其原本管理模式等。隨著 2020 年席捲全球的新冠肺炎（COVID-19）疫情，更加速了生技相關企業對於 AI 科技的發展決心與依賴，並嘗試將其更廣泛地應用於生產、研發、供應鏈亦或商業應用等領域（見圖 2-1）。

然而當前，生技業者仍於開發 AI 應用潛力之階段，當醫療與科學知識得以和 AI 技術結合，企業將有更大的機會運用該新技術發展出更能獲利的營運模式，使自己能於市場中立於最佳的競爭位置，擁有更大商業優勢。在此刻，生醫產業正值轉變與革新的過程，醫療體系、醫事人員與企業正尋求與過往不同的解決方案與新興科技應用，以因應醫療環境改變與資源的重新分配。

展望未來，經由將 AI 技術從單點性的應用，策略性擴大部署至企業內各部門，小從協助辨識與驗證基因標的、設計合成新型化合物等智慧化供應鏈，到協助產品進入市場與布局行銷，同時建立適宜之管理架構、標準化資安流程，AI 科技於整體生技產業中的不同面向都能以不同且多樣的應用產生價值，也有望因投入該新興技術而獲得更大的產出與回報^[2]。



圖 2-1 人工智慧於生技產業價值鏈中之應用^[2]

二、全球市場調查 AI 具潛力，台灣發展精準醫療

根據勤業眾信(Deloitte)的市場調查，全球有逾 6 成生技企業 AI 相關計畫投資超過 2,000 萬美元^[2]；MarketsandMarkets 關於人工智慧發展研究指出，2020 年 AI 在醫療照護(Healthcare)應用全球市場規模為 48.7 億美元，且估計至 2026 年仍可持續成長^[2]；國際知名機構麥肯錫全球研究所 (McKinsey Global Institute) 也在 2018 年即推算，未來 10 年 AI 每年預計能為全球 GDP 成長貢獻約 1.2 個百分點，更可望在 2030 年前帶來 13 兆美元產值^[3]。有鑑於 AI 技術於新產品開發與智慧財產方面扮演了重要角色，預期企業，尤其以生技領域為甚，將投入更多資源於 AI 應用在其研發階段。此外，隨著全球各大企業領導人逐漸意識到數位轉型於企業未來發展的重要性與關鍵因素，於價值鏈中其他產業領域應用，AI 技術也預計會扮演更重要角色。

有鑑於此，台灣政府也於 2020 年行政院生技產業策略諮詢委員會議 (Bio Taiwan Committee, BTC) 提出發展精準健康大產業的目標，以達成精準檢測、精準診斷、精準治療、精準預防、精準照護為願景，期望可以更準確地預測、診斷、治療、預防與照護疾病 (見圖 2-2)；並計畫於 2022 年實施新版「生技醫藥及精準健康產業發展條例」，其中新增數位醫療項目，鼓勵與期許廠商能更積極發展 AI 於健康醫療照護領域的應用。

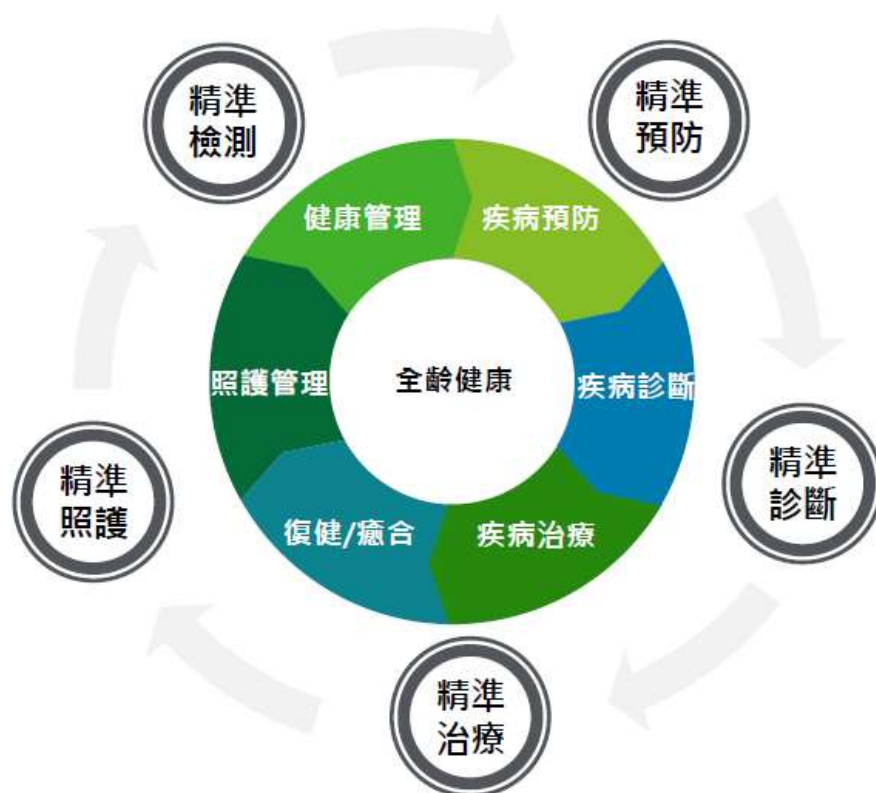


圖 2-2 台灣精準健康大產業願景^[2]

三、 因台灣精準醫療趨勢，鈦隼生技開發「腦部手術導航機器人」

近年來，在政府大力提倡精準醫療產業的趨勢下，以醫學手術為例，由於目前全球關於腦部手術導航技術仍有不足，除定位精細度有待提升之外，傳統頭架式與用手動方法進行引流方式過程不但費時且有高度風險，因此，台灣鈦隼生物科技股份有限公司(以下簡稱鈦隼生技)看準未來全球對於精準醫療的需求以及台灣在發展精準健康產業的政策方向與決心，投入龐大資源以研發能降低風險，且更精準且有效的腦部手術導航設備。

鈦隼生技由陳階曉醫師創立，斥資新臺幣 2 億元，於 2015 年正式開始營運，所研發的產品「腦部手術導航機器人」是以電腦主機、觸控式螢幕、機械手臂以及機器視覺系統進行跨域整合。不同於一般技術皆使用「反射式光學球」來定位座標點，陳醫師透過機器視覺整合醫學影像，經由上萬個座標使準確度達 2 毫米以下，以協助腦神經外科手術醫師在立體定向腦電圖、腦深層電刺激、腦室引流以及立體組織切片等腦相關手術中，可從不同切面影像深入觀察患者腦部構造，再藉由專業醫師判斷，預先在螢幕上規劃手術路徑，並搭配自動化機械手臂，可更有效率且更精準地輔助醫師執行開腦手術，同時降低手術出血與傷害周邊神經腦部組織等風險，且因為屬微創手術，如此可減少麻醉時間且可以快速康復，於此同時可有效改善醫病關係^[4]。

四、 「強化流程效率」，全球疫情仍未解決，自動採檢為當務之急

根據 Deloitte 全球調查報告顯示(見圖 2-3)，對於醫療照護而言，AI 具備提升管理流程效率的潛力，同時有望能提供每一位病患更快且更精準的診斷與治療方案，進而改善病患的等待時間、再入院率、所需成本等營運指標，而在多項議題中，「強化流程效率」則被評選為最多企業領導人所關注的(34%)^[5]。加之全球仍未解決的新冠疫情與當前 Delta 等多種變種病毒肆虐，截至 2021 年 8 月 14 日，全球累積確診人數達 2.06 億，超過 435 萬人死亡(見圖 2-4)，近一周全球平均每日仍有 64 萬人新診斷確診^[6]。相比於國際，美國近七日平均單日新增確診病例突破 10 萬人，日本近日首破 2 萬，而台灣迄今也有逾 15843 人確認患病，其中有 821 人不幸死亡^[6](見圖 2-5)。在如此瞬息萬變又緊急的疫情時代，如何快速增加檢疫能量，讓潛在確診者在染病後能即時隔離治療為全球當務之急，其中尤以如何精準採集有效檢體、降低採檢人員負擔至關重要。

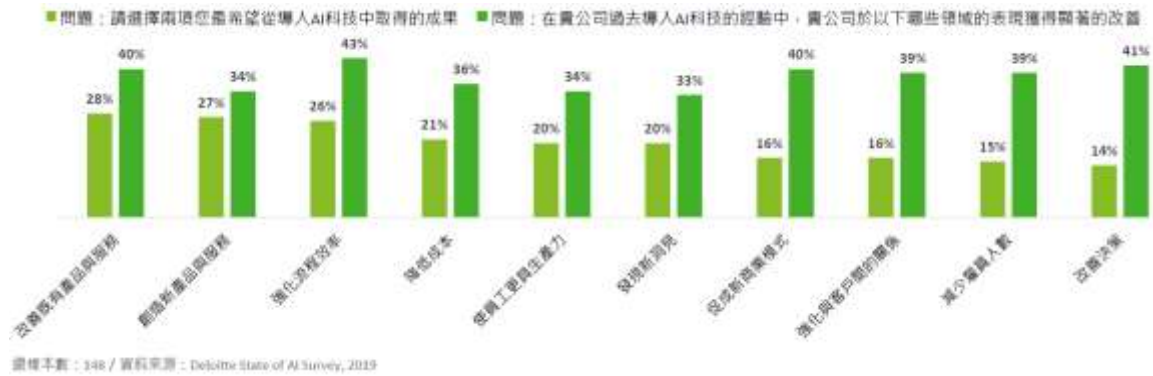


圖 2-3 生技相關企業導入 AI 之調查^[5]

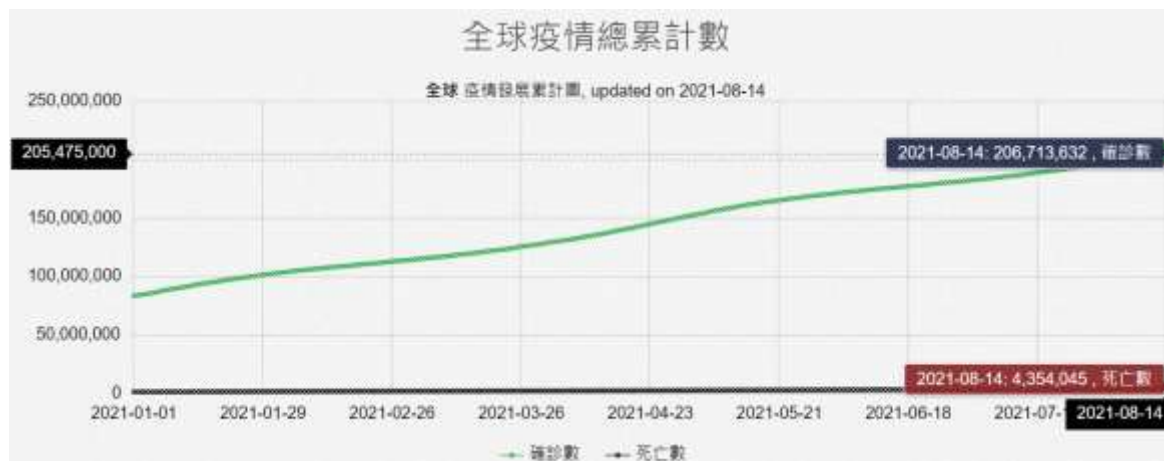


圖 2-4 全球疫情總累計數^[6]

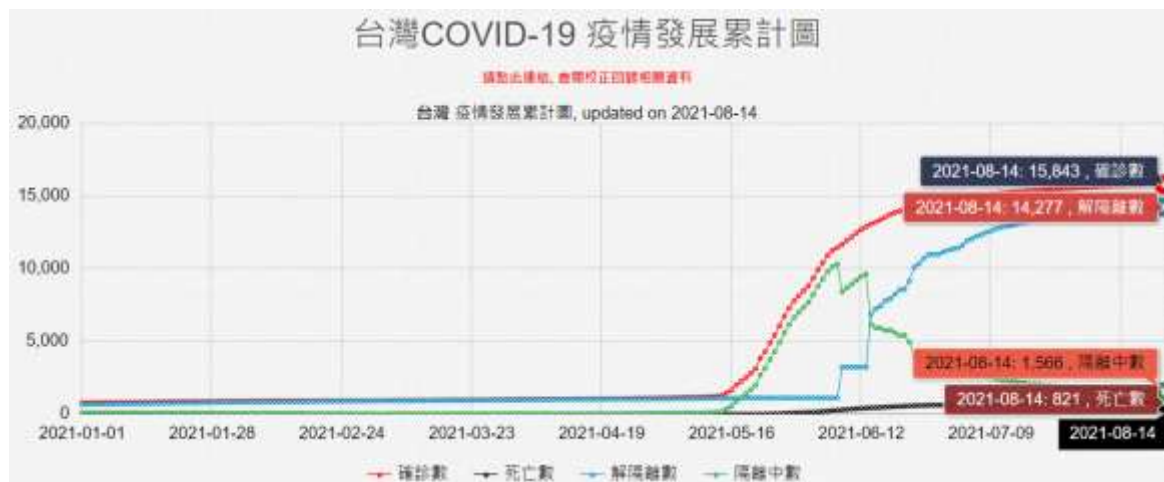


圖 2-5 台灣 COVID-19 疫情發展累計圖^[6]

五、 鈦隼生技因而研發「自動鼻咽採檢機器人」

因此，鈦隼生技藉此機會，以其在2018年首創之「腦部手術導航機器人」為核心技術，簡化其原本複雜的流程與機制，研發出能使用 AI 做面部結構識別，並自動導引至鼻孔位置，且可依其精準計算出之深度與角度，自動化採檢鼻咽檢體的「自動鼻咽採檢機器人」協助防疫，用以提升採檢效率與檢體之有效度。此採檢全程只需 2 至 5 分鐘，醫護人員便可以避免與潛在病患直接接觸的方式完成檢體採集，如此將可解決邊境管理需大量篩檢的當務之急。目前這款「自動鼻咽採檢機器人」已通過衛福部臨床試驗的審查，未來若能成功通過美國 FDA「緊急使用授權」，將可大幅降低採檢人員的負擔^[7]。

有鑑於上述生醫與 AI 結合的大趨勢，以及我國已有如鈦隼生技應用 AI 於手術、採檢的機器人這樣的業者，本團隊將以手術導航為主進行探討「醫療用手術機器人」領域。該領域的技術內涵如下圖 2-6 所示，可分為手術導航、影像處理、系統裝置、夾爪機構等類別。在探討醫療用手術機器人前，本團隊另外同時針對機器人裝置進行研究並繪製其對應技術魚骨圖如圖 2-7 所示，以利團隊進行手術機器人之整體分析。使用近二十年(2000.1.1~2021.8.1)時間為區間進行觀察相關技術之專利件數產出數量變化，對投入「醫療用手術相關」之專利申請人(競爭公司)發展趨勢進行深入研究，作為技術發展預測之重要參考指標。

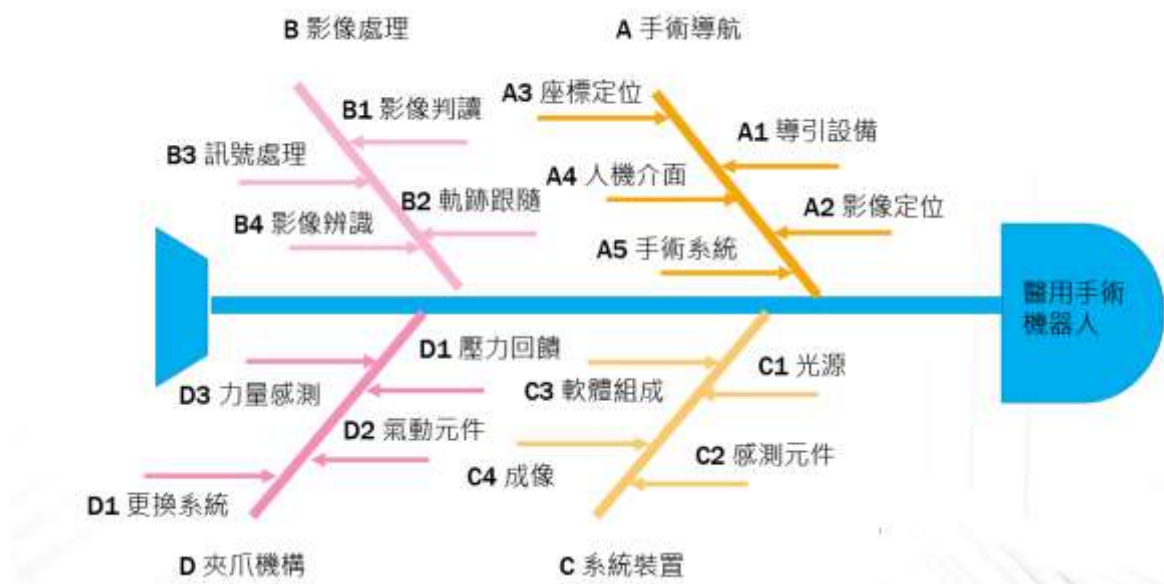


圖 2-6 醫療用手術機器人技術魚骨圖(本團隊繪製)

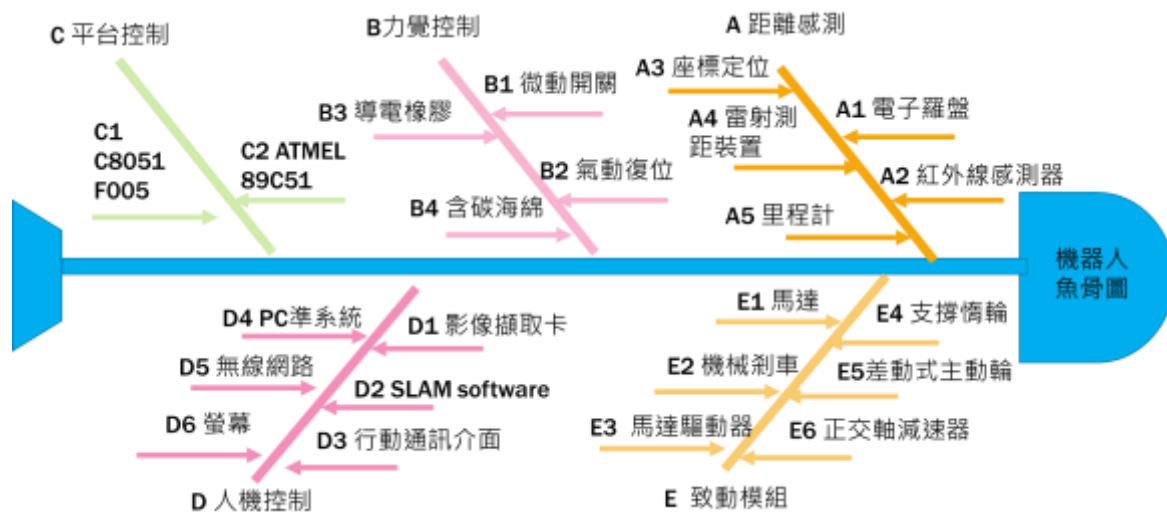


圖 2-7 機器人技術魚骨圖(本團隊繪製)

參、 產業技術介紹

醫療用手術機器人是集合多項現代高科技於一體的醫療器材，不同於傳統的手術概念，手術機器人讓醫生可以遠離手術臺，並透過操縱機器進行手術，使醫生在手術過程中，可以減少疲勞、手抖造成之手術風險，且能預防高危險手術之疾病傳染疑慮；不僅如此，在近幾年新興科技-智慧化手術規劃及導航系統之輔助下，讓手術精準度有效提升，患者之手術創傷面積也能縮小，恢復時間加快，感染風險亦較低，是近年來醫學領域突破相當大的醫療工具，隨著人們對精準醫療追求持續提升，帶動醫療用手術機器人產業快速成長，發展潛力不容小覷。

一、 醫療用手術機器人市場現況與未來趨勢

隨著微創手術應用提升、電腦輔助技術發展及高齡人口增加，帶動醫療用手術機器人市場快速成長，根據 Meddevicetracker 市場報告預估^[8]，全球醫療用手術機器人市場規模將從 2018 年 46.2 億美元成長至 2023 年的 97.1 億美元，年複合成長率約為 16%。

依手術機器人產品組成可分為三大部分，分別為機器人電腦輔助系統 (RAS Systems)、儀器與配件 (Instruments and Accessories) 及服務 (Services)，如圖 3-1、3-2 所示，其中儀器與配件市場規模及成長率皆最高，2018 年市場規模為 22 億美元，預計至 2023 年將成長至 51 億美元 2018~2023 年複合成長率達 18.3%；其次為機器人電導輔助系統，市場規模將從 2018 年之 17 億美元成長至 2023 年之 33 億美元，年複合成長率約為 14.6%。

全球醫療用手術機器人市場規模(2018-2023)

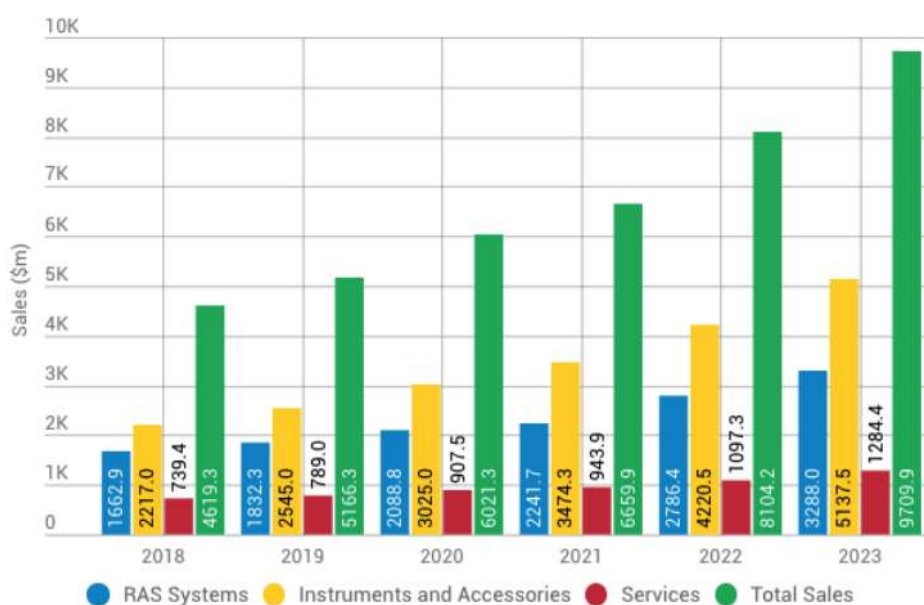


圖 3-1 全球醫療用手術機器人市場規模(2018-2023)^[8]

全球醫療用手術機器人年複合成長率(2018-2023)

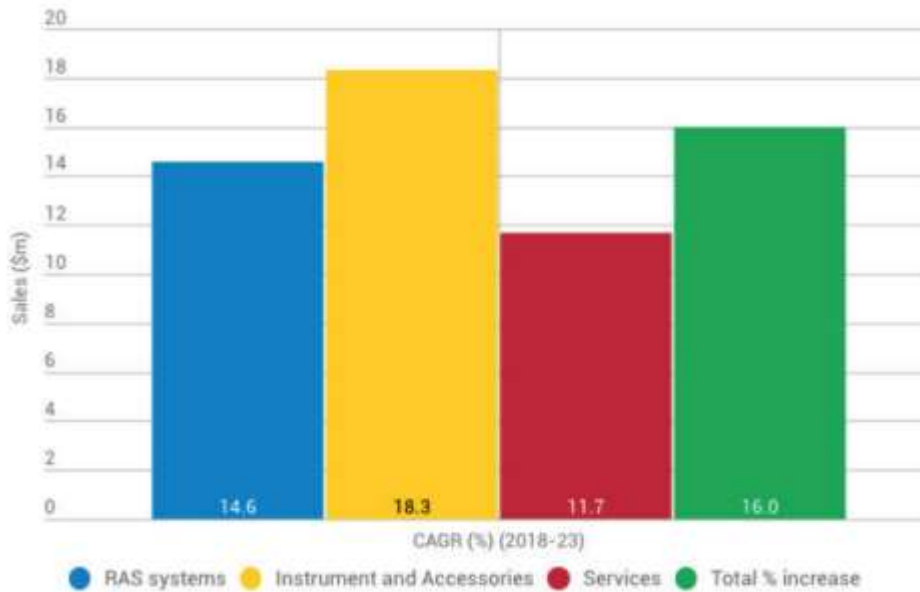


圖 3-2 全球醫療用手術機器人年複合成長率(2018-2023)^[8]

另依據 Transparency Market Research 報告分析^[9]，如圖 3-3 所示，目前北美市場份額占比最大，其次為歐洲，亞洲居三，其中亞洲成長速度最快，主係該地區開發中國家經濟成長快速，對醫療質量越來越重視，帶動手術機器人等醫療設備之需求；此外，與北美及歐洲相比，亞洲國家千禧一代之父母對於手術機器人接受度較大，將推動亞太地區醫療用手術機器人市場之未來發展。



圖 3-3 Transparency Market Research 報告分析^[9]

此外，近年醫療用手術機器人大廠紛紛透過跨界併購、與技術專家合作，積極往導航影像、機器學習及觸覺傳感方面研究結合，以提高手術機器人的功效，該些研發有機會推動手術機器人往下一代邁進，成為未來手術機器人之主流技術。以下針對近期醫療用手術機器人研發趨勢進行介紹：

1. 導航技術與 3D 可視化技術開發，並搭配機器學習功能，促進醫療用手術機器人系統升級與應用

近期醫療用手術機器人之製造商積極精進手術機器人之導航技術及 3D 可視化技術，以強化手術機器人之成像分辨率與機械手臂定位，並且導入 AI 與機器學習技術，建立清晰的 3D 立體視野，層層的組織將能看得更加清楚，將有效提高手術進行之品質、精準度與複雜度。

2. 尖端傳感器技術開發，以克服觸覺反饋之局限性

微創手術是近期相當熱門之新興醫療技術，有助於以最精確的方式執行複雜的外科手術，然而，手術機器人之觸覺反饋模糊造成外科醫生在手術使用時相當大的障礙，因此近年來手術機器人廠商積極與觸覺傳感器製造商合作，投入尖端傳感器技術之研發，並將傳感器安裝在機器人的手指末端，當傳感器擷取到力量時，會將壓力傳導至醫生的手指上，讓醫生了解目前手術機器人施力狀況，以克服觸覺反饋侷限性之問題。

在全球醫療基礎設施不斷進步與患病人口數增加、手術機器人之技術改進與融合下，全球醫療用手術機器人市場將持續成長。

二、醫療用手術導航機器人市場現況與未來趨勢

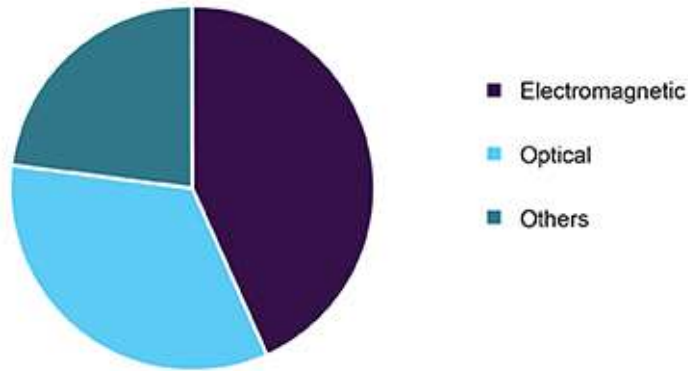
經研讀與蒐整醫療用手術機器人資料後，發現近年來各大廠紛紛往影像導航技術結合手術機器人研發，以強化手術機器人之系統功能，是未來很有潛力之發展方向，因此本團隊針對醫療用手術導航機器人納入研究，進行分析。

醫療用手術導航機器人與目前手術機器人差異在於軟體系統上的精進，根據 Grand View Research 報告分析^[10]，2019 年全球醫療用手術導航系統市場規模為 8.33 億美元，預計 2019~2029 將以 7.2% 之年複合成長率增長。目前北美占全球市場份額最大，主係該地區骨科、耳鼻喉科與神經系統疾病之患病率不斷上升，從而推動了區域對手術導航系統的需求。而亞太地區手術導航系統將呈指數成長，該地區之高成長率歸因於開發中國家經濟成長、老齡化人口增加及醫療保健意識抬頭。

此外，如圖 3-4 所示，手術導航機器人依技術類別可區分為電磁技術 (Electromagnetic) 及光學 (Optical) 技術，目前電磁手術導航技術占最大市場份額，主係其易於使用、視線較佳及價格較低，因此在市場上已有一定滲

透率，預估未來幾年仍占據主要市場份額；而光學手術導航技術預計未來呈指數成長，主係其與電磁手術導航技術相比，光學手術導航技術能產出較佳結果，可同時大量追蹤目標物，且精度高，不會受到環境中存在之金屬物體及電磁場影響，因此應用更為廣泛。

Global surgical navigation systems market share, by technology, 2019 (%)



Source: www.grandviewresearch.com

圖 3-4 手術導航機器人技術類別^[10]

以應用科別分析，目前應用在神經外科手術占市場最大份額，主係其為首先應用於手術上且成功整合的外科科別，手術導航系統協助神經類別手術(如腦癌手術、中樞神經腫瘤手術等)精準之解剖定位，且在進行腫瘤切除手術時，提供實況顯示，讓醫師在手術進行能有良好判斷，預估手術導航機器人在神經外科手術應用將持續呈穩定成長；其次為骨科類別應用之手術導航機器人，其在市場上佔有一定比例，在全球高齡人口增加下，膝關節與髖關節置換手術需求亦提升帶動了骨科手術導航機器人之發展；另耳鼻喉科別應用市場預計將快速成長，由於耳鼻喉疾病患病率不斷提升，而手術導航機器人提供高精確度，從而降低患者手術風險，並能減少侵入性與術後不適，術後恢復時間亦較短，促使手術導航機器人在耳鼻喉科別應用之成長潛力最高。

肆、檢索策略與過程

一、技術架構

此次檢索分析條件中醫療用手術機器人系統以三大部分組成，如圖 4-1 分別為：手術台車、醫生主控台、中央影像系統。其中，不同於傳統手術或內視鏡手術機器手臂的系統核心包含：

1. 擁有 3D-HD 超高解析度視野，取代傳統腹腔鏡的 2D 平面影像，讓醫師擁有立體感覺並精準地進行器械操作。
2. 仿真手腕手術器械，能模仿人類雙手作旋轉、抓取、捏夾等動作，可在人手或腹腔鏡器械無法觸及的狹小空間內進行手術，大幅提升精準與靈活度，也增加完成手術的可能性。
3. 由醫師使用的特殊控制台操作精密的機器手臂、3D 內視鏡，成為外科醫師執行微創手術的利器。



圖 4-1 本案研究方向：醫療用手術機器人組成(引用華東新聞照片)

其中，本團隊經過歸納整理，認為「醫療用手術機器人」應有涵蓋九大「核心技術」、四種「使用場景」、三項「服務」與四型態「手臂類型」四大面向(見圖 4-2)。



圖 4-2 本案研究方向：醫療機器人技術架構(本團隊繪製)

二、 檢索策略說明

選定研究方向之後我們以過去 20 年（2000 年 1 月 1 日至 2021 年 8 月 1 日）為專利檢索區間，並以產品技術架構為基礎界定檢索對象，並透過團隊不斷的討論及調整檢索式搜尋正確的專利資訊進行專利分析與不同條件組合，結合分析圖表且進一步分析圖表中各欄位代表的意義，相關作法及流程繪製成一個檢索策略圖如圖 4-3 所示：

專利檢索策略圖

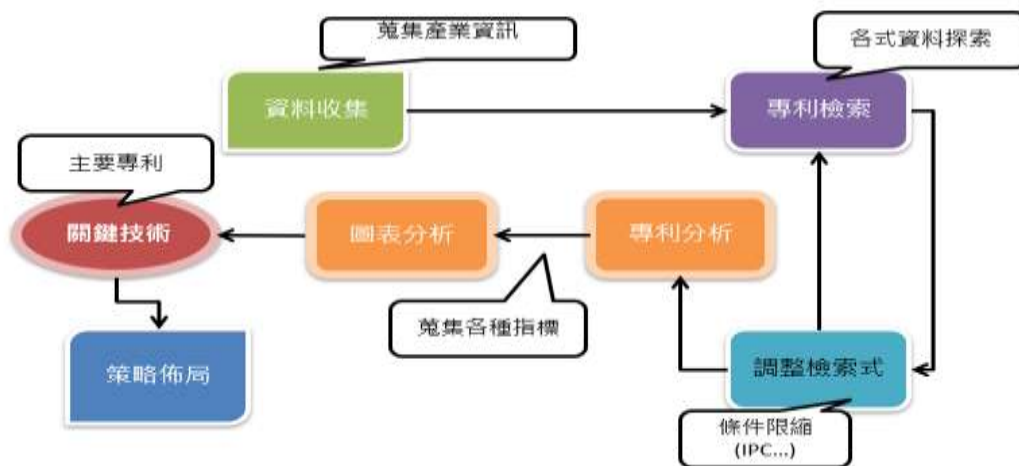


圖 4-3 本案專利檢索策略圖(本團隊繪製)

三、技術特徵檢索關鍵字串

確認專利檢索架構與策略，團隊根據產業分析資料設定檢索策略，使用全球專利檢索系統(GPSS)進行檢索，並將檢索標的設定為全球主要區域如：USPTO、JPO、TIPO、EPO、WIPO 所受理的專利檢視。檢索條件由關鍵字與分類號組成(手術機器人查詢分類號分別為 A61B、B25J、G06 相關系列)，並以醫療用手術機器人相關字或衍生相關同義字做為關鍵字及相關分類號，根據檢索標的、檢索期間、檢索條件進行組合，如表 4-1 所示作為本次專案之檢索技術特徵表，並將其分類成不同的字串組別表如表 4-2 所示。尤其，根據前節產業分析中，亞洲地區未來可能是成長潛力區域，尤其日本傳統上就是機器人研發的主要國家，中國則具龐大市場，因此檢索條件中特別納入日文與中文的關鍵詞以期能更完整搜尋相關專利。

檢索方向	技術特徵1	技術特徵2	技術特徵3	技術(skip)特徵4	專利分類
關鍵字及代表字串	機械手臂	手術	影像	導航	A61B
	Mechanic	医療	Imag*	路徑	B25J
	Robot	外科	Visual	path	G06*
	ロボット	Surgery	vision	Navigat*	
	加中文	Surgical operation	カメラ	Coordinat*	
		operation	視覺	Guid*	

表 4-1 本案檢索技術特徵表(本團隊繪製)

字串組別	檢索組別	檢索關鍵字
1	機械相關字串	Mechanic* OR Robot* OR ロボット
2	手術相關字串	Surgery OR Surgical operation OR Operation OR 医療OR 手術 OR 外科
3	影像相關字串	Imag* OR Visual OR vision.写真OR画質OR カメラOR 撮影OR 撮像OR 画像OR 視覺
4	導航相關字串	Guid* OR Navigat* OR Coordinat* OR path OR route OR 3D

表 4-2 本案檢索字串組別表(本團隊繪製)

四、 檢索歷程

1. 檢索區間：申請日 2000/01/01~2021/08/01
2. 檢索範圍：全球專利(此處全球專利為台灣、中國、美國、日本、歐洲及 WO 之公開與公告專利)、並另外分別檢索本國公開/公告、美國公開/公告、日本公開/公告、中國公開/公告（以上數據均有去重及進行申請人權威控制）

透過分類號及檢索字進行一連串的調整，並搭配不同的 IPC 分類與字串進行限縮檢索其相關歷程如下表 4-3 所示：

檢索IPC	檢索字串	檢索欄位	檢索結果	建議	備註
A61B AND B25J			8503	佐以手術相關字串	非目標專利： TW093141042
A61B AND B25J	2	TI OR AB OR CL	4530	嘗試以G06進行限縮	非目標專利： TW105126753 (問題字彙：operation)
A61B AND B25J AND G06	2	TI OR AB OR CL	298	G06過於限縮，移除	
A61B AND B25J	1 AND 2	TI OR AB OR CL	2668	嘗試以影像相關字串進行限縮	
A61B OR B25J	1 AND 2 AND 3	TI OR AB OR CL	12515	許多非醫療相關專利，故IPC選是以AND進行串連檢索	非目標專利： TW108131072、 TW202014278A
A61B AND B25J	1 AND 2 AND 3	TI OR AB OR CL	545	新增photo*於影像相關字串	
A61B AND B25J	1 AND 2 AND 3	TI OR AB OR CL	549		
A61B AND B25J	1 AND 2 (含日文字串)	TI OR AB OR CL	2644	嘗試以影像相關字串進行限縮	
A61B AND B25J	1 AND 2 AND 3 (含日文字串)	TI OR AB OR CL	556	移除" OR 照像 OR カメラ"	
A61B AND B25J	1 AND 2 AND 3 (含日文字串)	TI OR AB OR CL	540		
A61B AND B25J	1 AND 2 (含日文字串)	TI OR AB OR CL OR DE	4441		
A61B AND B25J	1 AND 2 (含日文字串)	TI OR AB OR CL OR DE	本國公開：9 本國公告：13 美國公開：599 美國公告：1177 日本公開：229 日本公告：606		*最終檢索式

表 4-3 本案檢索歷程表(本團隊繪製)

請特別注意，本案以上檢索策略是以寬鬆的高階（三階）分類號搭配寬鬆的（包含所有相關欄位）中、英、日文關鍵詞，以期能達到最少的遺漏（高檢全），最後再輔以人工篩選以求最少的雜訊（高檢準）。

伍、 智財分析

本團隊分析主題為醫療用手術機器人，透過檢索歷程我們找出關聯之檢索字詞並先針對全球趨勢進行探討，在圖 5 所示之全球歷年趨勢包含台灣、中國、美國、日本、歐洲及 WIPO 之公開與公告專利（均有去重）。團隊更選擇台、美、日、中各國與全球專利進行趨勢比對。



圖 5 全球專利申請件數歷年趨勢圖(本團隊繪製)

如上圖所示，美國、中國、日本三個國家的申請量就佔了全球的申請量的 50% 以上。以下我們將進行各國相關專利分析外並以和全球趨勢接近之美國專利進行更進一步的路徑及技術脈絡分析。

一、美國專利分析

1. 專利件數分析

(1) 專利趨勢分析（數據均有去重及進行申請人權威控制）

年份	申請專利件數	申請人數	年份	公告專利件數
2000	20	15	2000	0
2001	29	18	2001	1
2002	25	24	2002	9
2003	30	30	2003	8
2004	24	31	2004	17
2005	16	18	2005	19
2006	26	33	2006	18
2007	24	37	2007	13
2008	30	51	2008	14
2009	13	32	2009	4
2010	25	58	2010	14
2011	39	121	2011	18
2012	28	74	2012	13
2013	61	56	2013	14
2014	81	45	2014	24
2015	114	85	2015	57
2016	163	76	2016	43
2017	146	87	2017	77
2018	137	64	2018	109
2019	120	58	2019	129
2020	108	44	2020	140
2021	14	9	2021	73

表 5-1-1 美國專利歷年申請/公告件數(本團隊繪製)

(2) 歷年專利趨勢分析

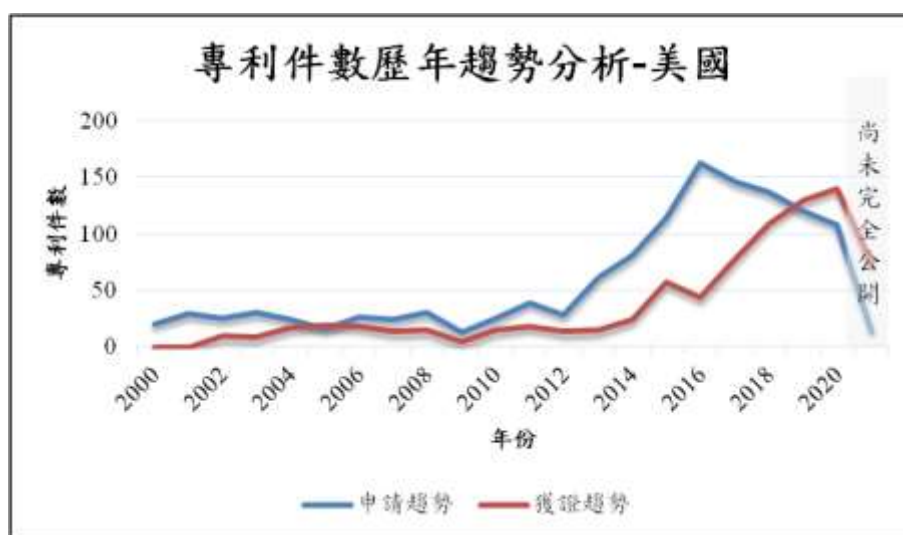


圖 5-1-1 專利件數歷年趨勢分析圖(美國)(本團隊繪製)

(3) 累計專利件數分析

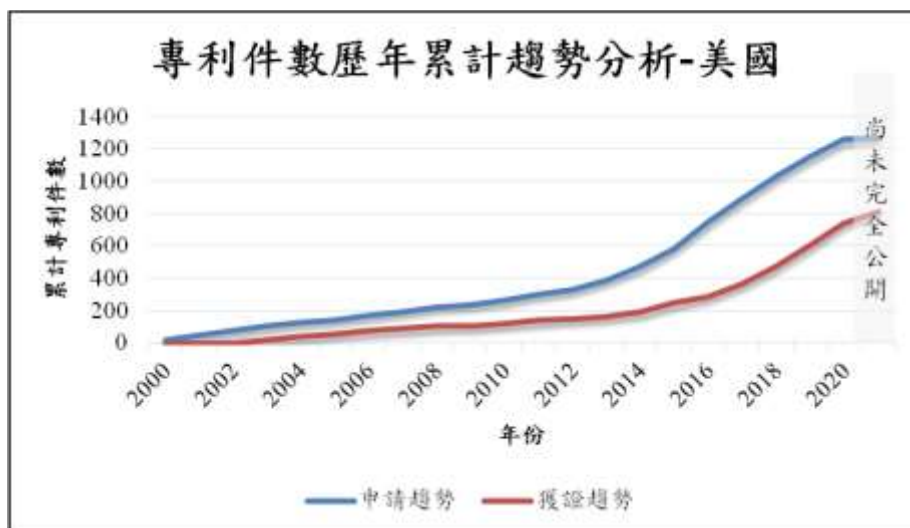


圖 5-1-2 專利件數歷年累計趨勢分析圖(美國)(本團隊繪製)

透過分析專利歷年申請量可得知在醫療用手術機器人相關專利之布局趨勢，惟專利申請需經過若干時間才會公開或公告，因此研判 2020、2021 年專利數量還未完整呈現。經分析(如上圖)，2000~2020 年美國醫療用手術機器人專利申請趨勢呈成長趨勢；2000~2010 年間申請數量較為穩定，每年申請數量約在 25 件上下，並在 2012 年專利申請數量開始大幅增長，2015 年後每年專利申請數量皆在 100 件以上，而 2016 年專利申請數量達到最高點 163 件，自 2016 年後專利申請數量方才趨緩。截至目前，已獲證證之專利數量約有 814 件；而累計專利申請數量突破 1,273 件。

成長原因推估為 2011 年美國國家研究委員會提出精準醫療的概念，美國透過學研單位大力推動智慧醫療技術，而各大企業亦在政策支持與潮流推動下，陸續開發手術機器人相關設備，並致醫療用手術機器人專利數量大幅增加。

在智慧醫療政策持續熱燒、科技發展快速與醫療需求帶動下，近年雖似有趨緩下滑，但預估未來專利申請數量仍有繼續成長空間。

2. 國家別分析

(1) 所屬國專利分析 (所屬國是指申請人國籍，本團隊採用 fractional counting，因此N人共同申請時，其國籍依 1/N 比例計算，故各國專利件數不是整數)

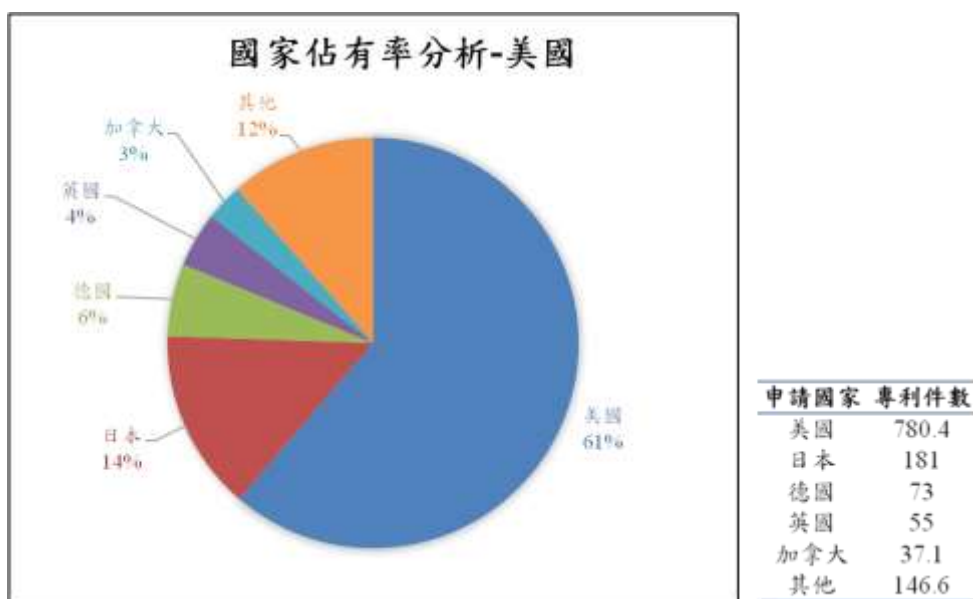


圖 5-1-3 國家佔有率分析(美國)(本團隊繪製)

(2) 所屬國專利件數趨勢分析

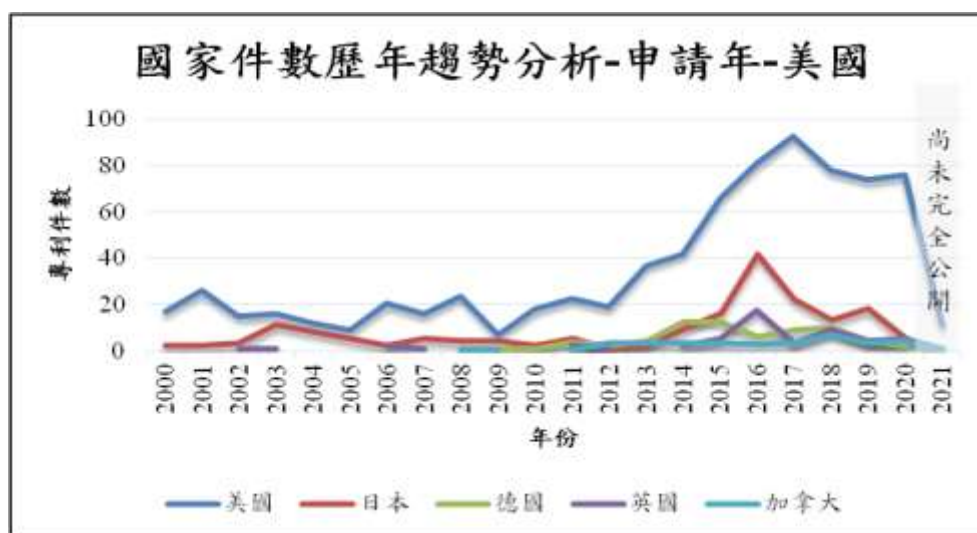


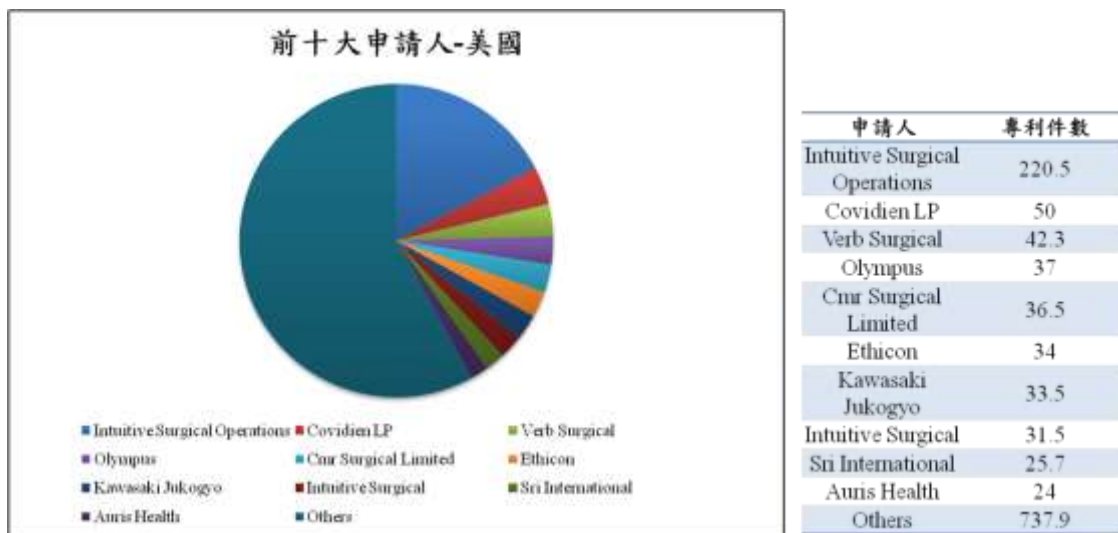
圖 5-1-4 國家件數歷年趨勢分析(美國)(本團隊繪製)

上圖為美國專利的申請人所屬國之國籍分析，本團隊採用「分數統計(Fractional counting)」，此為一較公平且精確的方法來進行數值統計。經分析，可得知該地區主要參與者。經分析，美國地區醫療用手

術機器人專利之前五大所屬國別為美國、日本、德國、英國與加拿大，其中美國佔比超過一半，約 61%（這是因為本國人通常優先申請本國專利，此即所謂「在地效應」），而日本約有 14%之比重，德國佔比約為 6%，英國與加拿大佔比約在 4%左右。如果排除美國申請人，日本的投入顯然遠超過其他國家地區，這也是本團隊另單獨觀察日本專利的主要原因。

進一步加入時間軸，針對上述申請國籍之申請趨勢進行分析，美國籍申請人自 2012 年後在美國申請專利數量大幅增加，累計至目前有 780 件，並遠超過其他專利所屬國（此與前述在地效應有關）；其次，日本籍申請人也在 2012 年後開始增加美國地區之專利布局，與美國籍申請人之申請趨勢大致相符，累計至目前約有 181 件；而德國籍申請人自 2009 年方才進入美國市場布局，惟成長至 2014 年後，每年申請數量開始持平，變化波動不大；英國籍申請數量則是斷斷續續，2014 年前非每年都有申請案件，自 2014 年後才穩定在美國進行專利布局，值得關注的是，2016 年申請數量超越德國籍，之後每年之申請數量與德國籍申請數量相差不大；加拿大籍進入美國市場布局之時間與德國籍相差不遠，自 2008 年進入市場後，申請數量保持穩定微升，並自 2017 年後開始成長，之後每年之申請數量與英國籍申請數量相似。

3.申請人分析（本團隊採用 fractional counting，因此 N 人共同申請時，其件數依 1/N 比例計算，故申請人專利件數不是整數；數據已進行申請人權威控制）



註：Intuitive Surgical Operations 和 Intuitive Surgical 雖屬同一集團，然為二間個別公司，故沒有予以合併

圖 5-1-5 前十大申請人(美國)(本團隊繪製)

美國地區主要申請人之前十名依序為：

A.美國 Intuitive Surgical Operations(直覺手術公司)、

- B.美國 Covidien LP(已被 Medtronic 收購)、
- C.美國 Verb Surgical (已被 Johnson & Johnson's 收購)、
- D.日本 Olympus、
- E.英國 Cmr Surgical Limited、
- F.美國 Ethicon (已被 Johnson & Johnson's 收購)、
- G.日本 Kawasaki Jukogyo、
- H.美國 Intuitive Surgical、
- I.美國 Sri International 及
- J.美國 Auris Health (已被 Johnson & Johnson's 收購)。

經分析，Intuitive Surgical 集團(第一大之 Intuitive Surgical Operations 及第八大之 Intuitive Surgical)已佔美國地區醫療用手術機器人專利將近 20% 之份額，主要因為該集團為醫療用手術機器人技術領先投入之企業；其次為 Johnson & Johnson's 集團，其透過併購各大醫療器材公司(包含第三大之 Verb Surgical、第六大之美國 Ethicon 與第十大之美國 Auris Health)，取得醫療用手術機器人之相關技術專利，合計佔該地區醫療用手術機器人專利 8% 之比重；第三大為 Covidien LP 公司，其於 2015 被全球醫療器材大廠 Medtronic (美力敦) 收購。

另從申請人所屬國籍分析，可以得知 10 大申請人中有 7 間公司皆屬美國籍；而日本籍之申請人有 2 間公司；英國籍之申請人有 1 間公司。

此外，不只民間企業，美國研究機構亦投入該技術之開發，SRI International 為美國非營利性科學研究機構，係由史丹福大學建立之創新中心，透過技術授權方式，結成戰略合作夥伴，並創建衍生公司進入商業市場，由此可知，美國研究機構亦相當重視該技術之發展。

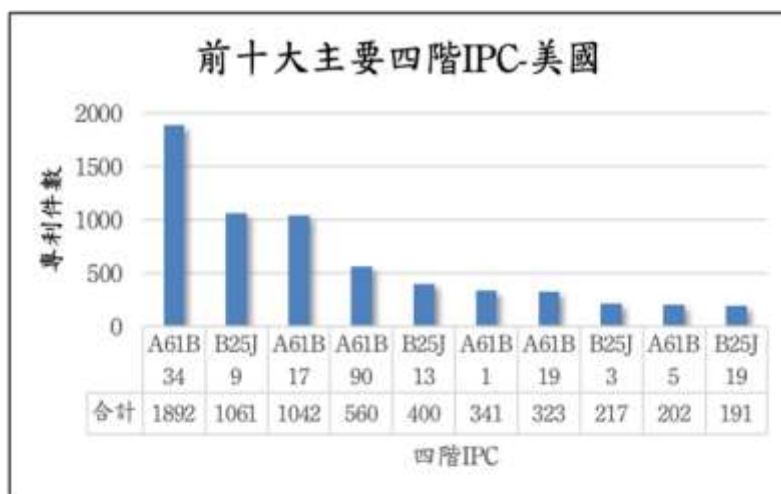
4. IPC 分析

(1) IPC 專利技術分析



IPC	內容
A61B	診斷；外科；鑑定
B25J	機械手；裝有操縱裝置之容器
G05B	一般的控制或調節系統及其功能單元；用於系統或單元之監視或測試裝置
G06F	電子數位資料處理
H04N	影像通信，例如電視

圖 5-1-6 前五大主要三階 IPC (美國) (本團隊繪製)



IPC	內容
A61B 34	計算機輔助手術；特別適合用在手術之操縱器或機器人
B25J 9	程序控制機械手
A61B 17	外科儀器、設備或方法，例如止血帶
A61B 90	不包含在A61B1/00-50/00之中的專門適用於外科手術或診斷之儀器，器具或配件，例如用於脫白處理或保護傷口邊緣
B25J 13	機械手之控制裝置
A61B 1	用目視或照像檢查人體之腔或管之儀器，例如內視鏡；其所用之照明裝置
A61B 19	(轉見A61B34/00，90/00)
B25J 3	主從型機械手，即兼有控制單元與被控制單元共同完成相應的空間運動
A61B 5	用於診斷目的之測量；人之辨識
B25J 19	與機械手配合的附屬裝置，例如用於監控、用於觀察；與機械手組合的安全裝置或專門適用於與機械手結合使用的安全裝置

圖 5-1-7 前十大主要四階 IPC (美國)(本團隊繪製)

透過 IPC 分析可了解醫療用手術機器人專利布局的技術重點及技術發展趨勢，以作為未來布局的參考依據。如上圖所示，醫療用手術機器人之前五大 IPC 分別為 A61B(診斷；外科；鑑定)4,721 件、B25J(機械手)2,606 件、G05B(控制、調節系統；系統監視)147 件、G06F(電子數位資料處理) 144 件及 H04N(影像通信)90 件。其中以

A61B 領域占比最高，約占 61%，B25J 領域其次，約占 34%，而美國地區第三~五大 IPC 分別為 G05B,G06F, H04N，偏向資料處理技術。

由四階 IPC 分析可得知，醫療用手術機器人技術主要分為兩類，分別為 A61B 診斷類及 B25J 機械手臂類；前十大四階 IPC 中，有 6 個係 A61B 診斷類，大致為手術輔助機器人或外科手術設備相關技術(如計算機輔助手術、外科儀器設備等)，由此可知，如何加強手術機器人、儀器或相關設備技術，以順利輔助手術或診斷之進行為申請人在美國地區主要之布局方向。而 B25J 機械手臂類大致可分類為機械手臂之程序控制及裝置，由於醫療用手術機器人主要以透過操控機械手臂完成醫療手術，因此在機械手臂之軟體系統及硬體裝置領域方面有大量的專利布局。

(2)IPC 專利趨勢分析

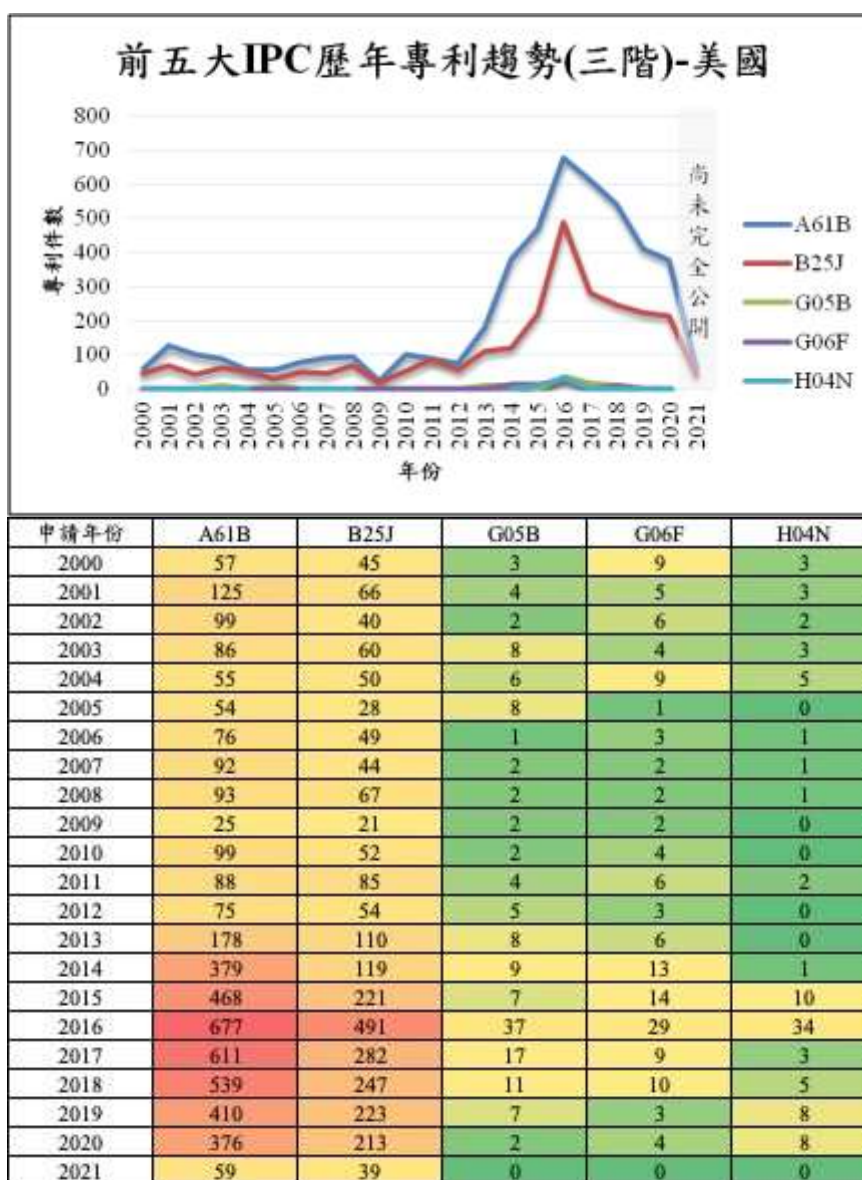


圖 5-1-8 前五大三階 IPC 歷年專利趨勢(美國)(本團隊繪製)

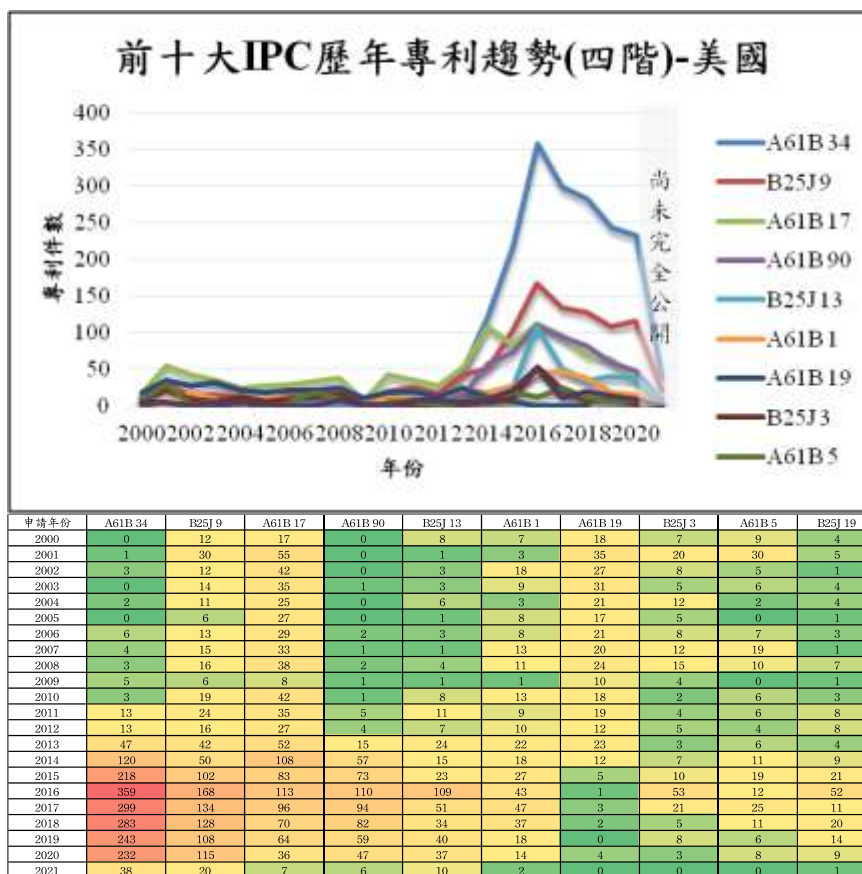


圖 5-1-9 前十大四階 IPC 歷年專利趨勢 (美國) (本團隊繪製)

接著，將 IPC 與年份作進一步分析，如上圖所示，透過前五大三階 IPC 趨勢分析，可發現各細項技術從 2000 年就開始有專利布局，直到 2012 年起開始大量的布局，並在 2016 年達到高峰，表示醫療用手術機器人之各項技術為同時發展，其中又以 A61B(診斷；外科；鑑定)發展最為快速，B25J(機械手)其次。值得關注得是，G05B(控制、調節系統；系統監視)、G06F(電子數位資料處理)及 H04N(影像通信)雖然先前布局占比不高，但於 2016 年突然有大幅成長，之後又有稍微減緩之趨勢，該些技術偏向影像資料處理，本團隊推測影像類別相關技術係近年各申請人積極開發之方向，惟技術尚未成熟，無法滿足醫療界對該技術之要求，故專利申請數量於 2016 年飆升後回降，然影像類別相關技術仍是值得持續注意之一發展趨勢。

另分析四階 IPC 可得知，A61B 34(計算機輔助手術)從 2006 年才開始穩定布局，並自 2014 年開始大量成長，係前十大四階 IPC 成長最為快速，且數量最多之技術；其次為 B25J 9(程序控制機械手臂)，於 2000 年起每年即有專利布局，2000~2012 年每年專利申請數量皆高於 A61B 344(計算機輔助手術)，而在 2013 年後，每年在該技術布局之專利數量被 A61B 344(計算機輔助手術)超越，然而 B25J 9(程序控制機械手臂)成長速度亦相當快速，截至目前有 1,061 件。

而 A61B 17(外科儀器、設備)於 2000-2013 年皆穩定布局，在 2014

年申請數量突然飆升，並於 2016 達到最高點，截至目前有 1,042 件，居於第三；A61B 90(非外科手術之儀器)及 B25J 13(機械手之控制裝置)雖 2013 年前申請數量不多，然近年申請數量亦有大幅增加之趨勢，經觀察曲線走勢，該二者技術之專利數量曲線與第三名 A61B 17(外科儀器、設備)曲線走勢相似，然技術發展較 A61B 17(外科儀器、設備)較晚了兩年。

(3)主要申請人：主要 IPC 分析(數據已進行申請人權威控制)

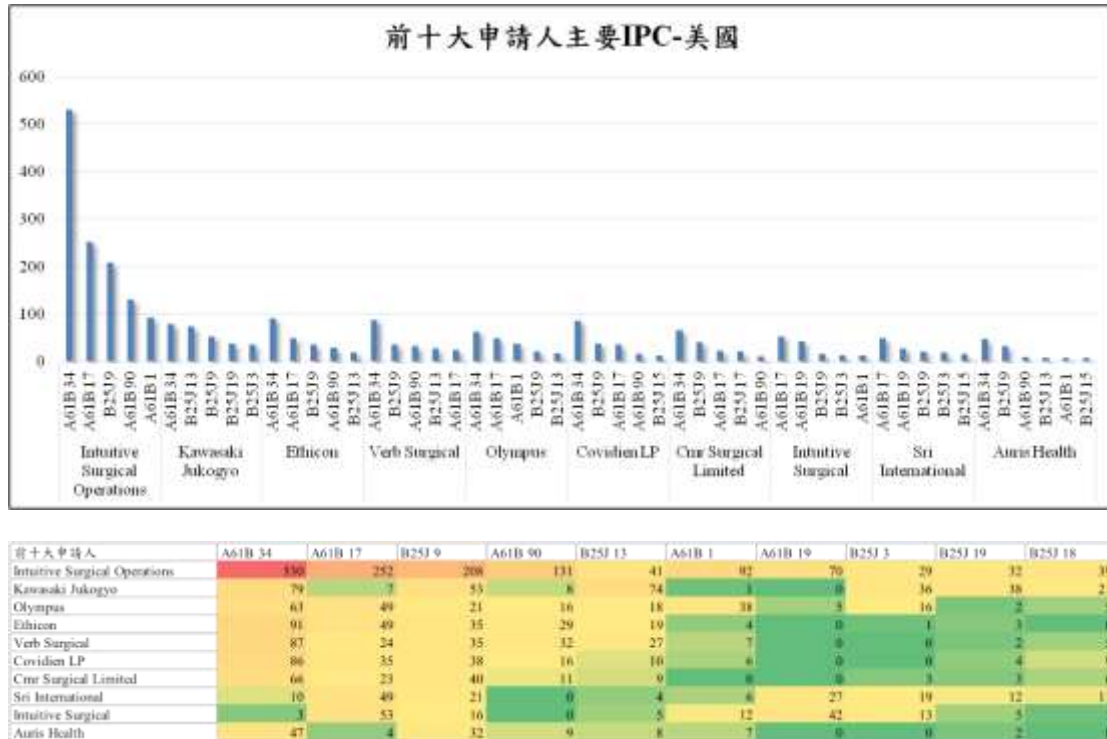


圖 5-1-10 前十大申請人主要 IPC (美國) (本團隊繪製)

將前十大專利申請人與前十大四階 IPC 交叉對比，挑選不同領域中申請數量最多及前十大申請人重點布局之技術進行分析。從上圖可以發現，大多申請人在 A61B34、A61B17 及 B25J9 等三個技術皆有布局，係各公司相當重視之重點技術，其中 Intuitive Surgical 集團(第一大之 Intuitive Surgical Operations 及第八大之 Intuitive Surgical) 在各領域皆有可觀之專利數量，係醫療用手術機器人領域之技術霸主；此外，Johnson & Johnson's 集團透過併購各大醫療器材公司(包含第三大之 Verb Surgical、第六大之美國 Ethicon 與第十大之美國 Auris Health)，亦累積不少重點專利。

另值得關注的是，日本 Kawasaki Jukogyo 公司在重點技術之專利布局數量雖不及 Intuitive Surgical 集團與 Intuitive Surgical 集團，但其在 B25J 機械手領域布局突出(B25J13、B25J3、B25J19 與 B25J18)，尤在 B25J13 技術申請數量遠遠領先其他企業，而在 B25J3、B25J19 技術尚僅有 Kawasaki Jukogyo 公司及 Intuitive Surgical 集團布局，且 Kawasaki Jukogyo 公司在此二領域之專利數量高於 Intuitive Surgical 集團；另日

本 Olympus 公司在 A61B1 領域也有不少專利，僅次於 Intuitive Surgical 集團；而美國 SRI International 機構在 A61B 19 領域布局數量除少於 Intuitive Surgical 集團外，亦多於其他公司。

5.技術生命週期

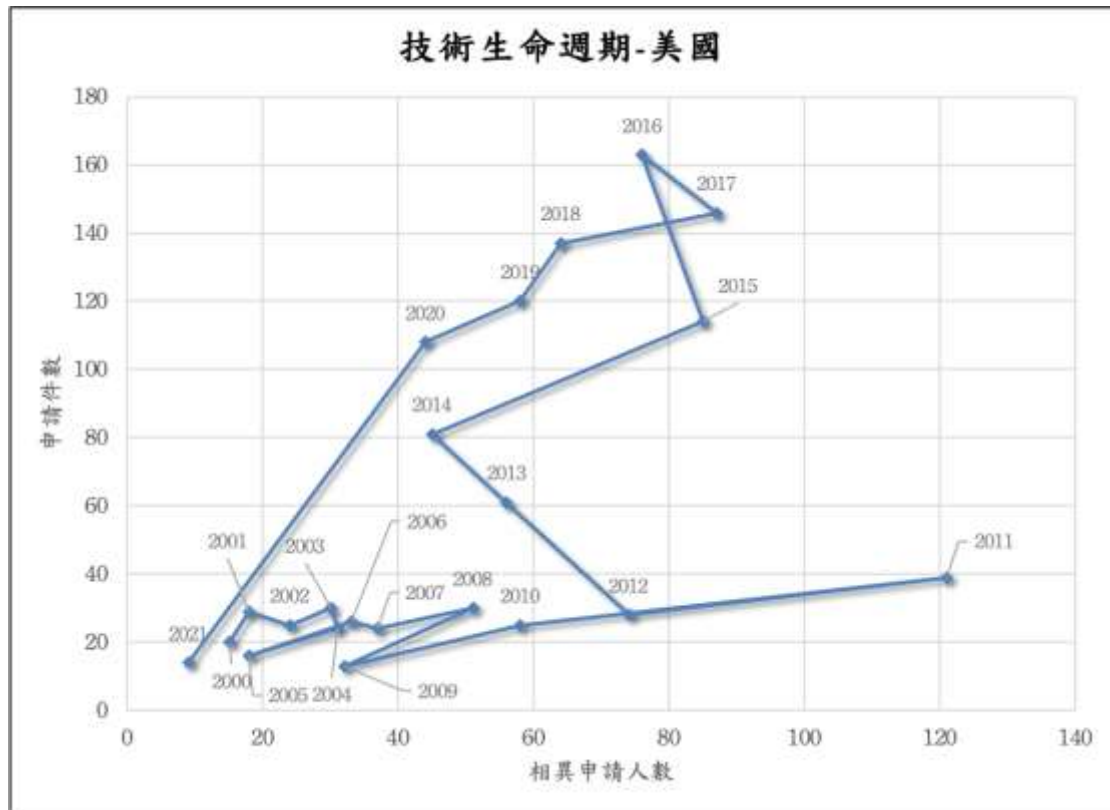


圖 5-1-11 技術生命週期(美國)(本團隊繪製)

以相異專利申請人數與專利申請件數進行醫療用手術機器人之技術生命週期之分析，從圖上可得知，2000-2009 年間之相異專利申請人數與專利申請件數均較少，廠商投入意願不高，為「技術萌芽期」；2010-2014 年間相異專利申請人數與專利申請件數大幅成長，尤其 2011 年進入該市場布局之專利申請人飆升，係醫療用手術機器人領域「第一次技術成長期」，並於 2014 年趨於短暫「技術成熟期」狀態；而 2014-2017 年間再次經歷相異專利申請人數與專利申請件數大幅增加之情形，來到該技術之「第二次技術成長期」，且在 2016 年當年專利申請件數達到最高峰，之後 2018-2019 年相異專利申請人數與專利申請件數呈緩降趨勢，有「技術衰退期」之徵兆，然而，因專利申請案有 18 個月的未公開期以及審查時間的延遲，2020 與 2021 年專利申請量尚無法完整呈現，團隊對於近年度 2018-2021 年之技術生命週期狀態評估有所保留。

二、日本專利分析

1. 專利件數分析

(1) 專利趨勢分析(數據均已去重並進行申請人權威控制)

年份	申請專利件數	申請人數	年份	公告專利件數
2000	3	3	2000	0
2001	8	7	2001	0
2002	9	5	2002	0
2003	10	8	2003	1
2004	1	1	2004	2
2005	4	4	2005	4
2006	7	4	2006	6
2007	14	8	2007	2
2008	5	4	2008	5
2009	5	4	2009	4
2010	15	6	2010	6
2011	25	8	2011	4
2012	39	20	2012	10
2013	56	22	2013	12
2014	63	32	2014	12
2015	77	29	2015	21
2016	71	37	2016	34
2017	45	22	2017	62
2018	72	32	2018	53
2019	65	22	2019	55
2020	22	10	2020	89
2021	0	0	2021	45

表 5-2-1 日本專利歷年申請/公告件數(本團隊繪製)

(2) 歷年專利件數分析

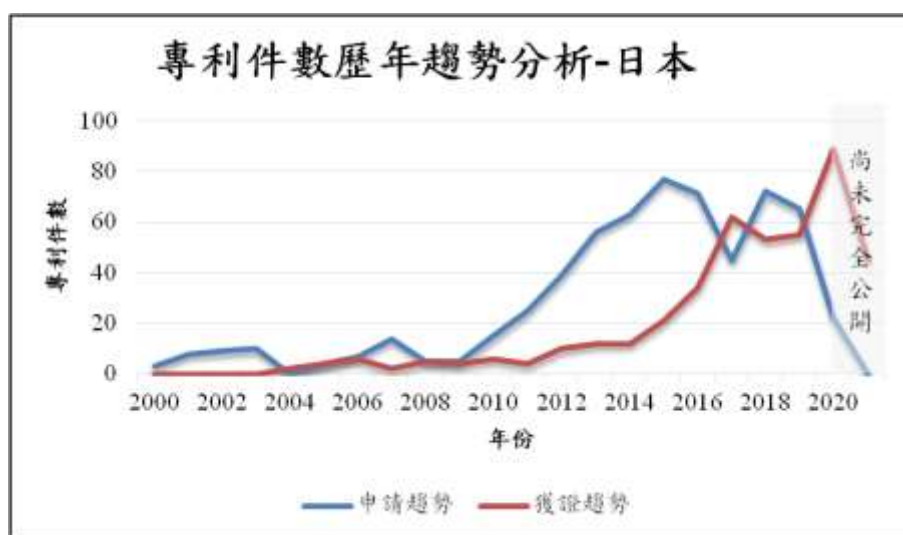


圖 5-2-1 專利件數歷年趨勢分析圖(日本)(本團隊繪製)

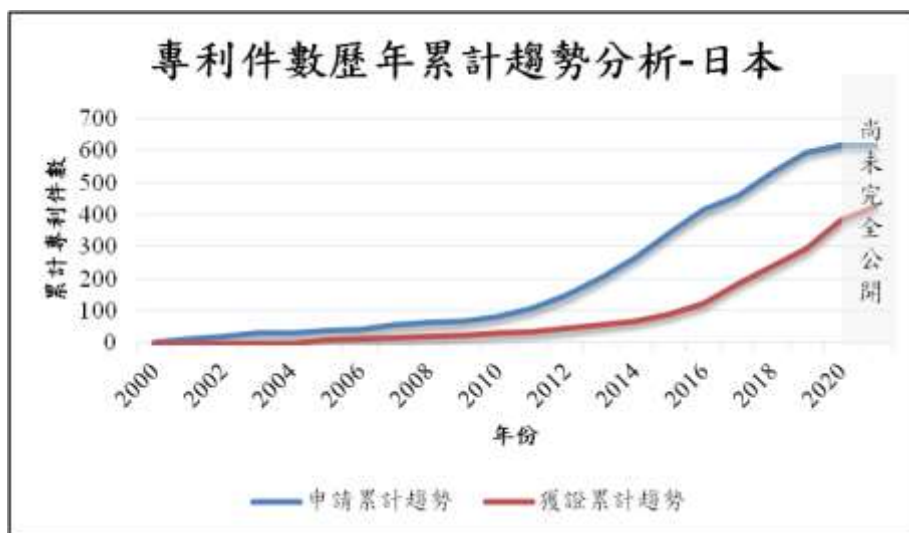


圖 5-2-2 專利件數歷年累計趨勢分析圖(日本)(本團隊繪製)

透過分析專利歷年申請量可得知在醫療用手術機器人相關專利之布局趨勢，惟專利有 18 個月的未公開期，因此 2020、2021 年專利數量還未完整呈現。經分析(如上圖)，2000~2020 年日本醫療用手術機器人專利申請趨勢呈成長趨勢；2003~2010 年間申請數量有逐步上升趨勢，並在 2012 年專利申請數量開始大幅增長，2015 年後顯著攀升，2020 年專利申請數量達到最高點 89 件。截至目前，已獲證之專利數量約有 425 件；而累計專利申請數量突破 610 件。成長原因推估為 2012 年日本因應高齡化社會，政府大力扶植醫療器材產業，產官學聯合發展醫療機器人領域，市場規模持續擴大。

2. 國家別分析

- (1) 所屬國專利分析 (所屬國是指申請人國籍，本團隊採用 fractional counting，因此 N 人共同申請時，其國籍依 1/N 比例計算，故各國專利件數不是整數)

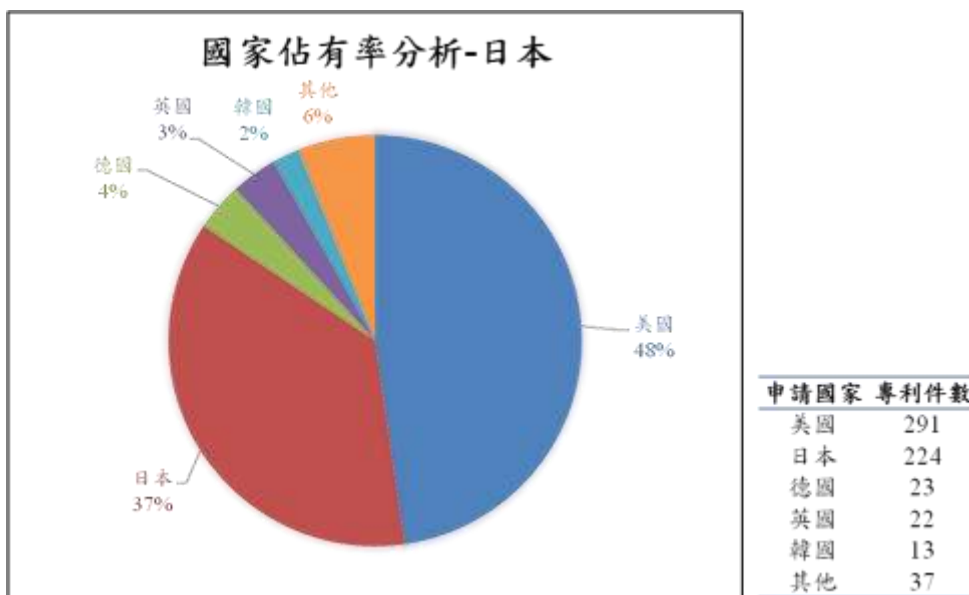


圖 5-2-3 國家佔有率分析(日本)(本團隊繪製)

(2)所屬國專利件數趨勢分析

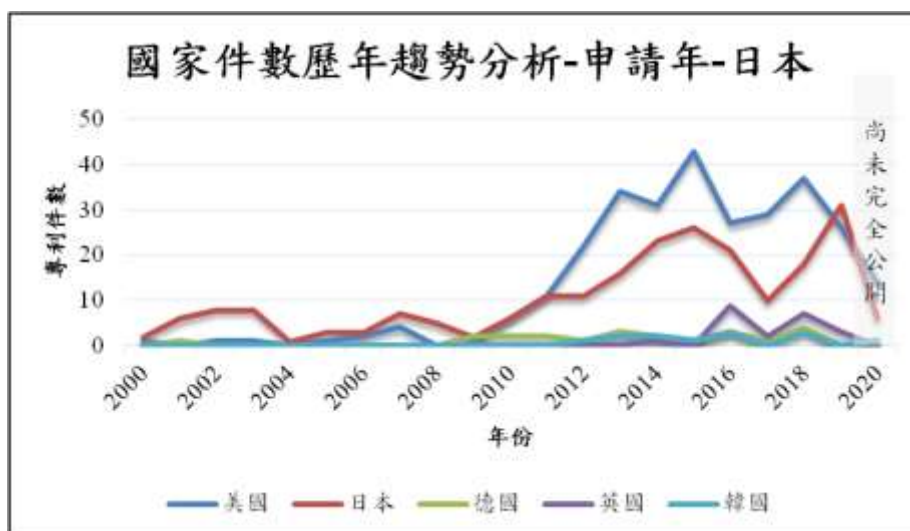


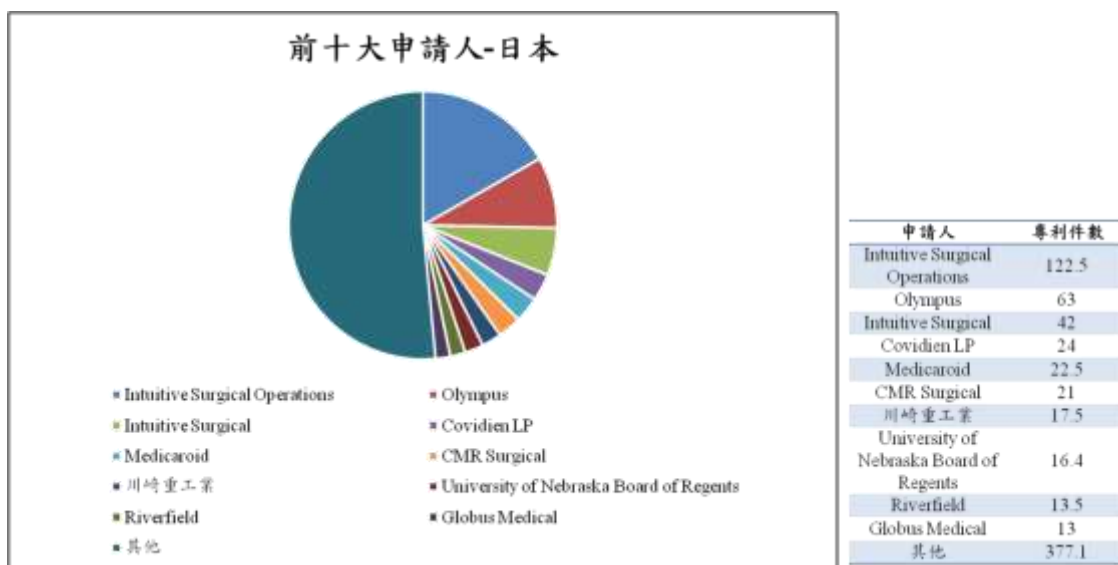
圖 5-2-4 國家件數歷年趨勢分析(日本)(本團隊繪製)

上圖為日本地區之醫療用手術機器人所屬國國籍分析，可得知該地區主要參與者。經分析，日本地區醫療用手術機器人專利之前五大所屬國別為美國、日本、德國、英國與韓國，其中美國佔比接近一半，約48%，超過日本本國件數，日本約有37%，德國約為4%，英國約3%與韓國約2%，其他地區佔比約6%左右。這裡值得注意的是，日本專利中，美國申請人件數竟大幅超越日本本國人的申請件數，可見美國人於此領域的著力甚深。

進一步加入時間軸，針對上些申請國籍之申請趨勢進行分析，美國籍申請人自2012年後在美國申請專利數量大幅增加，累計至目前有

291 件；其次，日本籍申請人也在 2012 年後開始增加美國地區之專利布局，稍晚於美國籍申請人 1 年左右，與美國申請趨勢大致相符，累計至目前約有 224 件；而德國籍專利件數成長至 2014 年後，每年申請數量開始持平，變化波動不大；英國籍申請數量則是 2012 年左右進行專利布局，自 2015 年後明顯成長超德國及韓國，之後每年之申請數量與德國籍申請數量相差不大；韓國約自 2011 年進入市場後，申請數量逐漸微升，並自 2015 年後開始成長，其趨勢大致與英國相似。

3.申請人分析（本團隊採用 fractional counting，因此 N 人共同申請時，其件數依 1/N 比例計算，故申請人專利件數不是整數；數據已進行申請人權威控制）



註：Intuitive Surgical Operations 和 Intuitive Surgical 雖屬同一集團，然為二間個別公司，故沒有予以合併

圖 5-2-5 前十大申請人(日本)(本團隊繪製)

日本地區主要申請人之前十名依序為：

- A. 美國 Intuitive Surgical Operations(直覺手術公司)
- B. 日本 Olympus
- C. 美國 Intuitive Surgical
- D. 美國 Covidien LP(已被 Medtronic 收購)
- E. 日本 Medicaroid (川崎重工業佔半數資本額)
- F. 英國 CMR Surgical Limited
- G. 日本川崎重工業
- H. 美國 University of Nebraska Board of Regents
- I. 日本 Riverfield
- J. 美國 Globus Medical

經分析，Intuitive Surgical 集團(排名第一名之 Intuitive Surgical Operations 及第三名之 Intuitive Surgical)已佔日本地區醫療用手術機器人專利將近 20%，主要為該集團為醫療用手術機器人技術領之企業；其次為日

本 Olympus，精於光學與成像，產品包括顯微鏡、內視鏡等；第四大為 Covidien LP 公司，其於 2015 被全球醫療器材大廠 Medtronic 收購。

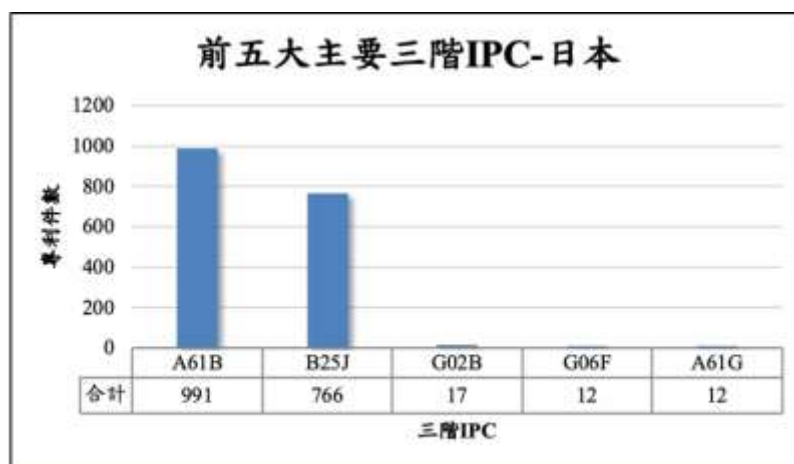
川崎重工業長期以來一直生產和銷售供汽車廠家使用的機器人，近年積極跨足醫療產業機器人，第五大為日本 Medtronic 公司，為川崎重工業與希森美康株式會社合資之公司，專注於研發第一線低成本且可靠的醫療用機器人。第九名的日本 Riverfield 則致力於先進科技的醫療器材研發，致力於研發手術用機器人

另從申請人所屬國籍分析，可以得知即使於日本地區，10 大申請人中仍有 5 間公司屬美國籍，顯示美國申請人為此領域主要申請人，且積極布局於全球市場；日本籍之申請人有 4 間公司；英國籍之申請人有 1 間公司。

除民間企業外，亦有大學之醫學中心，美國 University of Nebraska Board of Regents 為位於內布拉斯加州內的內布拉斯加大學，設有醫學中心進行研究工作。特別的是，日本 Kawasaki Jukogyo 於此領域之美國地區專利申請件數高於日本地區，足見其致力於開展全球布局。

4. IPC 分析

(1) IPC 專利技術分析



IPC 內容

A61B 診斷；外科；鑑定

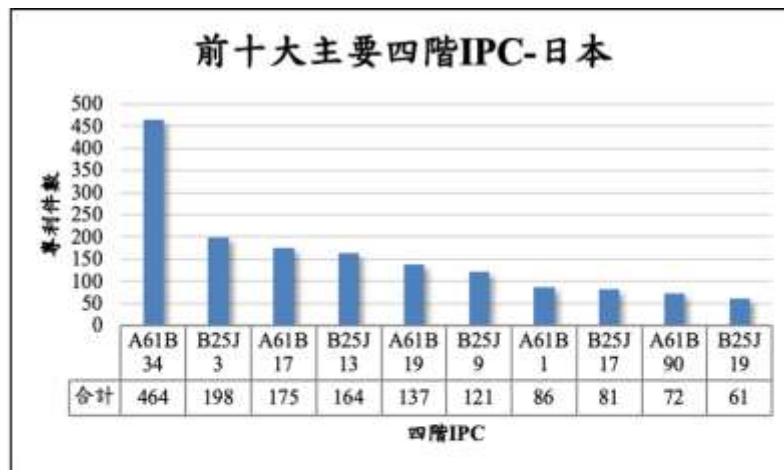
B25J 機械手；裝有操縱裝置之容器

G02B 光學元件、系統或儀器

G06F 電子數位資料處理

A61G 特別適用於病人或殘障人士的運輸工具、專用運輸工具或起居設施；手術台或手術椅子；牙科椅子；喪葬用具

圖 5-2-6 前五大主要三階 IPC (日本)(本團隊繪製)



IPC	內容
A61B 34	計算機輔助手術；特別適合用在手術之操縱器或機器人
B25J 3	主從型機械手，即兼有控制單元與被控制單元共同完成相應的空間運動
A61B 17	外科儀器、設備或方法，例如止血帶
B25J 13	機械手之控制裝置
A61B 19	(轉見A61B34/00，90/00)
B25J 9	程序控制機械手
A61B 1	用目視或照像檢查人體之腔或管之儀器，例如內視鏡；其所用之照明裝置
B25J 17	接頭
A61B 90	不包含在A61B1/00-50/00之中的專門適用於外科手術或診斷之儀器，器具或配件，例如用於脫白處理或保護傷口邊緣
B25J 19	與機械手配合的附屬裝置，例如用於監控、用於觀察；與機械手組合的安全裝置或專門適用於與機械手結合使用的安全裝置

圖 5-2-7 前十大主要四階 IPC (日本)(本團隊繪製)

透過 IPC 分析可了解醫療用手術機器人專利布局的技術重點及技術發展趨勢，以作為未來布局的參考依據。如上圖所示，醫療用手術機器人之前五大 IPC 分別為 A61B(診斷；外科；鑑定)991 件、B25J(機械手)766 件、G02B(光學元件、系統或儀器)17 件、G06F(電子數位資料處理) 12 件及 A61G(特別適用或專用於病人或殘障人士的運輸工具或起居設施、手術台或手術椅子等)12 件。其中以 A61B 領域占比最高，約占 55%，B25J 領域其次，約占 43%，而日本地區第三、四大

IPC 分別為 G02B、G06F，偏向資料處理技術，第五大 IPC 為 A61G 偏向硬體設備。

由四階 IPC 分析可得知，醫療用手術機器人技術主要分為兩類，分別為 A61B 診斷類及 B25J 機械手臂類；前十大四階 IPC 中，有 5 個為 A61B 診斷類，大致為手術輔助機器人或外科手術相關設備；有 5 個為 B25J 機械手、裝有操縱裝置之容器類，大致可分類為機械手之程序控制及裝置，亦呈現醫療用手術機器人需要軟體系統及硬體裝置領域之專利布局。

(2)IPC 專利趨勢分析

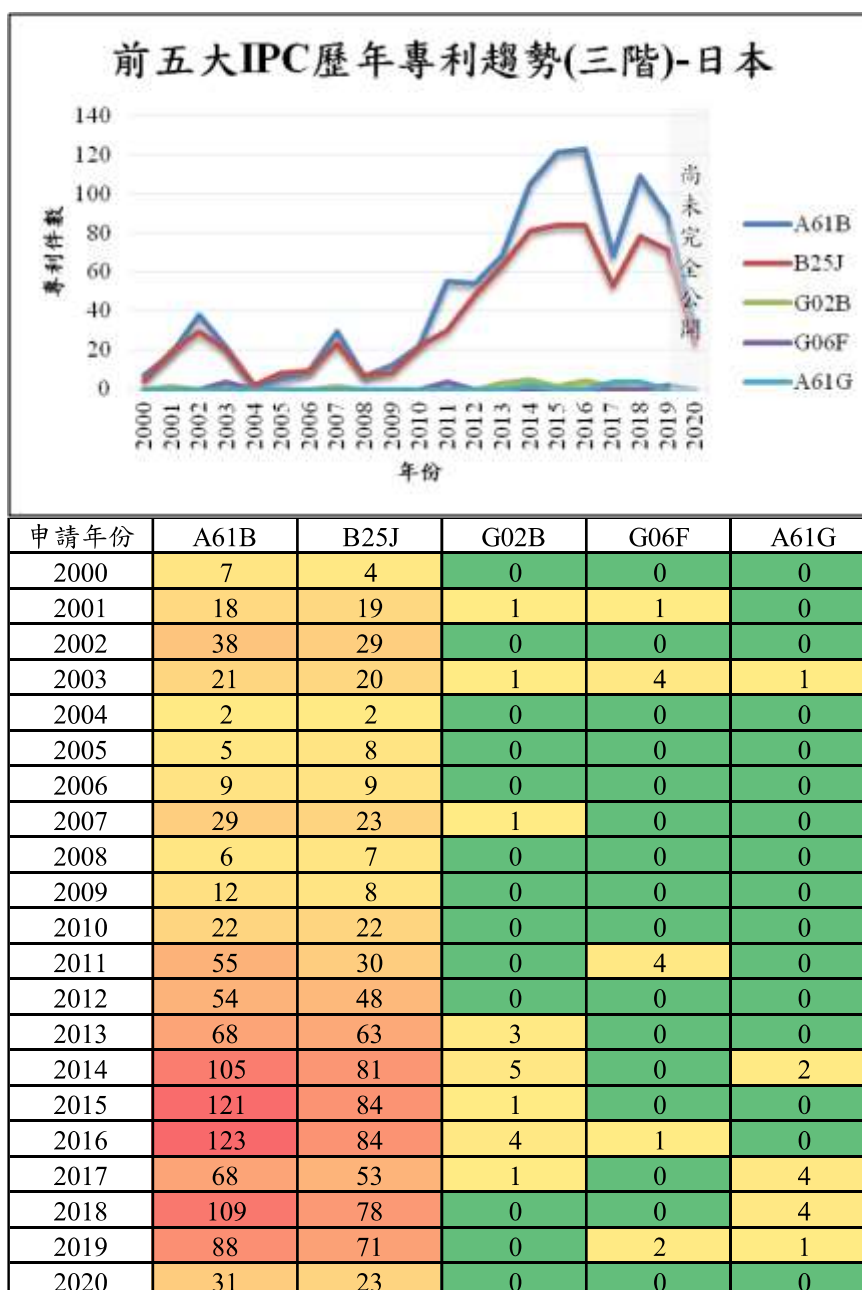


圖 5-2-8 前五大三階 IPC 歷年專利趨勢 (日本) (本團隊繪製)

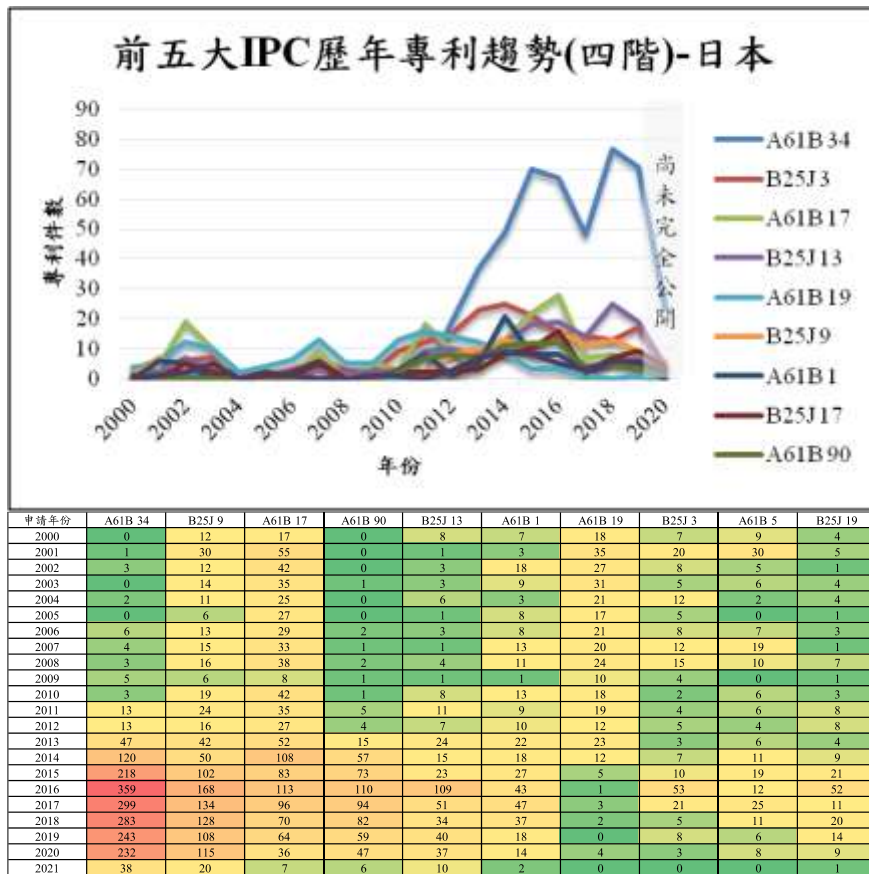
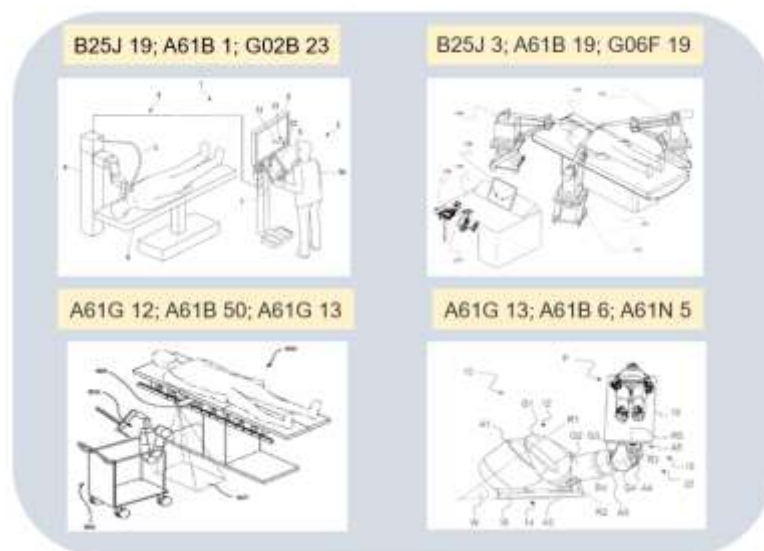


圖 5-2-9 前十大四階 IPC 歷年專利趨勢 (日本)(本團隊繪製)

將 IPC 與年份作進一步分析，如上圖所示，透過前五大三階 IPC 趨勢分析，發現前 2 大 IPC(A61B 及 B25J)從 2000 年就開始有專利布局，逐漸成長，並在 2016 年達到高峰，以 A61B(診斷；外科；鑑定)發展最為快速，B25J(機械手)其次。G02B(系統監視)之發展集中於 2013 至 2016、G06F(電子數位資料處理)較為零星散布，及 A61G(特別適用或專用於病人或殘障人士的運輸工具或起居設施、手術台或手術椅子等)則於 2017 至 2018 年申請件數為最多，推測為因應高齡化人口增加，相關需求亦隨之增加。



IPC	內容
A61B 34	計算機輔助手術；特別適合用在手術之操縱器或機器人
B25J 3	主從型機械手，即兼有控制單元與被控制單元共同完成相應的空間運動
A61B 17	外科儀器、設備或方法，例如止血帶
B25J 13	機械手之控制裝置
A61B 19	(轉見A61B34/00，90/00)
B25J 9	程序控制機械手
A61B 1	用目視或照像檢查人體之腔或管之儀器，例如內視鏡；其所用之照明裝置
B25J 17	接頭
A61B 90	不包含在A61B1/00-50/00之中的專門適用於外科手術或診斷之儀器，器具或配件，例如用於脫白處理或保護傷口邊緣
B25J 19	與機械手配合的附屬裝置，例如用於監控、用於觀察；與機械手組合的安全裝置或專門適用於與機械手結合使用的安全裝置

圖 5-2-10 日本 IPC 專利布局的特殊性(本團隊繪製)

另分析四階 IPC 可得知，A61B34(計算機輔助手術)從 2012 年才開始穩定布局，但同時間亦成為 A61B(診斷；外科；鑑定)領域最多件數之 IPC，直至 2020 皆穩定成長，累積至今佔 A61B 領域之 46%，顯示在診斷、外科及鑑定醫療行為中以計算機輔助手術之發展為要；其次為 B25J3(主從型機械手)，於 2001 年至 2009 年有穩定專利布局，2011 年後件數明顯增長，申請件數維持穩定。排行第九的 A61B90(專門適用於外科手術或診斷之儀器、器具或配件)2011 年起明顯成長，應與 A61B34(計算機輔助手術)穩定布局有關。

(3)主要申請人：主要 IPC 分析（數據已進行申請人權威控制）

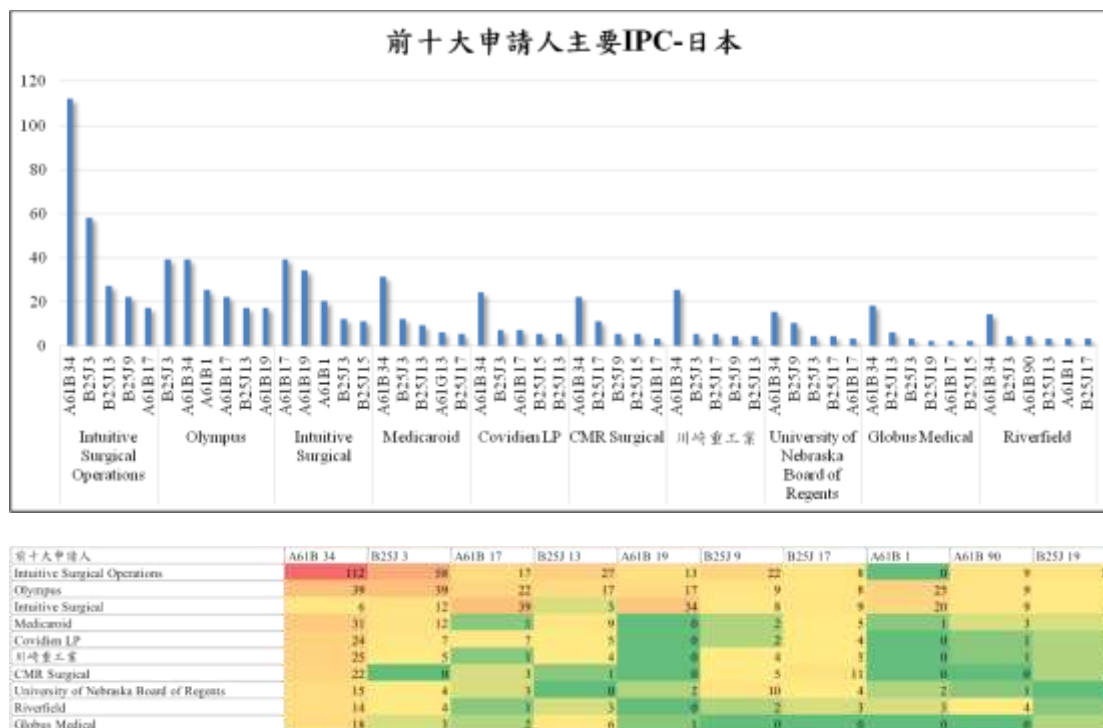


圖 5-2-11 前十大申請人主要 IPC (日本)(本團隊繪製)

將前十大專利申請人與前十大四階 IPC 交叉對比，挑選不同領域中申請數量最多及前十大申請人重點布局之技術進行分析。從上圖可以發現，大多申請人偏重 A61B34 技術，顯示為各公司相當重視之重點技術。前三大申請人，除了 Intuitive Surgical Operations 獨缺 A61B1(用目視或照像檢查人體之儀器)外，前十大四階 IPC 皆有布局，推估醫療用手術機器人軟硬體專利容易互相影響，互為發展。前六大專利申請人皆發展 A61B34、B25J3、B25J13、B25J17 之 IPC，依序為計算機輔助手術、主從機械手、機械手之控制裝置、接頭；第六大至第九大專利申請人皆有發展 A61B34、A61B17、B25J9、B25J17 依序為計算機輔助手術、外科儀器設備或方法、程序控制機械手、接頭；呈現出醫療用手術機械人產品講求系列性研發，亦可推估前九大專利申請人試圖發展出獨有之系統以打入市場。

5.技術生命週期

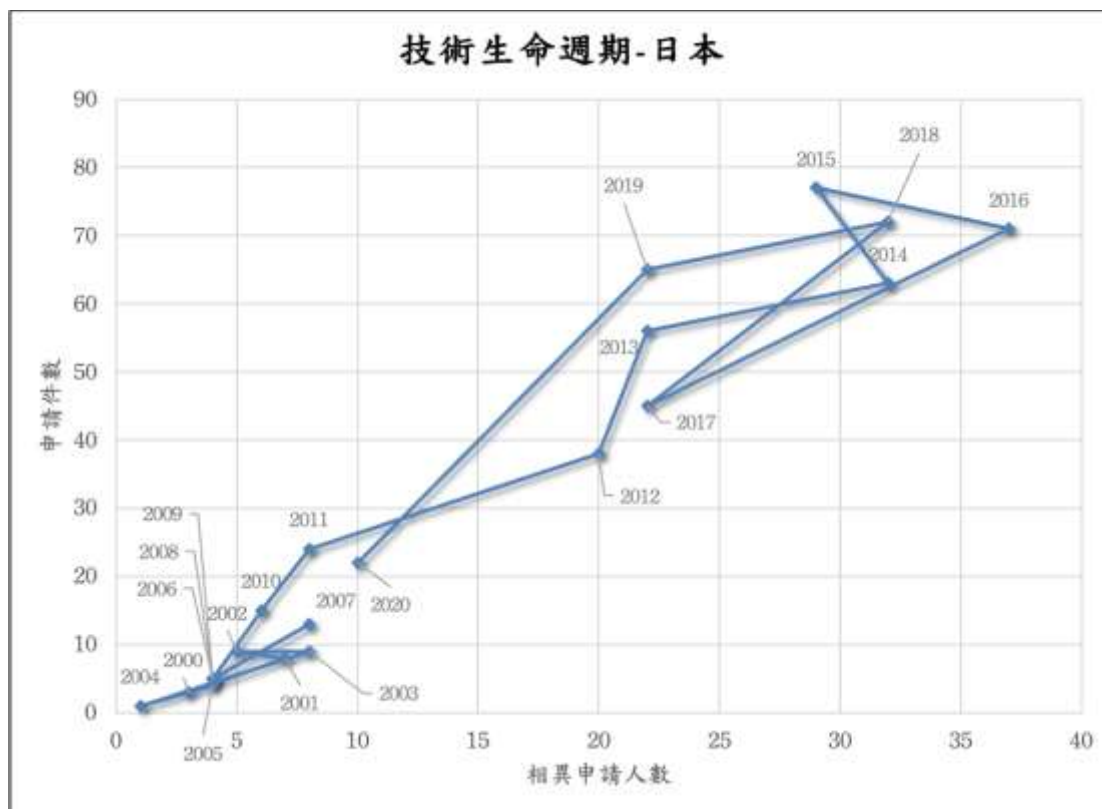


圖 5-2-12 技術生命週期 (日本) (本團隊繪製)

以相異專利申請人數與專利申請件數進行醫療用手術機器人之技術生命週期之分析，從圖上可得知，2000 年至 2009 年間之相異專利申請人數與專利申請件數均較少，廠商投入意願不高，為「技術萌芽期」；2010 年至 2014 年間相異專利申請人數與專利申請件數大幅成長，尤其 2012 年至 2016 年進入該市場布局之專利申請人飆升，係醫療用手術機器人領域「技術成長期」，並於 2017 年趨於短暫「技術成熟期」狀態；而 2017 年至 2018 年再次經歷相異專利申請人數與專利申請件數大幅增加之情形，之後 2018 年至 2019 年相異專利申請人數呈緩降趨勢，有「技術衰退期」之徵兆，然而，因專利有 18 個月的未公開期，2020 與 2021 年專利申請量尚無法完整呈現，團隊對於近年度 2018-2020 年之技術生命週期狀態評估有所保留。

三、 中國專利分析

1. 專利件數分析

(1) 專利趨勢分析（數據均有去重及進行申請人權威控制）

年份	申請專利件數	申請人數	年份	公告專利件數
2000	0	0	2000	0
2001	2	2	2001	0
2002	3	3	2002	1
2003	6	7	2003	0
2004	9	5	2004	1
2005	13	10	2005	1
2006	17	9	2006	2
2007	13	11	2007	3
2008	16	10	2008	3
2009	20	12	2009	1
2010	31	15	2010	5
2011	29	12	2011	3
2012	37	14	2012	4
2013	52	18	2013	2
2014	62	15	2014	4
2015	64	25	2015	1
2016	101	53	2016	10
2017	128	88	2017	17
2018	71	47	2018	35
2019	78	41	2019	21
2020	99	76	2020	21
2021	38	35	2021	28

表 5-3-1 中國專利歷年申請/公告件數(本團隊繪製)

(2) 歷年專利趨勢分析

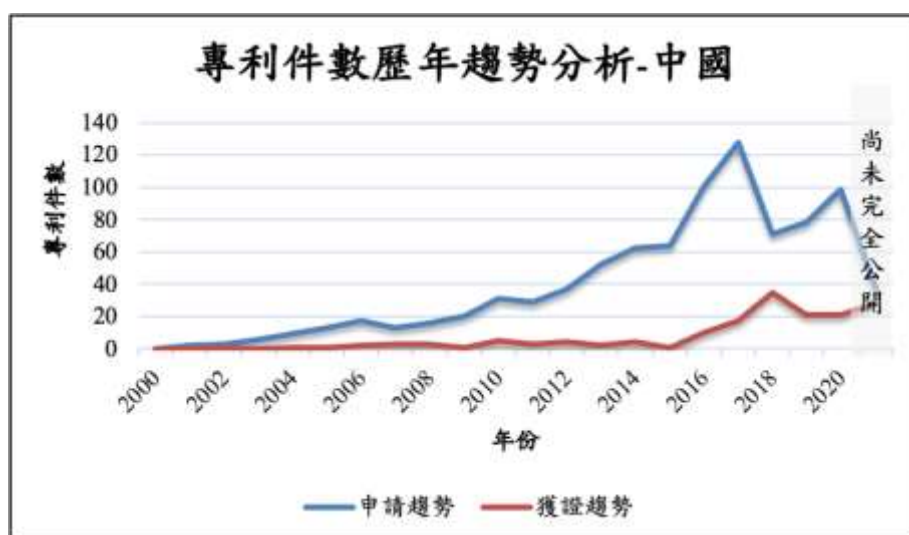


圖 5-3-1 專利件數歷年趨勢分析圖(中國)(本團隊繪製)

(3) 累計專利件數分析

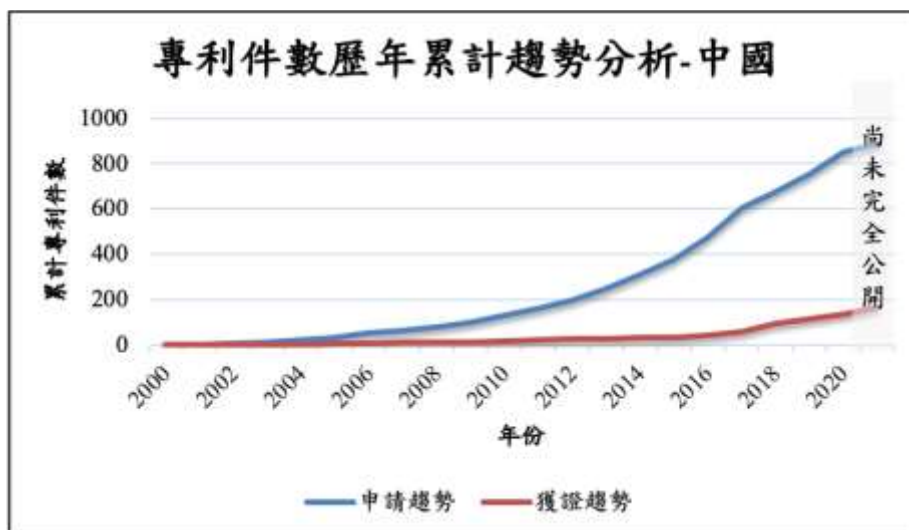


圖 5-3-2 專利件數歷年累計趨勢分析圖(中國)(本團隊繪製)

透過分析專利歷年申請量可得知在醫療用手術機器人相關專利之布局趨勢，惟專利申請需經過若干時間才會公開或公告，因此研判 2020、2021 年專利數量還未完整呈現。經分析(如上圖)，2000~2020 年中國醫療用手術機器人專利申請趨勢呈成長走勢；2005~2011 年間申請數量較為穩定，每年約在 20 件上下，而 2012 年後專利申請數量開始大幅增長，並在 2017 年專利申請數量達到最高點 128 件，2016~2018 年申請數量稍有趨緩，2019 年再次走升。

成長原因推估為中國政府近年在高端醫療器材領域提出多項政策，包括「中國製造 2025」及「十三五國家戰略性新興產業發展規劃」等，政策中將醫療用機器人等高性能醫療器材作為重點發展領域，並鼓勵企業投資研發，以提高中國自產高端醫材之佔有率，達到產業結構性改革；在中國政策支持與企業發展突飛猛進之情況下，預估未來專利申請數量將持續地成長。

截至目前，中國已獲證之專利數量有 163 件，而累計專利申請數量為 889 件，因差異較大，故本團隊針對中國籍專利之申請件數與獲證件數進行進一步分析。

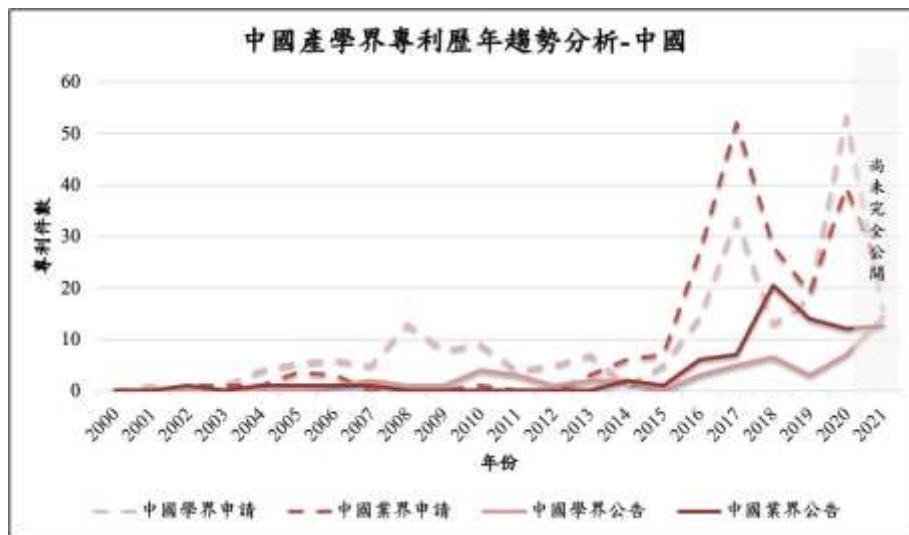


圖 5-3-3 中國產學界之專利件數歷年趨勢分析圖(本團隊繪製)

將中國籍之專利拆分為學界(包含醫院)與業界進行分析，發現二者比重大約為 7：10，且同時在 2015 年開始有明顯成長之趨勢，惟將專利申請數量與獲證數進行交叉比對，發現中國籍專利普遍有申請未獲證之情況，尤其學界情形更為嚴重。經了解，中國政府於 2015 年修頒「促進科技成果轉化法」，並推出專利資助政策^[15]，導致眾多中國人申請，且有專利「重數量、輕質量」及「重申請、輕實施」之問題，近期中國政府已針對此弊端提出因應策略-「國家知識產權局關於進一步嚴格規範專利申請行為的通知」，並全面停止專利補貼和資助，並嚴格審理專利數量灌水之問題。在中國政府出手把關之態勢下，未來中國籍專利申請與獲證之趨勢應會回歸正常模式。

2. 國家別分析

(1) 所屬國專利分析 (本團隊採用 fractional counting 故專利件數不是整數)

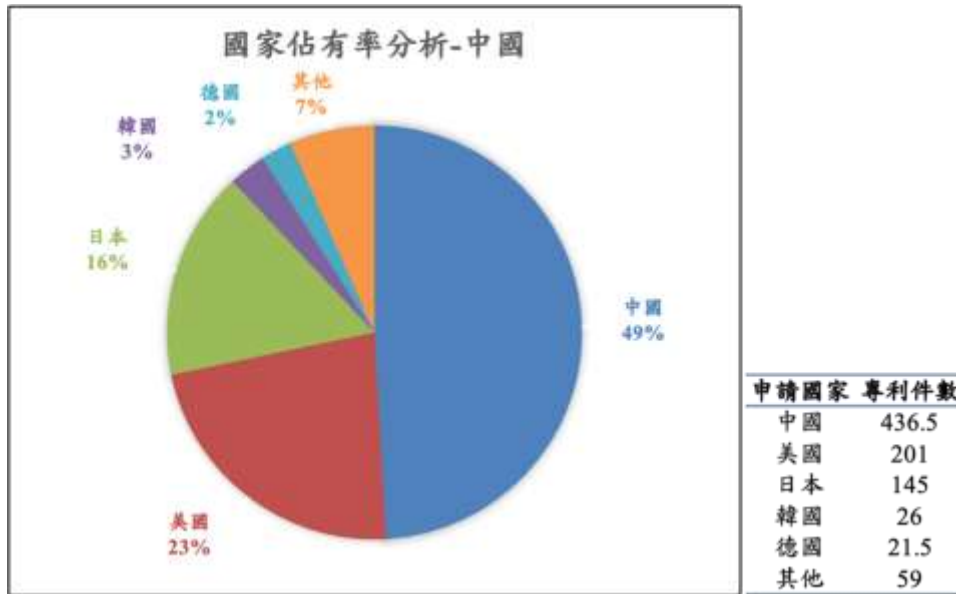


圖 5-3-4 國家佔有率分析(中國)(本團隊繪製)

(2) 所屬國專利件數趨勢分析



圖 5-3-5 國家件數歷年趨勢分析(中國)(本團隊繪製)

上圖為中國地區之醫療用手術機器人所屬國國籍分析，可得知該地區主要參與者。經分析，中國地區醫療用手術機器人專利之前五大所屬國別為中國、美國、日本、韓國與德國，其中中國佔比將近一半，約 49% (這是因為本國人通常優先申請本國專利)，而美國約有

23%之比重，日本佔比約為 16%，韓國與德國佔比約在 3% 左右。

進一步加入時間軸，針對上些申請國籍之申請趨勢進行分析，中國籍申請人自 2016 年後在中國申請專利數量大幅增加，並在 2017 年達到第一高峰(42 件)，雖 2018~2019 年申請趨勢有稍微減緩，然 2020 年專利申請數量再次達到高點(93 件)，累計至目前有 436 件；其次，美國籍在 2012 年後開始增加中國之專利布局，有趣的是，美國籍與中國籍之專利申請趨勢相反，累計至目前約有 201 件；而日本籍申請人自 2004 年方才進入中國市場布局，其布局趨勢與美國籍相似，惟較美國籍約晚二年；韓國籍在 2010 年有較多的布局，其餘年度布局數量零星；而德國籍則是在 2013~2017 年每年約有 3 件專利申請數量。

3.申請人分析（本團隊採用 fractional counting，因此 N 人共同申請時，其件數依 1/N 比例計算，故申請人專利件數不是整數；數據已進行申請人權威控制）

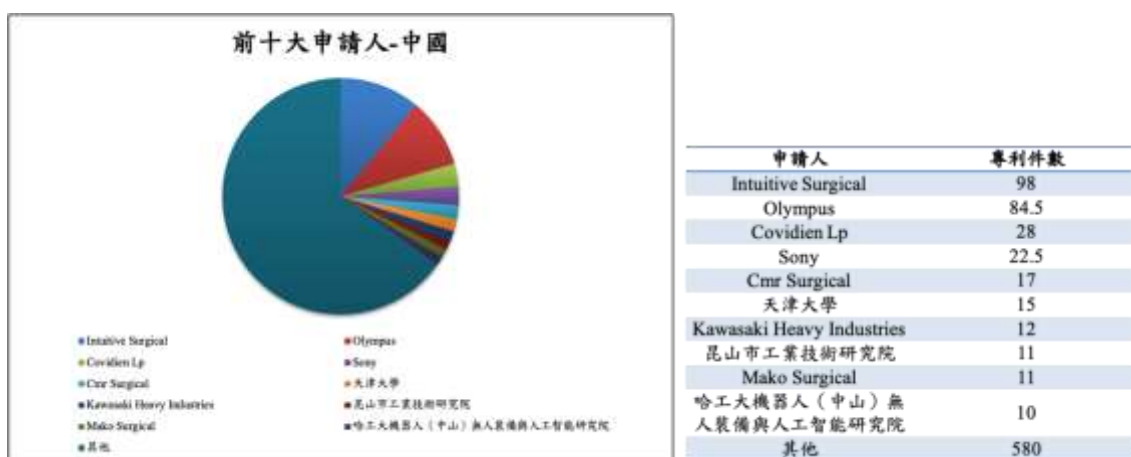


圖 5-3-6 前十大申請人(中國)(本團隊繪製)

中國地區主要申請人之前十名依序為：

- A. 美國 Intuitive Surgical Operations(直覺手術公司)、
- B. 日本 Olympus、
- C. 美國 Covidien LP(已被 Medtronic 收購)、
- D. 日本 Sony、
- E. 英國 Cmr Surgical Limited、
- F. 中國 天津大學、
- G. 日本 Kawasaki Jukogyo、

H. 中國 昆山市工業技術研究院、

I. 美國 Mako Surgical (被 Stryker Corporation 併購)及

J. 中國 哈工大機器人(中山)無人裝備與人工智能研究所。

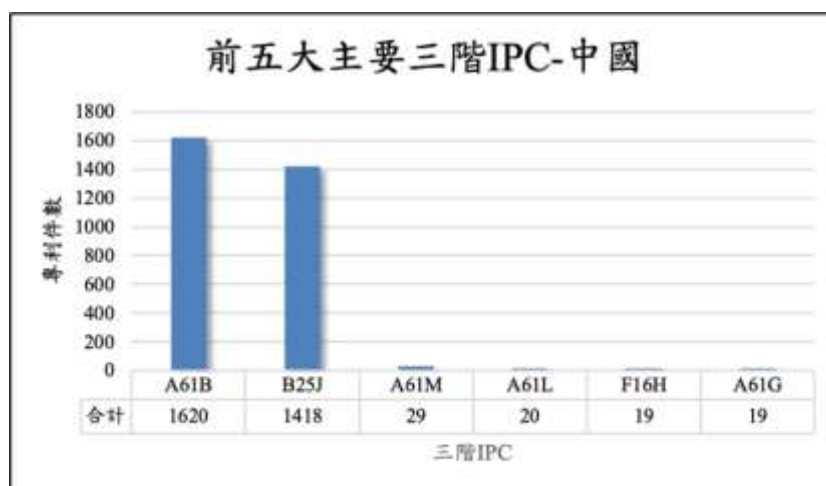
經分析，Intuitive Surgical 集團及 Olympus 公司分別佔中國地區醫療用手術機器人專利 11% 及 10% 之份額，不分軒輊，Intuitive Surgical 及 Olympus 公司皆為醫療用手術機器人產業之主要領導廠商，可以看出這二間公司都有意布局技術及市場皆尚未非常成熟之中國市場；而第三大為 Covidien LP 公司，約佔 3% 之份額，其於 2015 被全球醫療器材大廠 Medtronic 收購。

另從申請人所屬國籍分析，可以得知 10 大申請人中有 4 間公司屬美國籍；而日本籍之申請人有 3 間公司；中國籍之申請人有 3 間公司/研究機構；英國籍之申請有 1 間公司。

值得注意的是，雖然中國籍專利申請人佔該國整體專利數量近一半，然而前幾大之專利申請人仍為國際知名大廠，亦即中國籍之相異申請人數眾多，個別申請人累積之專利申請數量少；此外，前十大專利申請人屬中國籍者皆為研究機構；本團隊推估，中國醫療用手術機器人技術目前尚處蓬勃開發階段。

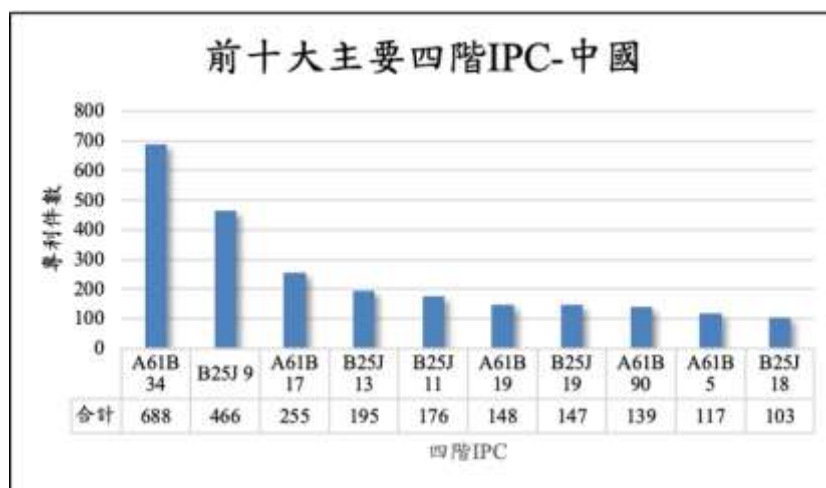
4. IPC 分析

(1) IPC 專利技術分析



IPC	內容
A61B	診斷；外科；鑑定
B25J	機械手；裝有操縱裝置之容器
A61M	將介質輸入人體內或輸到人體上之器械；為轉移人體介質或為從人體內取出介質之器械；用於產生或結束睡眠或昏迷之器械
A61L	材料或物體消毒之一般方法或裝置；空氣之滅菌、消毒或除臭；繃帶、敷料或外科用品之化學方面；繃帶，敷料、吸收墊或外科用品之材料
F16H	傳動裝置
A61G	特別適用於病人或殘障人士的運輸工具、專用運輸工具或起居設施；手術台或手術椅子；牙科椅子；喪葬用具

圖 5-3-7 前五大主要三階 IPC (中國)(本團隊繪製)



IPC	內容
A61B 34	計算機輔助手術；特別適合用在手術之操縱器或機器人
B25J 9	程序控制機械手
A61B 17	外科儀器、設備或方法，例如止血帶
B25J 13	機械手之控制裝置
B25J 11	未列入其他目之機械手
A61B 19	(轉見A61B34/00，90/00)
B25J 19	與機械手配合的附屬裝置，例如用於監控、用於觀察；與機械手組合的安全裝置或專門適用於與機械手結合使用的安全裝置
A61B 90	不包含在A61B1/00-50/00之中的專門適用於外科手術或診斷之儀器，器具或配件，例如用於脫白處理或保護傷口邊緣
A61B 5	用於診斷目的之測量；人之辨識
B25J 18	爪臂

圖 5-3-8 前十大主要四階 IPC (中國)(本團隊繪製)

透過 IPC 分析可了解醫療用手術機器人專利布局的技術重點及技術發展趨勢，以作為未來布局的參考依據。如上圖所示，醫療用手術機器人之前五大 IPC 分別為 A61B(診斷；外科；鑑定)1,620 件、B25J(機械手)1,418 件、A61M(將介質輸入人體內或輸到人體上之器械)29 件、A61L(材料或物體消毒之一般方法或裝置) 20 件及同為 19 件之 F16H(傳動裝置)與 A61G(專門適用於病人或殘障人士的運輸工具)。其中以 A61B 領域占比最高，約占 52%，B25J 領域其次，約占 45%。

由四階 IPC 分析可得知，醫療用手術機器人技術主要分為兩類，分別為 A61B 及 B25J，且各佔一半；其中 A61B 診斷類，大致為手術輔助機器人或外科手術設備相關技術(如計算機輔助手術、外科儀器設備等)，而 B25J 機械手臂類大致可分類為機械手臂之程序控制及裝置，由此可知，輔助手術進行之相關設備技術及機械手臂軟硬體系統裝置領域皆為中國專利重點布局方向。

(2)IPC 專利趨勢分析

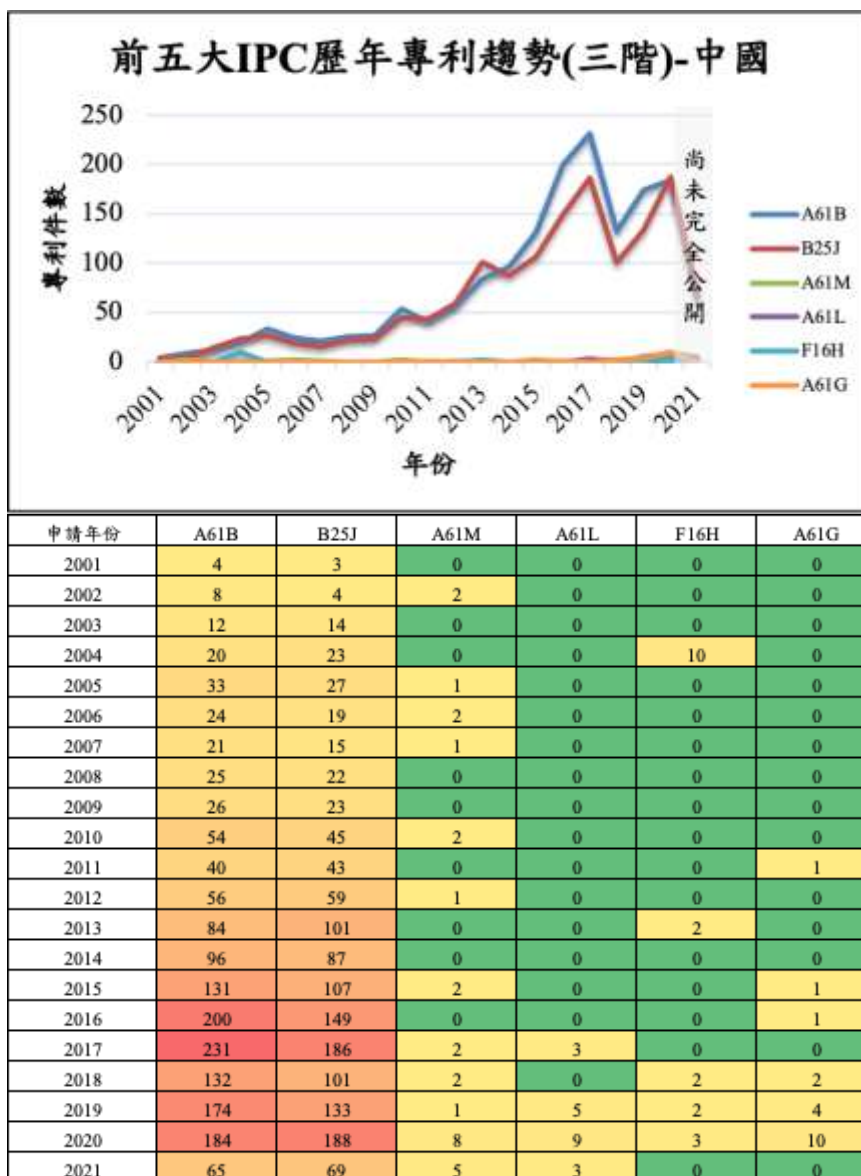


圖 5-3-9 前五大三階 IPC 歷年專利趨勢 (中國) (本團隊繪製)

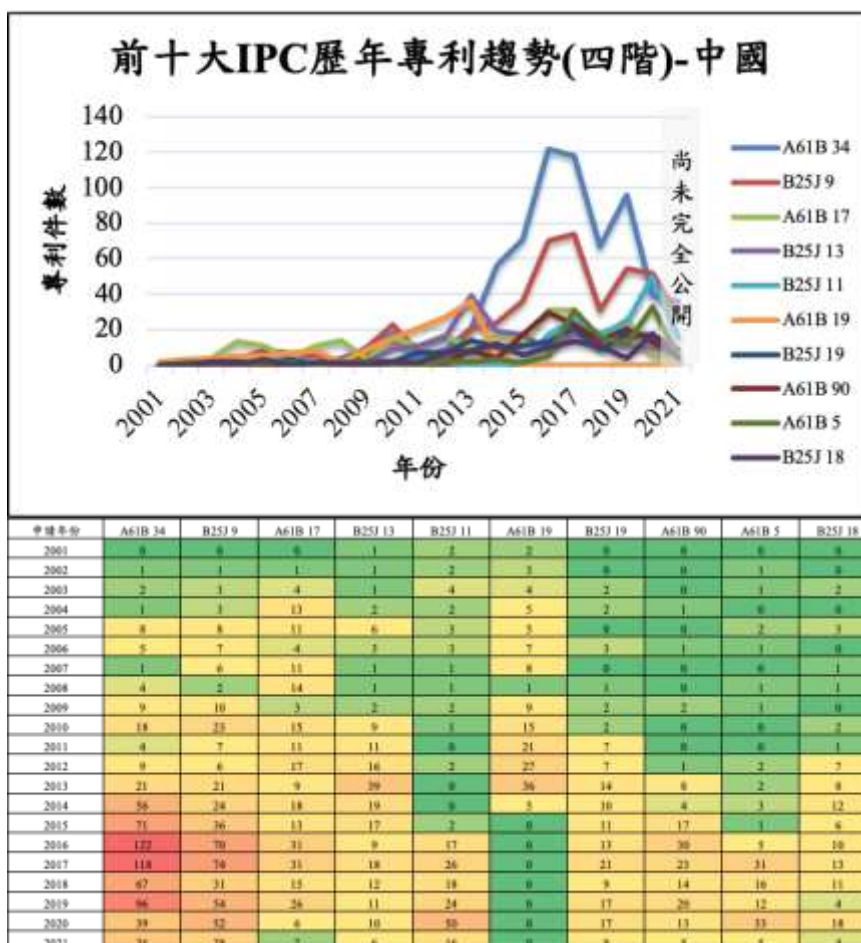
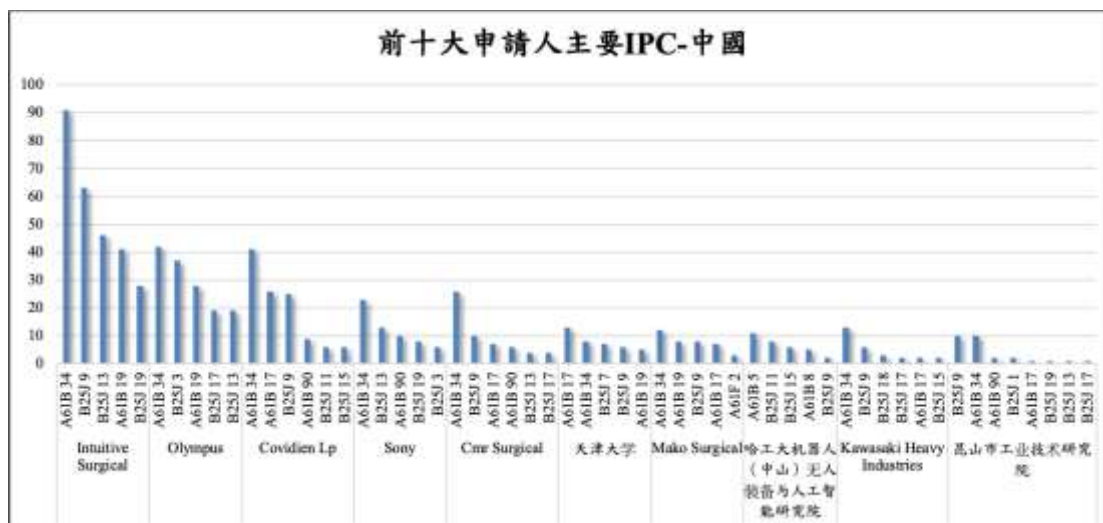


圖 5-3-10 前十大四階 IPC 歷年專利趨勢 (中國)(本團隊繪製)

接著，將 IPC 與年份作進一步分析，如上圖所示，透過前五大三階 IPC 趨勢分析，可發現 A61B(診斷；外科；鑑定)及 B25J(機械手)技術發展軌跡相似，從 2000 年就開始有專利布局，直到 2013 年起開始大量的布局，並在 2017 年達到高峰；而第三~五大 IPC 在 2018 年之前布局數量少，且零星，係近二年申請數量才開始有增加趨勢。

另分析四階 IPC 可得知，A61B 34(計算機輔助手術)及 B25J 9(程序控制機械手臂)自 2013 年開始大量成長，係前十大四階 IPC 成長最為快速，且數量最多之二大技術；A61B 17(外科儀器、設備)於 2000-2015 年皆穩定布局，在 2016 年申請數量快速飆升，截至目前有 255 件，居於第三；而 B25J 13(機械手之控制裝置)在 2013 年申請數量達到高峰後，之後呈下降趨勢；B25J 11(其他類型機械手)、A61B 5(用於診斷目的之測量技術)在近三年有快速飆升之趨勢，後續可以持續關注此二項技術之發展狀況。

(3)主要申請人：主要 IPC 分析（數據已進行申請人權威控制）



前十大申請人	A61B 34	B25J 9	A61B 17	B25J 13	A61B 19	A61B 90	B25J 3	B25J 19	B25J 17	B25J 15
Intuitive Surgical	91	63	22	46	41	20	3	28	12	10
Olympus	42	7	14	19	28	18	37	8	19	7
Covidien Lp	41	25	26	5	0	9	0	4	1	6
Sony	23	2	5	13	0	10	6	8	0	1
Cmr Surgical	26	10	7	4	0	6	2	1	4	0
天津大學	8	6	13	4	5	0	2	0	4	0
Mako Surgical	12	8	7	2	8	1	0	0	0	0
昆山市工業技術研究院	10	10	1	1	0	2	0	1	1	0
Kawasaki Heavy Industries	13	6	2	0	0	0	1	0	2	2
哈工大機器人(中山)無人裝備與人工智能研究院	0	2	0	1	0	0	0	1	0	6

圖 5-3-11 前十大申請人主要 IPC (中國) (本團隊繪製)

將前十大專利申請人與前十大四階 IPC 交叉對比，挑選不同領域中申請數量最多及前十大申請人重點布局之技術進行分析。從上圖可以發現，大多申請人在 A61B34、B25J9 及 A61B17 等三個技術皆有布局，係各公司相當重視之重點技術；前三大申請人中，Intuitive Surgical 集團除在 B25J 3(主從型機械手)布局較少外，在其他各領域皆有可觀之專利數量；而 Olympus 公司相較前十大公司，在 B25J 3(主從型機械手)有特別多的布局；第三大 Covidien LP 專利布局則是集中在前三大 IPC 領域，其他領域則沒有特別著墨。

5.技術生命週期

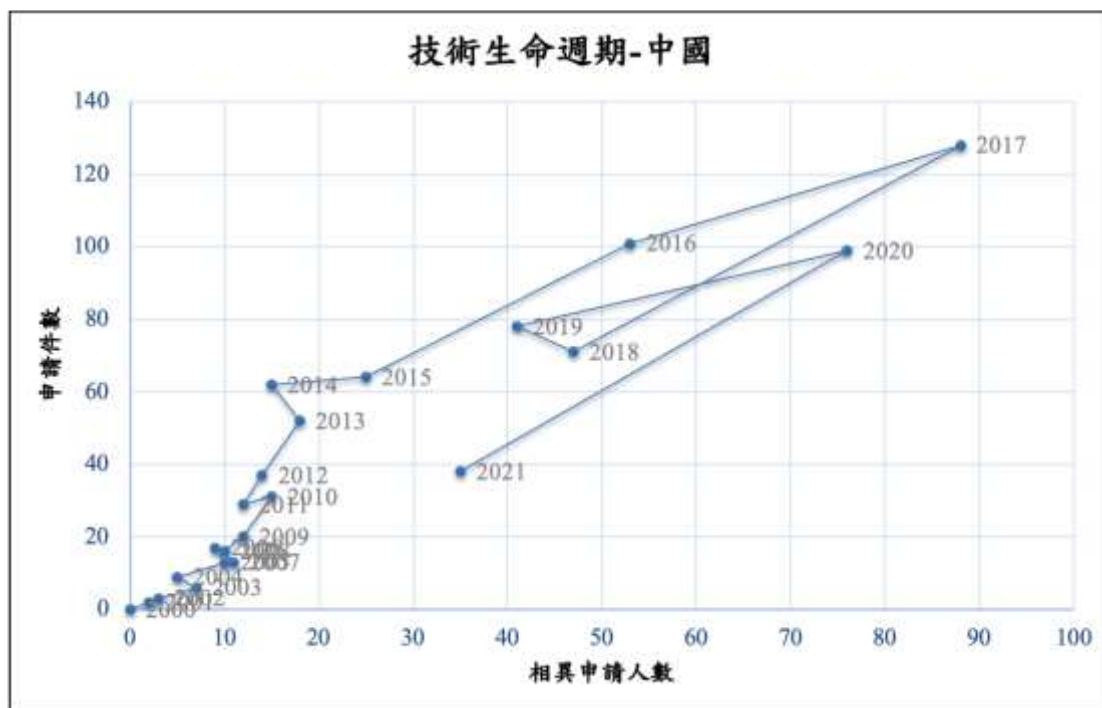


圖 5-3-12 技術生命週期(中國)(本團隊繪製)

以相異專利申請人數與專利申請件數進行醫療用手術機器人之技術生命週期之分析，從圖上可得知，2000-2009 年間之相異專利申請人數與專利申請件數均較少，廠商投入意願不高，為「技術萌芽期」；2010-2017 年間相異專利申請人數與專利申請件數飆升，在 2017 年當年相異專利申請人數與專利申請件數達到最高峰，係中國醫療用手術機器人領域「第一次技術成長期」，之後 2018-2019 年相異專利申請人數與專利申請件數呈緩降趨勢，趨於短暫「技術成熟期」，之後於 2020 年再次成長，並達到第二高點，有「技術成長期」之徵兆，然而，因專利申請案有 18 個月的未公開期以及審查時間的延遲，2020 與 2021 年專利申請量尚無法完整呈現，團隊對於近年度 2018-2021 年之技術生命週期狀態評估有所保留。

四、 台灣專利分析

1. 專利件數分析

(1) 專利趨勢分析（數據均有去重及進行申請人權威控制）

	硬體	軟體
台灣公開	9	76
台灣公告	13	86
人工檢索後台灣公開+台灣公告	17	38
人工檢索後台灣公開+台灣公告 (去除硬體與軟體重複專利)	52	

圖 5-4-1 台灣專利分析-公開/公告專利總件數(本團隊繪製)

年份	申請專利件數	申請人數	年份	公告專利件數
2000	0	0	2000	0
2001	1	6	2001	0
2002	0	0	2002	1
2003	1	1	2003	0
2004	0	0	2004	0
2005	1	1	2005	0
2006	2	1	2006	0
2007	1	1	2007	1
2008	2	2	2008	0
2009	0	0	2009	0
2010	3	4	2010	0
2011	3	4	2011	0
2012	0	0	2012	0
2013	4	5	2013	2
2014	5	5	2014	2
2015	3	3	2015	0
2016	6	3	2016	2
2017	2	2	2017	2
2018	7	8	2018	5
2019	8	8	2019	4
2020	3	3	2020	6
2021	0	0	2021	4

表 5-4-1 台灣專利歷年申請/公告件數(本團隊繪製)

上方表格為「醫療用手術機器人」技術歷年專利件數統計表，其中包含歷年提出申請專利之專利申請/公告年、專利件數以及專利權人人數變化。經由本表可得知，該技術領域歷年的專利產出數量，以及投入本技術市場之專利權人(競爭公司)發展趨勢。經團隊分析，在台灣，醫療用手術機器人相關專利最早自 2001 年開始出現，並以逐年成長，不論以申請年亦或公告年觀之，雖然各年份新增數量並非可觀(未突破個位數申請件數)，但整體而言，該技術在台灣發展是處於上升趨勢。

以專利權人人數角度觀察之，此時在臺灣投入該技術發展的專利權人目前仍為小眾(人數有限)，由此可推得，該技術在臺灣還屬於一新型產業技術，也使得台灣是個適合該新技術進一步研發布局，以及潛在發明人進場的國家。

(2)歷年專利件數分析



圖 5-4-2 專利件數歷年趨勢分析圖(台灣)(本團隊繪製)



圖 5-4-3 專利件數歷年累計趨勢分析圖(台灣)(本團隊繪製)

上圖為使用歷年件數統計表所製成之趨勢圖，時間為從 2000 年至 2021 年，惟因專利有 18 個月的未公開期，因此 2020、2021 年專利數量還無法完全呈現。從趨勢圖可明顯看出，不論申請趨勢與獲證數量，相較於 2000-2004 年皆有明顯成長，雖然歷年漲幅不定，但整體而言總數是為一向上趨勢。撇除近兩年尚無法完全揭露，申請/獲證數量兩者於 2019 年皆處於一高峰值，成長原因推估為因近年來台灣推行之「精準健康大產業」政策方向，使得如「醫療用手術機器人」等應

用於精準醫療相關之技術領域得以持續成長。

2. 國家別分析

(1) 所屬國專利分析（所屬國是指申請人國籍，本團隊採用 fractional counting，因此 N 人共同申請時，其國籍依 1/N 比例計算，故各國專利件數不是整數）

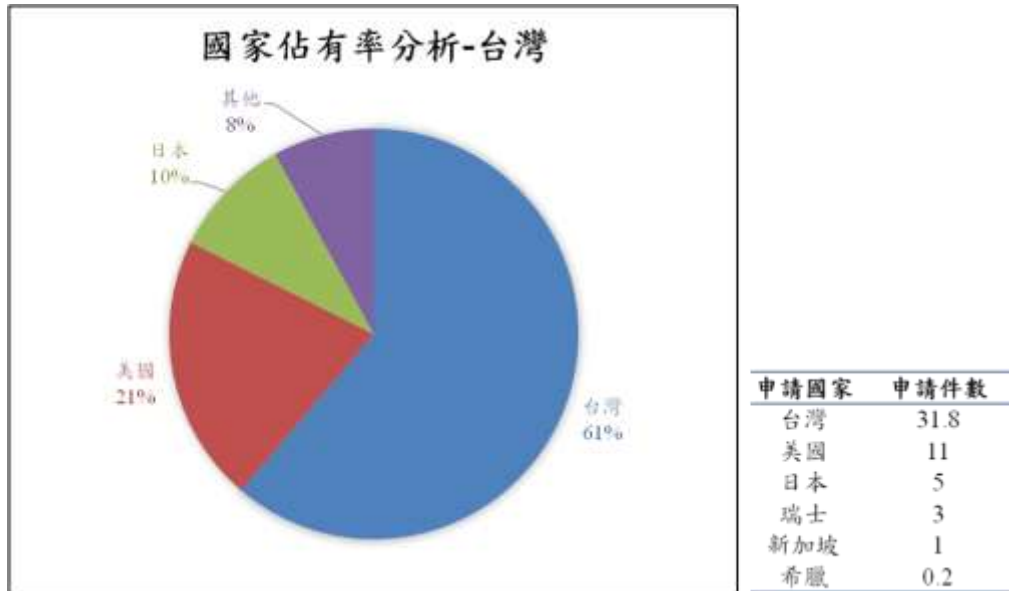


圖 5-4-4 國家佔有率分析(台灣)(本團隊繪製)

由上述圓餅圖可看出台灣本地人申請案占整體案件中之絕對多數，有 31.8333 件，比例約為 61%；其次則為有 11 件專利的美國，約有 21% 的比重，但仍不及台灣件數的一半；而日本則於台灣專利中位居第三，共累計 5 件，占比 10 百分比；至於其他國家，如：瑞士、新加坡、希臘等案，則約略涵蓋全體的 8%（瑞士 3 件、新加坡 1 件、希臘 0.166667 未滿一件）。由此結果可知，台灣籍申請人相較於他國人士，仍視台灣為優先布局國家（次之為美國，再者為日本）。推測因台灣目前市場較小，或是尚未成為專利布局熱區，布局國家較少，因此申請人仍以當地人為大宗。

(2)所屬國專利件數趨勢分析

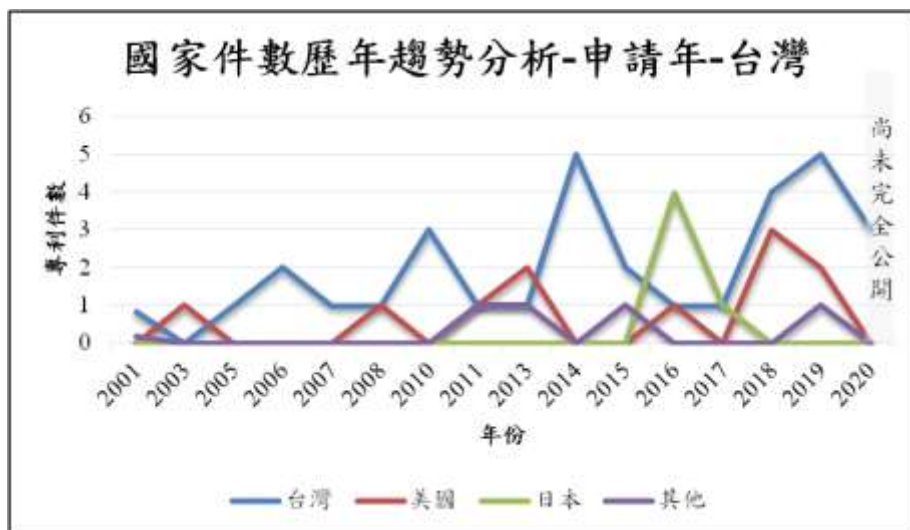


圖 5-4-5 國家件數歷年趨勢分析(台灣)(本團隊繪製)

當將上述案件加上時間軸，以各年份進行分析時可看出台灣籍申請件數在 2006、2010、2014 年度各出現一申請高峰，於 2017 至 2019 有顯著連年成長，並在 2019 年再次達到近 20 年來所有國家單年最高申請件數(5 件，同 2014，2014 為另一最高申請件數時間點)。相較於台灣，美國、日本以及其他三國各年分布都較零散，其中，美國趨勢成一鋸齒圖形，於 2003、2008、2011、2013、2016 各有提出申請案件(每年約 1 至 2 件)，並於 2018 年達到最高數值(2019 年為第二高)；從 2001 起至 2015，日本籍人士對台皆無提出專利申請，直到 2016 才出現第一案例，且該年申請件數也為日本之歷年最高峰值(4 件)。因此，綜觀上述兩張國家別分析圖表可得，不論總申請件數之台灣佔比，亦或分段觀察至各年度，台灣籍申請人在台灣提出此新技術之專利申請還是相對強勢。

3.申請人分析（本團隊採用 fractional counting，因此 N 人共同申請時，其件數依 1/N 比例計算，故申請人專利件數不是整數；數據已進行申請人權威控制）

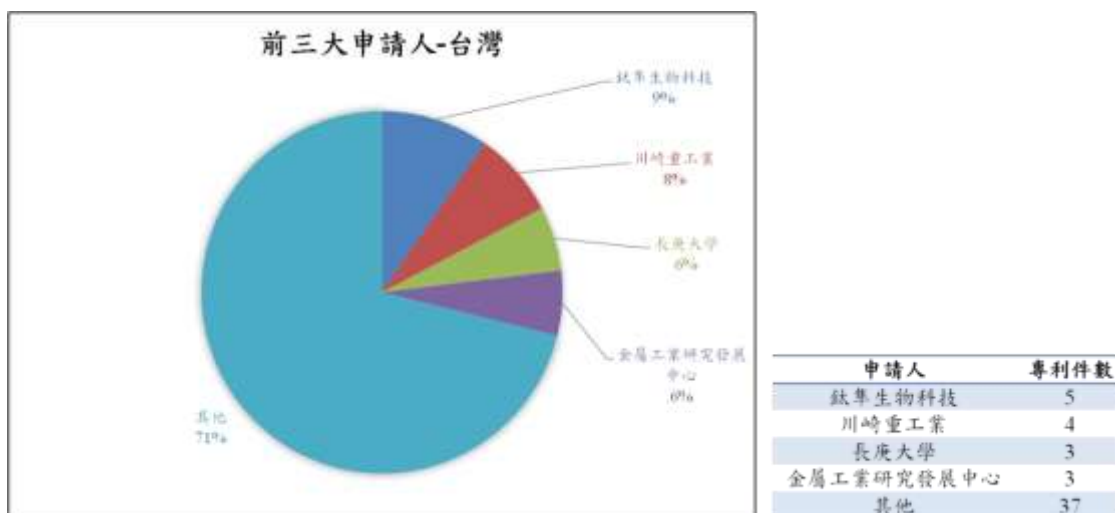


圖 5-4-6 前十大申請人(台灣)(本團隊繪製)

上圖為台灣專利的申請人分析，仍是採用較公平且精確的「分數統計 (Fractional counting)」進行數值分析。其中，最主要申請人鈦隼生技也僅有 5 件專利申請案，為整體的 9%；第二大則為日本商川崎重工業 4 件，占比 8%；而長庚大學以及金屬工業研究發展中心則各擁有 3 件申請案，約占 6% 的比重；至於其他申請人其申請件數皆為 2（包含）以下，但總量卻占了總數的 71%。由案件數以及分布結果推測，由於此技術仍於成長階段，市場尚未發展成熟，因此還未有明顯的指標申請人。除技術仍在早期發展外，相較於美國、日本等地，台灣對於醫療用機器人此種新興產業發展市場可能相對較小，也因而還未吸引較多國際申請人進入布局。(但由此分析可得，在政府大力推廣「精準健康大產業」之下，國內「產、學、研」皆已開始投入此領域發展)

4. IPC 分析

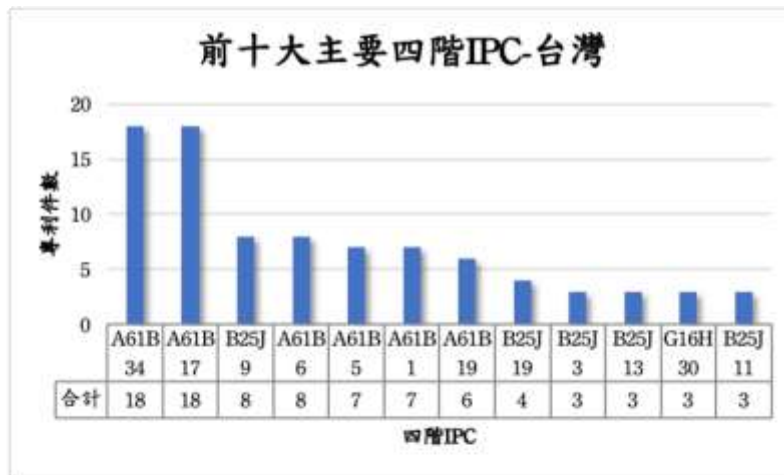
(1) IPC 專利技術分析



IPC	內容
A61B	診斷；外科；鑑定
B25J	機械手；裝有操縱裝置之容器
G06T	一般影像資料處理或產生
G16H	醫療照護資訊學，即信息和通信技術[ICT]專門適用於醫療或醫療照護的操作或處理
A61F	可植入血管內的濾器；假肢體；為人體管狀結構提供開口、或防止其塌陷的裝置，如支架；矯形、護理或避孕裝置；熱敷；眼或耳之治療或保護；繃帶、敷料或吸收墊；急救箱
A61M	將介質輸入人體內或輸到人體上之器械；為轉移人體介質或為從人體內取出介質之器械；用於產生或結束睡眠或昏迷之器械

圖 5-4-7 前五大主要三階 IPC (台灣)(本團隊繪製)

經由 IPC 分析可了解「醫療用手術機器人」專利布局的技術重點，並藉由分析技術發展趨勢以作為未來布局的參考依據。如以三階 IPC 進行分類統計，可發現 A61B 為最重要的分類號，共 70 件，也為總數的絕對多數，其內容為外科診斷相關；其次 B25J 有 26 件，為機械手等操作裝置所擁有的 IPC；撇除前兩大分類號，從第三多分類號開始：G06T、G16H、A61F、A61M，相較於前兩者，專利涵蓋數減少甚多，皆只有個位數案件(各為：4 件、4 件、2 件、2 件)。由於團隊深入研究之主題為「醫療用手術機器人」，於第四章已詳述標的之技術架構四大面向(核心技術、使用場景、服務、手臂類型)，與此三階 IPC 分析結果符合。



IPC	內容
A61B 34	計算機輔助手術；特別適合用在手術之操縱器或機器人
A61B 17	外科儀器、設備或方法，例如止血帶
B25J 9	程序控制機械手
A61B 6	用於放射診斷之儀器，例如與放射治療設備相結合者
A61B 5	用於診斷目的之測量；人之辨識
A61B 1	用目視或照像檢查人體之腔或管之儀器，例如內視鏡；其所用之照明裝置
A61B 19	(轉見A61B34/00，90/00)
B25J 19	與機械手配合的附屬裝置，例如用於監控、用於觀察；與機械手組合的安全裝置或專門適用於與機械手結合使用的安全裝置
B25J 3	主從型機械手，即兼有控制單元與被控制單元共同完成相應的空間運動
B25J 13	機械手之控制裝置
G16H 30	ICT專門適用於操作或處理醫學圖像
B25J 11	未列入其他目之機械手

圖 5-4-8 前十大主要四階 IPC (台灣) (本團隊繪製)

如以四階 IPC 進行分類，在統計時可得分類號 A61B34 與 A61B17 擁有最多件數且並列第一，各為 18 件，其內容為用以輔助手術的計算機/機器人與外科儀器；B25J9(程序控制機械手)、A61B6(放射診斷用儀器)並序第三，各有 8 件；接著 A61B5、A61B1 同列第五，各 7 件，前者為「用於診斷目的測量；可用於人的辨識」的分類號，而後者則為「檢查人體之儀器，如：內視鏡等」。綜其結果可發現如以四階來

分類，前十大主要分類號仍可歸納為三大技術領域(有相同三階 IPC)，此三大分別為 A61B、B25J 以及 G16H。相較於三階分析，其中較特殊的地方為分類號 G06T，其於三階時列於第三位，但此時並未排入四階前十名，其內容「一般影像資料處理/產生」，推測為純軟體專利所有，但由於「醫療用手術機器人」相關專利仍以硬體裝置占絕大多數，因此在深入探究四階 IPC 時即被歸於後位。

(2)IPC 專利趨勢分析

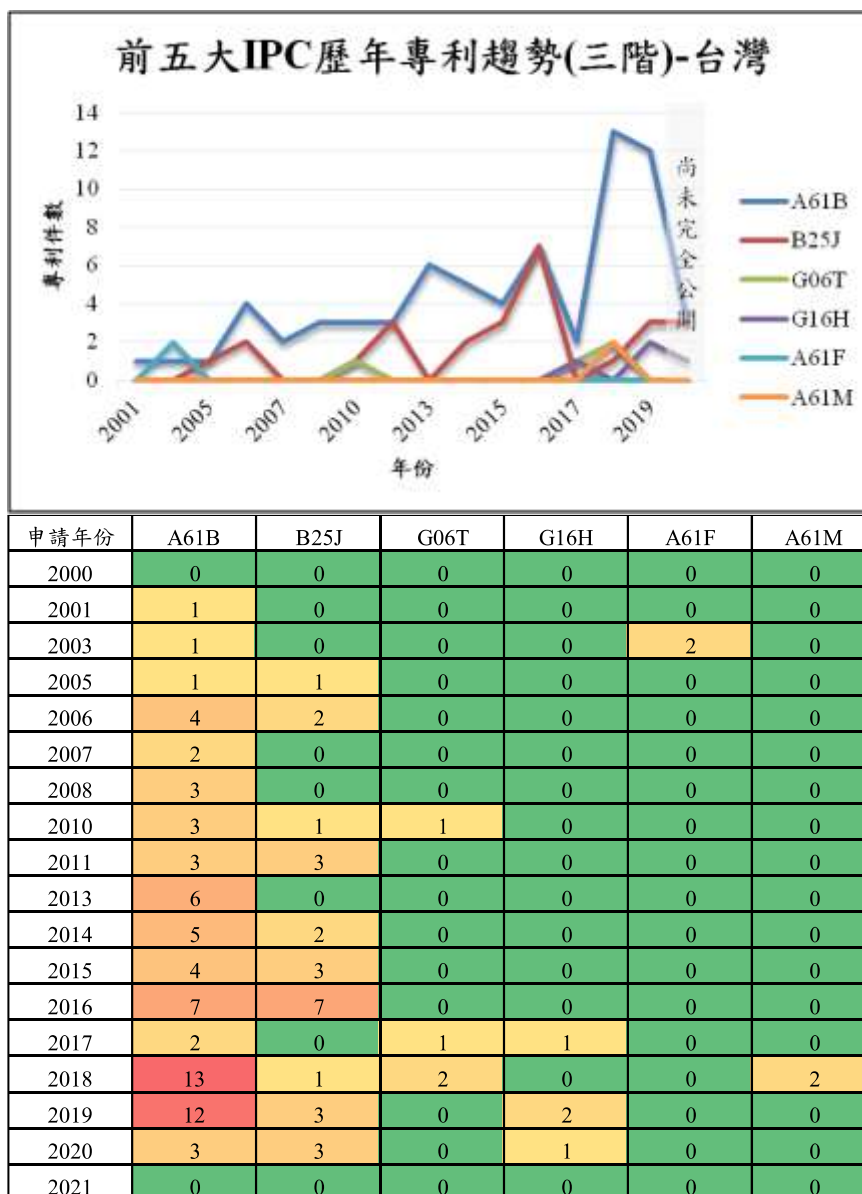


圖 5-4-9 前五大三階 IPC 歷年專利趨勢 (台灣)(本團隊繪製)

當以 IPC 分類號進行歷年趨勢分析時，可利用時間點觀測整體產業技術發展動向以掌握技術資訊。於三階 IPC 趨勢圖可看出前五大 IPC 案件數皆隨著時間逐漸成長，其中尤以 A61B(診斷；外科；鑑定)增加最為顯著，由 2001 年的單件逐年上升至 2018、2019 年達高峰(13 件、12 件)，且不論於各年度，相較其他分類號皆為絕對多數；其次則為機

械手相關之 IPC B25J，於 2005 年出現其首例，然 2007、2008 與 2013 無案例外，其餘年間皆有 1 至 3 案，並於 2016 年有 7 案之峰值。相較前兩大，餘下四項 IPC 個案涵蓋數與其二差距甚多，皆只有零星 1 至 2 件案例，但值得注意的是，近三年如 G06T、G16H 等與影像資料處理、資通訊技術相關之新分類號有逐漸興起跡象(於 2017 年起開始出現)，推測可能與政府近年所推行之「精準健康大產業」有關，由於數值運算與精確定位於精準醫療中扮演關鍵角色，其衍生出的預測判斷與影像導航系統對於醫療器材與輔助裝置有所助益，因此，由上圖 G 類分類號的出現，可判斷此新功能在「醫療用手術機器人」中之發展，其重要性有逐年提升的趨向。

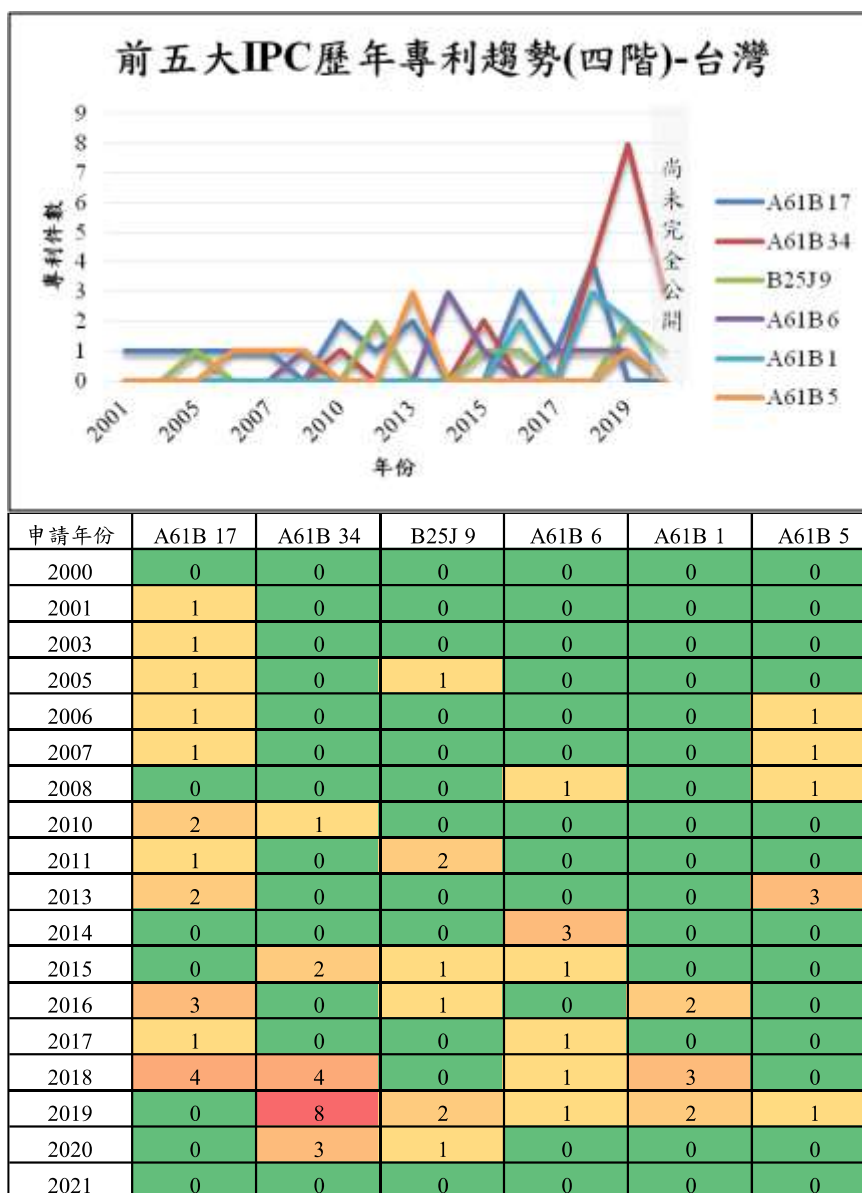


圖 5-4-10 前十大四階 IPC 歷年專利趨勢(台灣)(本團隊繪製)

再者，如使用四階 IPC 進行分類，加入時間以歷年案件數進行分析時可發現，其前五大 IPC 情形與三階分析時相同，皆有隨時間逐年成長的趨勢，且其中仍以 A61B 相關分類號為多數(尤其以 A61B17、A61B34 最多，其內容為外科儀器/設備與輔助手術計算機/機器人)。早期發展以 A61B17 為主，在 2001 年時即有其第一件案例，當時間推移至 2010，A61B34 的首案出現，並於 2019 年到達其最高峰值 8 件(因專利有 18 個月的未公開期，因此 2020、2021 年專利數量無法完全呈現)，雖然中間間隔幾年無相關個案(僅 2015 有 2 件，接著再間隔 2 年無案)，但由此結果可推測，未來將可能以能協助手術的計算機/機器人為發展方向；且由於分類號 B25J9 與 B61B6 僅次其後(並列第三，各有 8 件，與 A61B34 相同於近期出現且有漸趨增加現象)，由此可知除上述手術機器人外，判斷當新裝置開發時也將有機會出現機械手與放射等配件功能。

(4)主要申請人：主要 IPC 分析（數據已進行申請人權威控制）

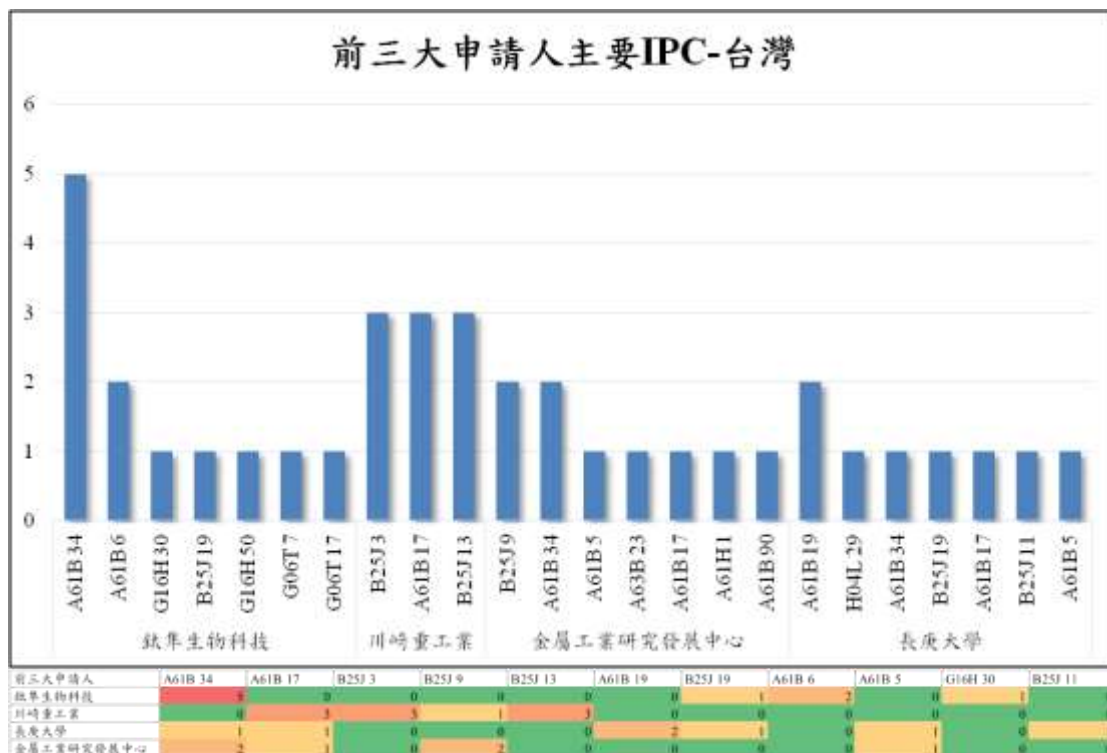


圖 5-4-11 前十大申請人主要 IPC (台灣)(本團隊繪製)

透過將前三大申請人與其主要 IPC 進行整理可發現，所有申請人皆是以 A61B 以及 B25J 為發展方向，也就是朝向外科/診斷與機械手領域進行研發。其中，鈦隼生技，全台首創「腦部手術導航機器人」的公司，也是此研究主題在台灣最主要專利權人，以 A61B34 為其布局最主要 IPC，在近 20 年間共有 5 件專利涵蓋此分類號；日商川崎重工業較為平均，其專利內容均包含於 B25J3、A61B17、B25J13 三 IPC，並無特別傾向於其一(各 3 件申請案，其中 B25J13 內容為機械手之控制裝置)；而由上圖可知，相較鈦隼生技的偏向專精與川崎重工業的三大

領域，並列第三的金屬工業研究發展中心與長庚大學在研究發展上並無特別專攻項目且發展相對廣泛。

5.技術生命週期

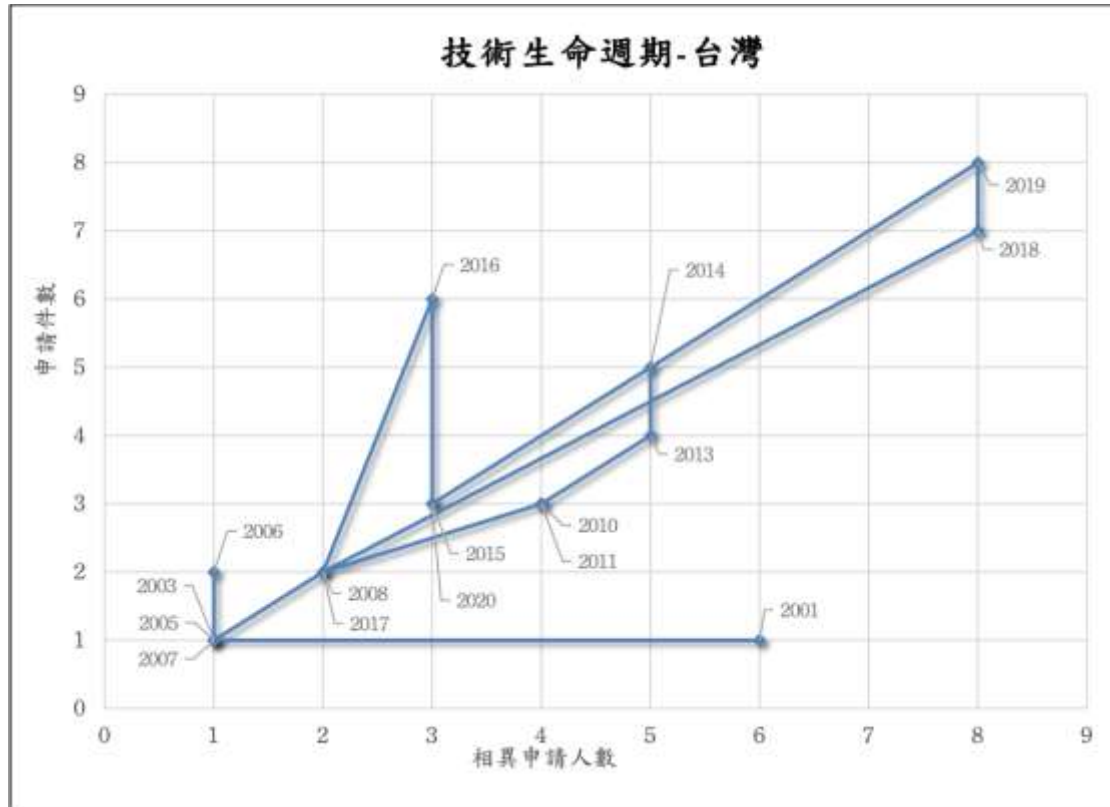


圖 5-4-12 技術生命週期(台灣)(本團隊繪製)

由於用來分析之台灣專利母數僅有 52 件，且相異申請人總量也相對有限，因而造成此技術生命週期圖有些許雜訊與誤差，但大體而言，仍可藉由年間座標變化看出不同年份區間的趨勢差異。從 2001 起至 2008，因年份座標大多出現於原點附近且移動不大，顯示此技術當前應位於第一階段「技術萌芽期」，此時期申請專利件數與相異申請人數相對較少，廠商投入意願也較低。當時間區間移至 2008 到 2016 時，技術漸漸有進入第二階段「技術成長期」的趨勢，此時專利件數與申請人數皆出現上升傾向，直至 2017 年開始到 2019，成長勢態才逐漸明顯，專利件數與申請人數兩數值皆快速成長，而使此技術正式進入「技術成長期」(雖然微觀 2018-2019 出現申請人數不變但件數增加，有技術開始進入第三階段「技術成熟期」的趨緩徵兆，但由於專利有 18 個月的未公開期使得 2020 與 2021 年專利量無法完整呈現，因此團隊對於此偏差現象有所保留)。

五、全球專利技術生命週期圖

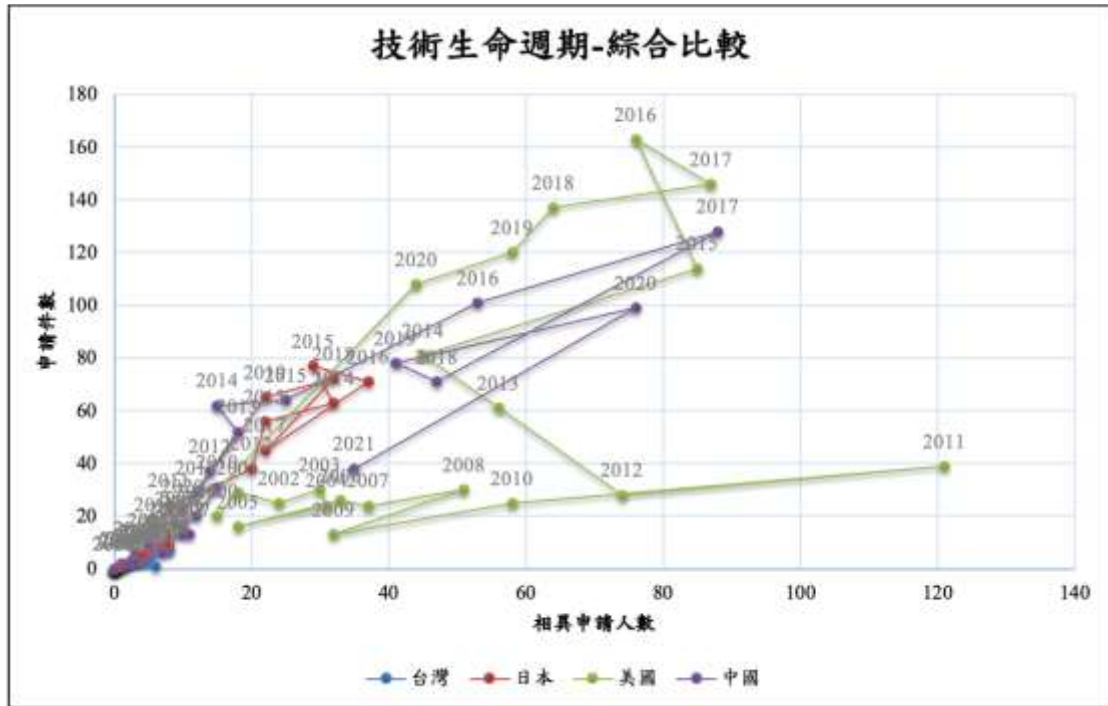


圖 5-5-1 技術生命週期圖綜合比較(本團隊繪製)

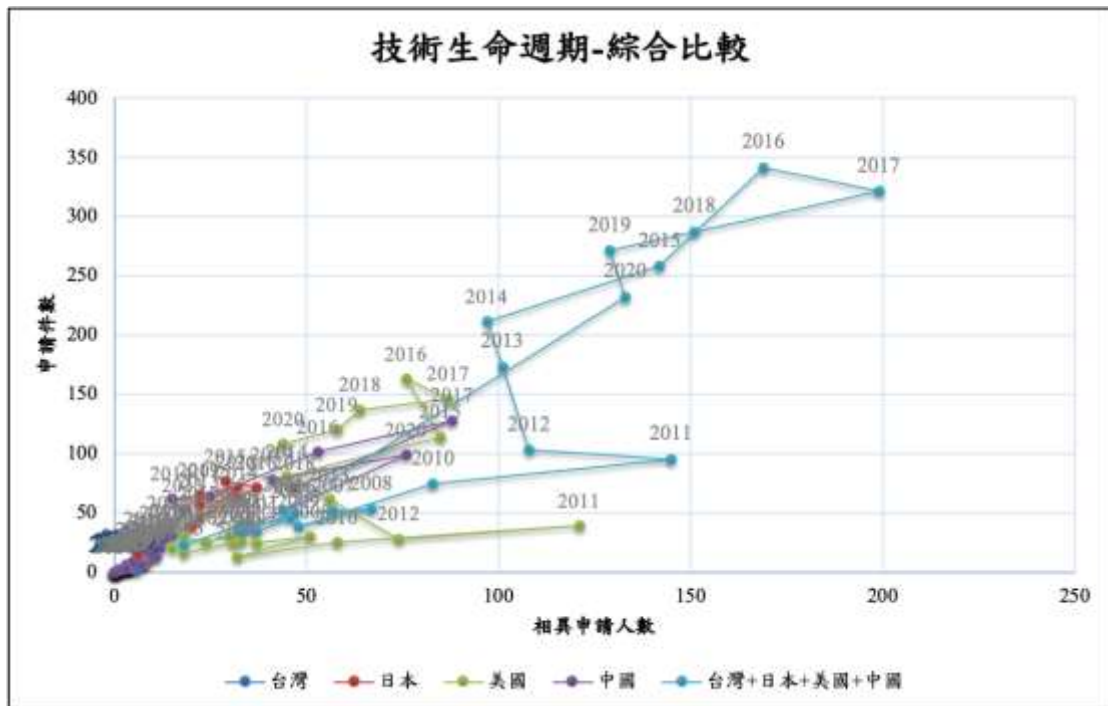


圖 5-5-2 技術生命週期圖綜合比較(四國合計)(本團隊繪製)

以相異專利申請人數與專利申請件數進行醫療用手術機器人之技術生命週期之綜合分析。從圖上可明顯看出台灣+日本+美國+中國此技術生命週期線，其主要樣態近似於美國之技術生命週期線，可明顯看出，相較於台灣、日本及中國，美國於此領域的強勢性。

再以各國進行比較分析，可明顯看出美國於 2000-2009 年間為「技術萌芽期」；2010-2014 年間大幅成長，尤其 2011 年進入該市場布局之專利申請人飆升，係醫療用手術機器人領域「第一次技術成長期」，並於 2014 年趨於短暫「技術成熟期」狀態；而 2014-2017 年間來到該技術之「第二次技術成長期」，且在 2016 年當年專利申請件數達到最高峰，之後 2018-2019 年相異專利申請人數與專利申請件數呈緩降趨勢，有「技術衰退期」之徵兆。

中國於 2000-2012 年間為「技術萌芽期」；2012-2020 年間大幅成長，進入「技術成長期」。

而日本於 2000-2009 年間為「技術萌芽期」；於 2010-2014 年間大幅成長，尤其 2012 -2016 年間進入「技術成長期」，並於 2017 年趨於短暫「技術成熟期」狀態；而 2017 -2018 年間有大幅增加之情形，之後 2018 -2019 年間有「技術衰退期」之徵兆。

台灣則因專利母數僅有 52 件，且相異申請人總量也相對有限，因而造成此技術生命週期圖有些許雜訊與誤差，但大體而言，仍可藉由年間座標變化看出不同年份區間的趨勢差異。於 2001-2008 年間，應位於第一階段「技術萌芽期」，至 2008-2016 年間，有進入第二階段「技術成長期」的趨勢，直至 2017 年開始到 2019，成長勢態才逐漸明顯，專利件數與申請人數兩數值皆快速成長，而使此技術正式進入「技術成長期」。

因專利申請案有 18 個月的未公開期以及審查時間的延遲，2020 與 2021 年專利申請量尚無法完整呈現，團隊對於近年度 2018- 2021 年之技術生命週期狀態評估有所保留。

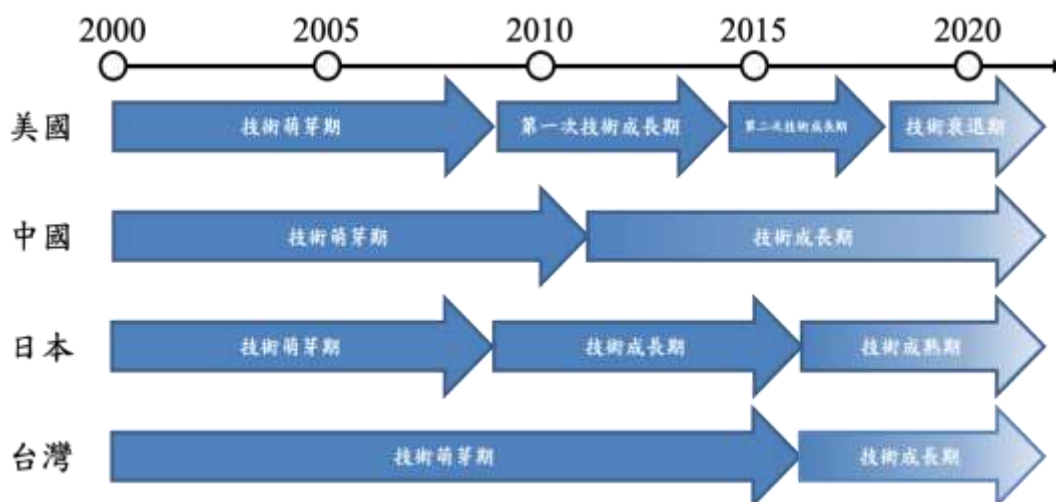


圖 5-5-3 四國技術生命週期列表(本團隊繪製)

而在綜觀四國之技術生命週期，可明顯看出美國及日本其專利布局較早，目前已趨於成熟，而中國於此領域尚在蓬勃發展，台灣於此領域專利數量過少，儘管有成長期之趨勢，但相對於其他國家，還是相對處於技術萌芽期，故更應該結合台灣之優勢進行發展。

六、技術功效矩陣分析

使用與全球趨勢相符之美國專利進行功效矩陣分析，並依據第二章所繪製之技術魚骨圖對於手術導航機器人之定義，區分為「導引設備、影像定位、座標定位、人機介面、手術系統」五大技術分類；功效分類則有「立體信號輸出、遠程操作、產生影像、輔助信息、感官回饋」等，並於 GPSS 資訊系統上逐一設定上述各項技術分類、功效分類之名稱與檢索條件產生結果如下。

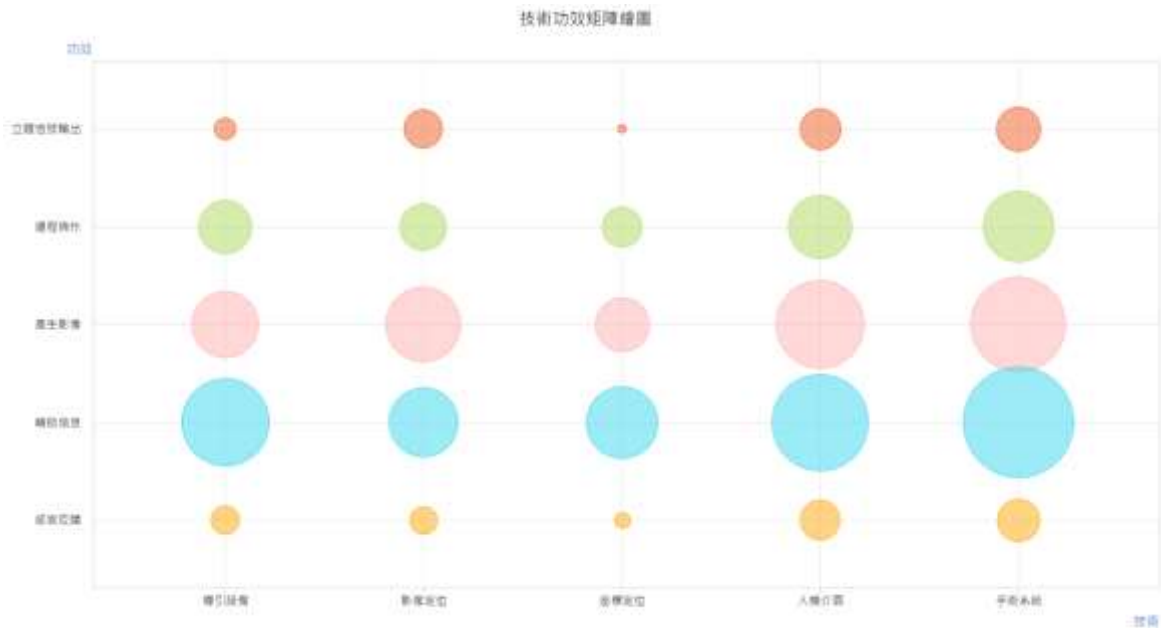


圖 5-6-1 技術功效圖(本團隊繪製)

透過矩陣圖概覽各技術分類之專利分布情形，其中藍色及粉色泡泡愈大者，表示專利件數愈多。在下圖 5-6-2 中，藉由各維度技術功效設定條件中可明顯看出在美國手術機器人專利中，主要以「手術系統」為主、「人機介面」次之。在「導引設備」技術分類項下，以技術可達成之功效進行觀察，可知「輔助信息」之專利最多、「產生影像」居次、「遠程操作」則是第三名。透過上述之分析，便得知美國醫療手術機器人專利中，主要之技術發展主軸為「結合人機介面與產生影像信息之手術平台或系統」。

技術功效分析

資料夾名稱: ROBOT
分析日期: 2,025

xlsx 輸出 新增篩選 選擇標題 共選擇 1 項標題 上傳 下載 完成查詢

進行分析	技術名稱	索引結構	影像定位	目標定位	人體位置	手術系統
功能名稱	檢索條件	Guide OR 定位 OR 導引 OR path	影像 OR IMAGE OR 定位 OR 目標	定位 OR guide OR 目標	HUMAN OR system OR 操作	Surgery OR Surgical operation OR Operation OR medical OR 醫療 OR 手術 OR 外科 OR
立體圖形輸出	3D OR 虛擬輸出	83	180	34	204	340
過程操作	Surgical operation OR Operation	356	208	196	517	660
輸出影像	Robot OR 手術 OR 醫療 OR 目標 OR IMAGE	581	751	371	1,080	1,241
輔助信息	Guid* OR Navigat* OR Coolest* OR path OR route	1,050	627	675	1,303	1,732
技術分類	外科 OR 醫療 OR 手術 OR preferred pose OR feedback	99	90	43	196	216

圖 5-6-2 技術功效分析檢索圖(本團隊繪製)

七、路徑分析

1. 美國專利路徑分析

專利間的引用常被視為是從被引用專利到引用專利的知識流動路徑，而一技術領域相關專利所構成的引用網絡則形同構成了該技術領域的知識體系（knowledge structure）。主路徑分析（Main Path Analysis）係從上述的引用網路推導出代表性的知識演進脈絡，也就是所謂的主路徑（Main Path）。主路徑分析是廣為文獻分析學者所接受與採納的引用分析方法。例如，以「Main Path Analysis」為關鍵詞搜尋 Google Scholar，單自 2020 年以後就可以搜得超過 360 件、採用主路徑分析探討各種技術領域演進的論文發表。

本團隊透過檢索之相關專利資料，由 GPSS 下載專利的參考文獻數據，利用知名的社會網絡分析軟體 Pajek 建構出如圖 5-7-1 的引用網絡圖。本團隊的引用網路建構方式有以下特點：(1)採用域內引用：也就是只考慮相關專利之間的引用，而不考慮相關專利以外其他專利的引用或被引用），以避免演進脈絡受到非相關專利的干擾；(2)合併考慮公開案與公告案的引用：同一創作的公開案與公告案去重後，這二種文獻的引用會合併考慮，這樣處理應比傳統上只考慮公告案之間的引用要更為全面。

本團隊接著使用 Pajek 內建的功能，(1) 對引用網絡的每一連結指派一與其經過次數（traversal count）相關的權重（weight）；(2) 根據連結的權重決定一或多條由多個連結構成的代表性發展脈絡，即所謂的主路徑。上述的連結的權重，是以經過次數來反映其傳遞知識的重要性。Pajek 內建提供 3 種權重演算法：search path count (SPC), search path link count (SPLC), search path node pair (SPNP)。本團隊採用 SPNP，因其似乎最完整的模擬知識傳播的情境權重計算方式）[11]。決定主路徑也涉及不同的演算法，Pajek 內建主要 3 種：local search 是從源點（source）或匯點（sink）出發，一階一階的逐步選擇權重最大值的連結而導出主路徑、global search 則是選擇源點到匯點之間所有可能路徑中權重總和最大的路徑、key-route search 則是從權重最大的一或多個連結開始，分別沿 backward 與 forward 方向延伸而發展出主路徑。本團隊 3 種路徑決定方式均有嘗試，發現導出的主路徑大同小異（僅有少數節點不同），而且 global search 的結果似是各種路徑決定方法的「最大公約數」。本團隊因此採用 global search 方法，結果圖 5-2-2 所示。

本團隊需要說明的是，主路徑是將複雜網路予以大幅抽象化、抽離出少數節點的結果。在這樣劇烈抽象化的過程下，其導出演進脈絡的正確性常會引起質疑。學者們無法從數學上證明、多是以其他指標、或是以其和現實情況的對照來佐證其正確或代表性。本團隊以下也採類似的方式（例如對照引用數）來觀察。

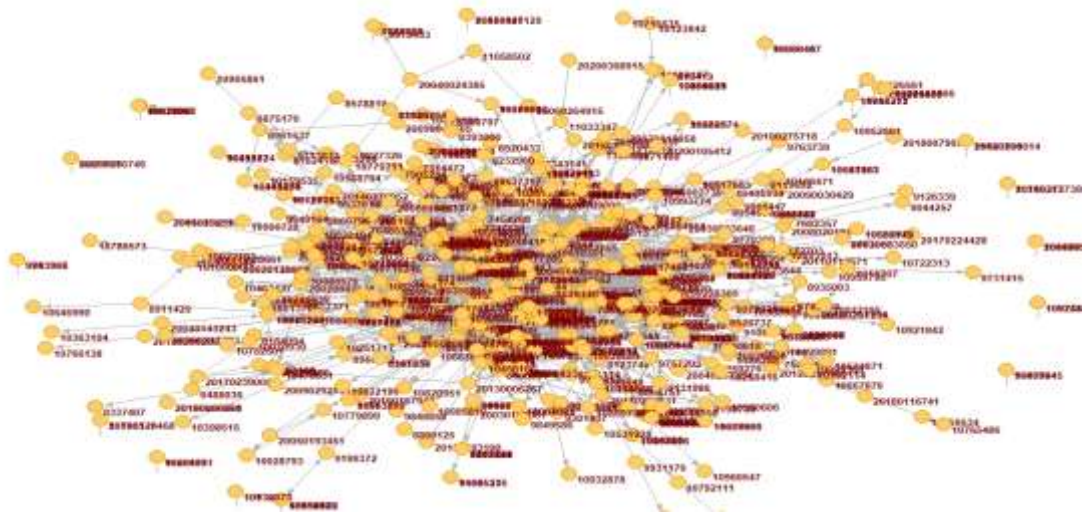


圖 5-7-1 引用網路圖(本團隊繪製)

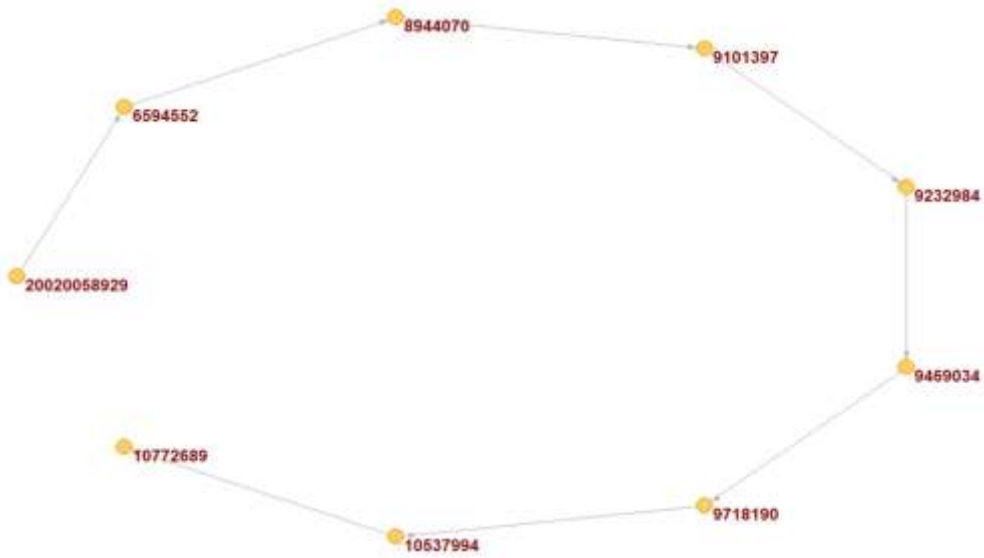


圖 5-7-2 主路徑發展圖(本團隊繪製)

2.技術脈絡分析

使用圖 5-7-2 之路徑發展圖進行脈絡判讀分析並分別將分析結果整理如下。如圖 5-7-3 所示，橫軸表示專利的公告時間，從 2002 年起至 2015 年間相關專利數量不多直到 2015 年起被引用次數及 IPC 分類兩種因素，來初步判斷醫療用手術機器人的核心專利，被引用次數排名前幾名的專利中，以 US06594552B1（2003 年公開，共被引用 947 次，屬於遠端操控及手術系統分類排名第一；US09718190B2（2017 年公開，共被引用 177 次，屬於「人機操作介面」分類）排名第二；US20020058929A1（2002 年公開，共被引用 132 次，屬於「立體信息」分類）排名第三；藉由觀察引用次數高之專利，發現手術機器人發展技術從最初的遠端控制提升至介面信息，推測除了手術部位的變化之外，更需要精準影像及精準醫療的定位需求，詳細資訊可參考本團隊整理技術路徑分析表(表 5-7-1)。

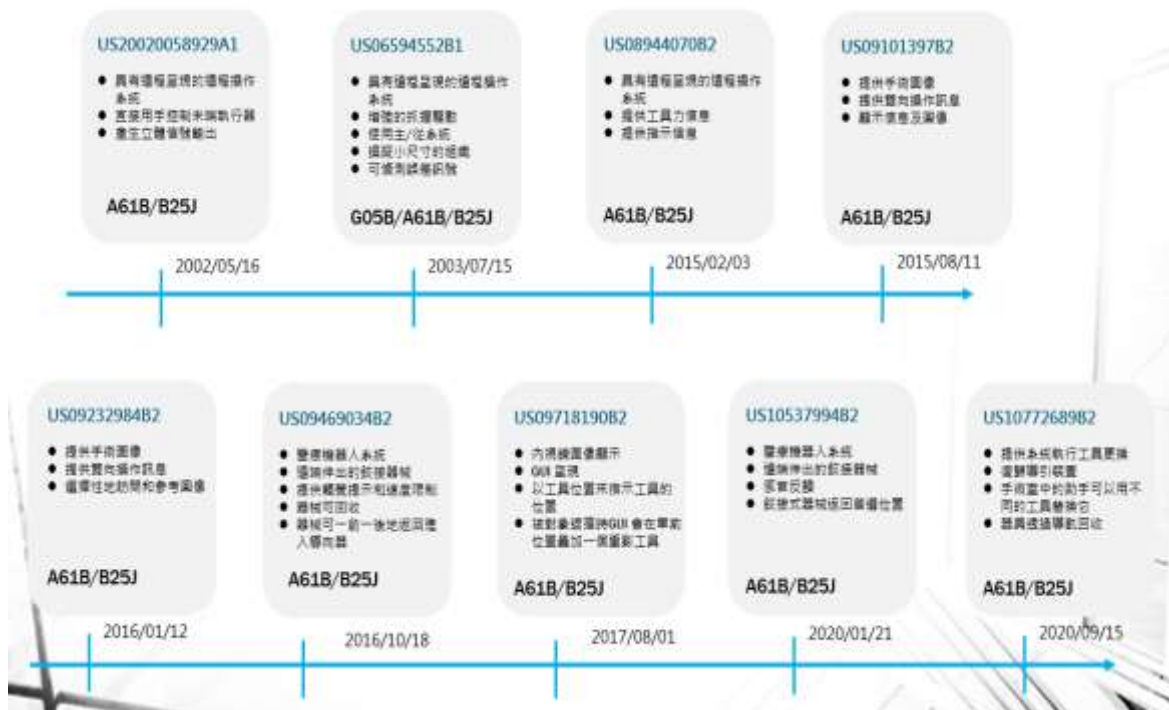


圖 5-7-3 技術路徑脈絡圖(本團隊繪製)

排序	專利號	公開年	累計被引用次數	IPC分類	主要重點
1	US06594552B1	20030715	947	G05B/A61B/B25J	遠程操作,操縱小尺寸的組織 可偵測誤差訊號
2	US09718190B2	20170801	177	A61B/B25J	內視鏡圖像顯示,GUI呈現 可指示工具的位置
3	US20020058929A1	20020516	132	A61B/B25J	遠程操作,立體信號輸出
4	US09469034B2	20161018	50	A61B/B25J	醫療機器人系統,器械可回收 提供觸覺提示和速度限制
5	US09101397B2	20150811	45	A61B/B25J	提供手術圖像,提供雙向操作訊息 顯示信息及圖像
6	US09232984B2	20160112	44	A61B/B25J	提供手術圖像,提供雙向操作訊息 選擇性地訪問和參考圖像
7	US08944070B2	20150203	41	A61B/B25J	遠程操作系統,提供工具力信息 提供指示信息
8	US10537994B2	20200121	4	A61B/B25J	醫療機器人系統,感官反饋 鉸接式器械返回首選位置
9	US10772689B2	20200915	2	A61B/B25J	提供系統執行工具更換,復歸導引裝置 器具透過導軌回收

表 5-7-1 技術路徑分析表(本團隊繪製)

3.主要 IPC 圖例說明

後續團隊將本專案之路徑分析圖所整理主要專利資訊，其分別代表遠端操作、定位信息及不同醫療型態之手術操作方式，本團隊整理成相關 IPC 分類圖示及 IPC 3/4 階說明表如下所示：

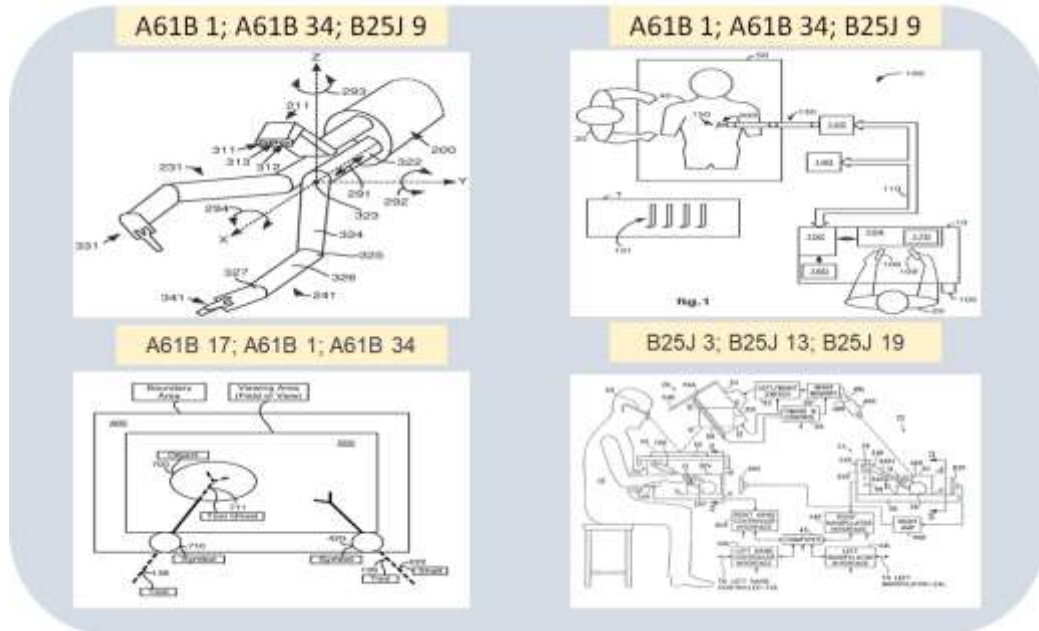


圖 5-7-4 醫療用手術機器人 IPC 示意圖(本團隊繪製)

IPC	內容
A61B 34	計算機輔助手術；特別適合用在手術之操縱器或機器人
A61B 17	外科儀器、設備或方法，例如止血帶
B25J 9	程序控制機械手
A61B 6	用於放射診斷之儀器，例如與放射治療設備相結合者
A61B 5	用於診斷目的之測量；人之辨識
A61B 1	用目視或照像檢查人體之腔或管之儀器，例如內視鏡；其所用之照明裝置
A61B 19	(轉見A61B34/00·90/00)
B25J 19	與機械手配合的附屬裝置，例如用於監控、用於觀察；與機械手組合的安全裝置或專門適用於與機械手結合使用的安全裝置
B25J 3	主從型機械手，即兼有控制單元與被控制單元共同完成相應的空間運動
B25J 13	機械手之控制裝置
G16H 30	ICT專門適用於操作或處理醫學圖像
B25J 11	未列入其他目之機械手

表 5-7-2 醫療用手術機器人 IPC 分類表(本團隊繪製)

陸、專利布局暨產業發展策略與建議

一、專利布局策略與建議

1. 主要專利權人布局分析

隨著科技演進，外科手術已從原本傳統傷口大、恢復慢的開放式手術，進展到創傷小、復原快，但仍無法精確定位與改善醫生操作疲勞的微創手術，直至今日因資訊技術與機器人產業進步而演化成的醫療用手術機器人，除了能解決傳統與微創手術的不足，也能明顯提升手術的成功率。



圖 6-1-1 外科手術技術演進 (外科手術已從傳統開放式、微創進化至手術機器人) (本團隊繪製)

在全球外科手術數量的快速增長，與專科手術需求的帶動下，加上現今社會的精準治療趨勢、新興材料興起，與科技硬體設備的逐漸成熟，使得這類具特殊功能的機器人在導入外科手術的需求持續上升，各界也期望能有更多資源投入研發以加快此一創新技術，實質導入醫療手術場域以做為臨床使用。近年來在各界的努力下，手術機器人已逐步應用於一般外科、泌尿科、骨科、腦科、婦科以及心血管等科別。

手術機器人主要用途為輔助或直接進行手術操作，以用來改良原微創手術所擁有的不足。如以三大主流手術來做區分，其可應用於內視鏡手術、經管手術與骨科手術三大類，而在各類型手術中，手術機器人除能解決原手術不同面向的問題外，目前於市場中也有相對應代表產品(見圖 6-2)。

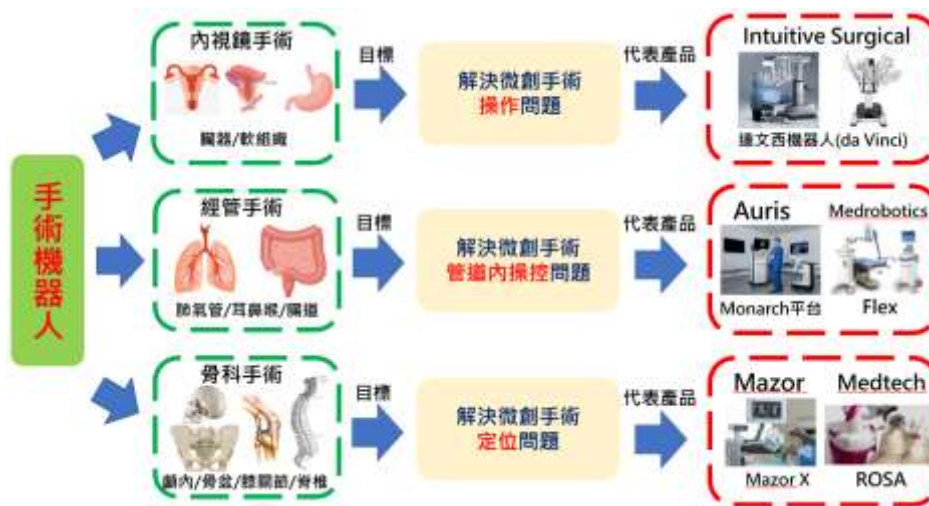


圖 6-1-2 手術機器人應用分類與使用目的(本團隊繪製)

經由團隊於前章節所作之專利分析，綜觀台灣、美國、日本與中國四地區之主要專利權人，除台灣目前尚無明顯指標申請人外，美國、日本、中國皆有其代表性公司已在該國做專利布局，其中，Intuitive Surgical 集團(Intuitive Surgical Operations 與 Intuitive Surgical) 不論於美國、日本或中國皆為最主要專利申請人，約佔各地區總體 20% 之多(中國 11%)，而 Medtronic 公司以併購方式將原為美國第二、日本第四和中國第三大的 Covidien LP，以及擁有關鍵開脊椎手術技術且為手術機器人市佔率第四名的 Mazor Robotics 購入；此外，Johnson & Johnson's 也以收購 Verb Surgical、Ethicon 與以柔性機器人馳名的 Auris Robotic 來進入醫用機器人競爭市場。於此，我們將針對上述三大公司及其併入之關鍵公司做逐一介紹：

(1) Intuitive Surgical 集團(Intuitive Surgical Operations 與 Intuitive Surgical)

Intuitive Surgical 為全球商業化最成功的手術機器人公司，技術領先各界，且居市場主導地位，其市占率截至今年約佔全球手術機器人市場 75.3%，幾近壟斷市場，並以系統研發生產商作為其商業模式。其中，公司最知名且主要的產品為達文西機器人(da Vinci)，至今已有五種不同世代，應用領域橫跨泌尿、婦產、一般外科等各大科別，然以其泌尿外科手術最具優勢。目前 Intuitive Surgical 在全球和美國擁有了 3000 多件專利與授權，於布局中建構了一定程度的專利壁壘。然而，近期由於公司早期專利 20 年保護期已逐漸到期(如 ROM/COM 專利)，達文西機器人以遙控型態為主(需醫師同步操控)，且其系列機器人如於第五代 da Vinci X 以前皆無力回饋功能，在此現象下，雖然 Intuitive Surgical 目前仍居於龍頭地位，但也代表著潛在競爭者仍有進入市場的新契機。

(2) Medtronic 公司

Medtronic 為全球最大醫療器材公司與前五大骨科公司，擁有心血管產品、微創治療、糖尿病與修復治療等事業部門。為強化其微創醫

材領域和發展手術機器人產業，Medtronic 於 2015 年與 2018 年底先後收購了醫療設備大廠 Covidien LP 與脊椎手術機器人領導廠商 Mazor Robotics。在完成公司整併後，Medtronic 將其 Stealth 導航軟體系統整合至 Mazor 公司的產品 MazorX，除推出新的 MazorX Stealth Edition 改良原產品的不足外，也增加遠端醫療管理服務(MCMS)做為未來遠距醫療之市場布局。此外，Medtronic 還自行研發了腹腔手術機器人(Hugo)，並於 2020 年二月收購了 Digital Surgery，以擴增其系統對於 AI、AR 技術的臨床影像分析與電腦視覺數位化手術功能。

(3) Johnson & Johnson's 公司

如上述 Medtronic，同為全球前五大骨科公司的 Johnson & Johnson's (也為全球第二大醫療器材公司)為跨足骨科手術機器人以其子公司 Depuy Synthes 於 2018 年從 Orthotaxy(軟體公司)收購 Velys 數位輔助手術平台(用於 Attune 全膝關節系統)，並於 2019 年再次由旗下公司 Ethicon 以 34 億美元收購以柔性機器人(如:可透過支氣管鏡進行活檢的可撓式機器內視鏡 Monarch 平台)著稱的 Auris Health 公司，用來共同推展醫療用機器人研發。而在收購兩家公司後，為擴大經營手術機器人市場，同年年底 J&J 又再買下原與 Verily 公司共同持有的醫療手術新創 Verb Surgical 的其餘股份，取得該公司完全主導權 (Verb Surgical 原為 Alphabet 旗下生科子公司 Verily 與 J&J 旗下 Ethicon 公司在 2015 年底所共同成立，原目標是結合機器學習與先進資料分析等新技術來開發次世代手術工具)。由上述動作可知，近年來 J&J 正積極進行手術機器人市場與專利布局，不但明顯跨足柔性機器人領域，也藉由獲得 Velys 系統的脊椎鑽孔以及數位輔助平台專利技術完善了公司對於人工關節與脊椎手術的布局。

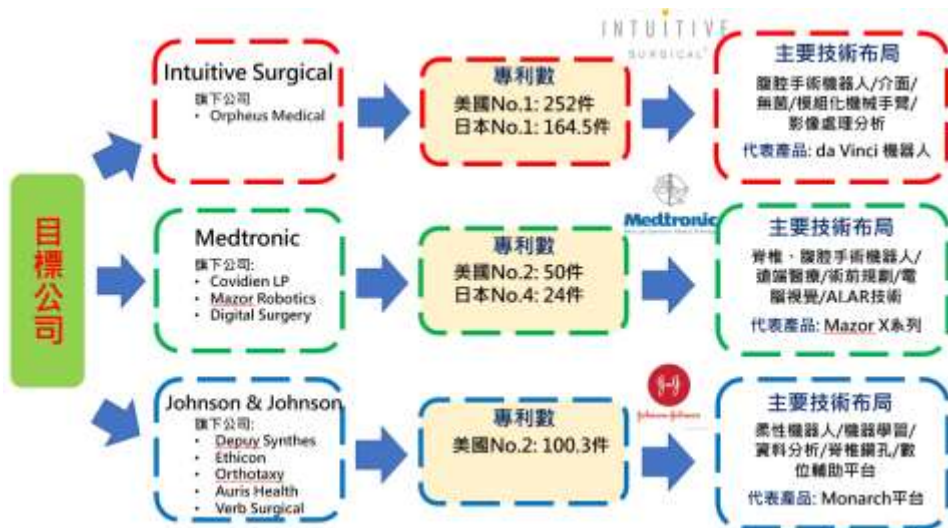


圖 6-1-3 醫療用手術機器人三大主要專利權人與其技術布局(本團隊繪製)

*註 1: Verb Surgical 於團隊專利分析中為美國第三大專利申請人；Ethicon 為美國第六大專利申請人

*註 2: 於 2016 年 Auris 公司已以 8,000 萬美元收購 Hansen Medical，用以開發 Sensei 心血管手術機器人

*註 3: 由資料可知，三大主要專利權人分別朝向不同應用的機器人(腹腔/脊椎/柔性)做技術布局

然而，除上述三大公司外，國際上還有許多積極布局手術機器人市場的公司，如 CMR Surgical、Medrobotics 和 TransEnterix，以及其他知名收購案，像是 2013 年 Stryker 以 16.5 億美元收購 Mako，2016 年 Zimmer Biomet 以約 1.32 億美元收購法商 Medtech ROSA，以及 2016 年 Smith & Nephew 以 2.75 億美元收購 Blue Belt Technologies 等。以目前全球醫療科技產業的現況觀察，整併潮的現象似乎仍持續擴大。然而，這正反映手術機器人市場的方興未艾而企業正藉由購併方式快速布局，如企業間發覺彼此產品關鍵技術或市場也許存在互補可能，並且有時有相同發展方向與目標，使其間產生合併想法，亦或達成合作壟斷通路的策略布局。以技術角度觀之，國際大廠透過整合現有核心技術，如硬體設備與導航系統結合、亦或是合併可兼容的醫療耗材與手術器械；後進廠商則朝向模組、微型化機構設計(如: 輕量化、模組化、懸吊式) 與開發新關鍵零組件使市場中已有產品更優化，以解決臨床痛點和各廠牌間的設備相容性。如此，在企業整併後，國際大廠可從一開始的器材開發設計、演算法以至最後階段的系統整合應用，由上而下築起技術門檻，並藉由持續與外界整併、同盟鞏固競爭力，使公司朝向跨領域、跨市場的未來發展。

2. 全球手術機器人專利現況與台灣之優勢與機會

(1) 專利市場群雄「併」起，「導航」開創新藍海

近年來，由於精準醫療趨勢席捲全球，在新興材料興起與科技機械設備逐漸成熟的條件下，全球外科對於手術機器人需求激增，市場上廠商眾多，競爭激烈，產業正處於快速成長階段。藉由觀察主要專利權人可發現，目前市場中三大龍頭分別朝向不同大方向應用的機器人(腹腔/脊椎/柔性) 做技術布局，且除 Intuitive Surgical 在手術機器人領域有較長期耕耘外，其餘兩者皆屬於新進跨領域嘗試，整體專利版圖尚未定型，另各大廠仍在進行整併，呈現群雄積極搶佔市場局面。再者，隨著科技數位化發展浪潮，細觀各大企業進行收購公司之性質可發覺，近年各大廠紛紛轉往影像導航技術結合手術機器人研發，藉由加入人工智慧輔助以強化系統功能，製造有別於以往的傳統機器人，用以突破原產業邊界以創造產品新附加價值與差異化，開創新潛在市場空間。

(2) 台灣尚無明顯指標申請人，應有布局機會

相較於美國、日本與全球其他熱門手術機器人發展國家，到目前為止，台灣仍然沒有明顯且大幅領先各界的指標專利申請人，且相關專利累計申請量也遠不及美國、日本和中國(截至 2021 且不含 18 個月未公開件數，台灣共 52 件，美國共 1,273 件，日本共 610 件，中國共

889 件)，與其他領域相比，手術機器人在台灣還屬於一新興產業，投入該技術發展的專利權人目前也仍為小眾(產業界較知名僅鈺隼、炳碩等公司，也因尚未成為布局熱區，布局國家少，因此申請人大多以當地人為主)。然而，隨著台灣總體環境成長以及醫療、機械研究水平提升，由技術生命週期觀之，相較以往，近年來相關專利不論件數與申請人數皆有快速成長，技術將正式邁入「成長期」，成長勢態逐漸明顯，且在政府大力推廣「精準健康大產業」與「五加二-亞洲·矽谷方案」的政策下，國內「產、學、研」皆開始投入此領域發展，而相較他國，台灣本地人於台灣也已有較早布局。因此，在政府智慧醫療政令推廣與各界合作努力下，相信台灣將是個適合手術機器人新技術進一步研發，以及潛在發明人進場布局的國家。

(3) 台灣半導體、資訊電子製造與 IT 產業領先全球

過去數十年間台灣的科技產業一直處於領頭羊的領先地位，其中尤其以半導體、資訊電子製造與軟體業發展最為快速，加上前述近年所推行之「精準健康大產業」、國際間公司併購情形與團隊所整理之數據資料中台灣手術機器人相關專利近三年開始出現如 G06T、G16H 等與影像資料處理、資通訊技術相關之新分類號，判斷數值運算與精確定位於精準醫療中扮演關鍵角色，而其衍生出關於預測判斷與影像導航系統對於機器人與輔助裝置有絕大助益。此外，由於台灣具備完整機械元件製造與 ICT 科技產業的高研發能量，當搭配委託開發與製造服務 (Contract Development and Manufacturing Organization, CDMO) 做系統整合後，將使台灣對於新導航技術有絕對優勢。換言之，臺灣具備手術機器人的完整基礎，但可能最欠缺的是整合這些個別技術的跨領域系統。

3. 台灣手術機器人專利規劃與布局策略

(1) 釐清目標與考量關鍵技術

在進行專利布局時的首要條件即為找出目標題目中最關鍵的核心技術，根據團隊於第二章繪製的技術魚骨圖將手術導航機器人定義，區分為「導引設備、影像定位、座標定位、人機介面、手術系統」五大技術分類；而依技術功效矩陣圖可得，在手術機器人專利中，主要以「手術系統」為主、「人機介面」次之，「導引設備」為其三，而此三項技術分類項下，技術可達成之功效進行觀察時，又以「輔助信息」的專利最多、「產生影像」居次、「遠程操作」則為第三名。當再使用路徑技術脈絡分析來初步判斷醫療用手術機器人的核心專利，可發現 US06594552B1 (2003 年公開，共被引用 947 次，屬於遠端操控及手術系統分類排名第一)；US09718190B2 (2017 年公開，共被引用 177 次，屬於「人機操作介面」分類，排名第二)；US20020058929A1 (2002 年公開，共被引用 132 次，屬於「立體信息」分類排名第三) 為目前手術機器人中最關鍵之三項技術。

(2) 擬定策略，評估可用資源，整合上下游夥伴

當確立核心專利後，可開始規劃策略並評估可用資源。經分析專利脈絡與主路徑可知，技術的演進由遠端控制提升至介面信息，以及由技術功效矩陣可推出值得深入研究的方向為「結合人機介面與產生精準影像信息之手術機器人系統」。然而，由於企業資源有限，要如何擴大資源使用來開發技術，並完成布局專利為一關鍵議題，因此，針對市場與評估自身能力與專長即為一關鍵因素，以台灣擅長機械製造與資通訊產業的角度考量，較適合研發以人工智慧導航(術前規劃，評估並模擬設計手術方案)與 AR/VR 技術(基於影像數據重建患者器官圖像)為主的跨域整合平台，此外，由於擁有達文西機器人的 Intuitive Surgical 一直以來缺乏力回饋與觸覺感知相關專利以及廣大的軟組織/器官手術市場(可降低損傷器官風險)，也不外乎是一創新研發選擇。關於布局模式，根據瑞典 Chalmers 大學 Ove Granstrand 教授所提出之六種專利布局模式，團隊認為應選取專利圍牆 (fencing)，包繞式專利布局 (surrounding)，亦或是組合式專利布局 (combination) — 在市場中已有主幹專利佔有的情況下，以專利家族的概念著力於彈著點 (專利布局)，或以再發明策略在既有專利上作進一步改良(包繞式專利布局)，亦或結合再發明與迴避設計，找出重要彈著點將其保護，防止他人再以迴避繞過(組合式專利布局)，經由製造迴避專利障礙，建立自我特色(設計繞過達文西機器人相關專利，也可針對軟硬體組織，構築專利障礙)。而在專利取得方法上，除透過自行與合作開發方式，也可藉由作價投資、技轉買賣、讓與與成立技術標準專利聯盟的方式獲取實施。如此，後進廠商除可以遊走於對手眾多且競爭激烈的紅海市場，也可藉由整合上下游夥伴，經跨域合作與整併，發展如通用型多功能導航機器人等新興產品，開創新藍海。結合以上學理上的專利布局考量，本團隊認為針對軟硬體組織這類以特定應用為訴求或是多功能型的手術機器人，既可迴避既有業者的專利壁壘、也可以建立自我特色，應是我國廠商可以思考的可行方向。

(3) 探究各國審查基準，走向國際(遠程目標)

對於台灣本土企業，應先將世界各大潛力市場如美國、日本、中國與歐洲等審查基準研究透徹，進軍國際，然而，該申請哪些國家還是須以自身產品屬性與市場而定。當從台灣的角度出發，分析競合關係，鈦隼生技在手術機器人領域擁有最多專利，而川崎重工業雖為台灣第二大申請人，但由於其在日本為第七大專利權人，相較台灣公司較具規模，因此，後進廠商與發明人可考慮與其進行整合結盟搶攻國際。就手術機器人於亞洲市場而論，亞洲四個主要經濟體除了日本以外，韓國對於此領域布局不深，而申請量龐大的中國企業卻完全未出現於主要申請人中，因此，就此產業而言，在亞洲，台灣似乎有與日本一搏的機會。當放眼國際，日本以光學影像起家的 Olympus 則為最主要亞洲申請人(專利總數於日本、中國排行第二，美國第四)，而 Kawasaki Jukogyo 則以國際市場為重，致力於開展全球布局(美國第七，但日本未進前十)。就申請方式而言，團隊建議公司可以申請美國臨時案(Provisional Application for Patent)為手段搶佔最早的申請日(因費用便宜、手續快速且簡易)，在企業觀察產品的市場需求與價值後，可

在 12 個月內將其轉為正式申請案，並以國際優先權申請台灣專利與專利合作條約(PCT, Patent Cooperation Treaty) (用以進入 PCT 會員國)專利。當提出 PCT 申請、取得國際申請日後，公司則有 30 個月進行全球市場潛力研究，在經過充分評估、選定國家後，則可進入國家階段申請審查，正式跨足國際市場。

二、 產業發展策略與建議

1. 產業發展可行性分析

(1)台灣手術機器人產業發展之優勢與機會

A.台灣醫療品質高，具國際水準

台灣醫學研究水準及健保制度，獲得全球高度肯定，2000 年英國經濟學人雜誌「世界健康排行榜」臺灣名列全球第二；2007 年瑞士洛桑管理學院「世界競爭力評比」，臺灣醫療保健基礎建設列全世界第 13 名；2005 年諾貝爾獎得主克魯曼認為臺灣成功經驗值得美國參考學習^[12]；而台灣精準醫療相關企業雖多屬中小型創新公司，然其具備高研發能量，亦備受國際關注；整體而言，台灣在醫療研究與器材研發領域，極具潛力及機會，對手術機器人開發而言，亦相當有前景。

B.台灣機械設備產業及 ICT 科技產業具高研發能量

隨著 5G、AI、IoT 等新興科技興起，醫療器材朝向智慧化發展，而台灣機械產業及 ICT 產業實力堅強，在國際間享譽盛名，具高度競爭優勢。手術機器人係結合醫療、機械與資訊技術的高科技產物，台灣在該些產業之穩健基礎下，有能量研發出高品質手術機器人產品。

C.智慧醫療概念潮流席捲全球，政府推出五加二政策支持

智慧醫療是世界的潮流，也是國家現階段重要的健康資訊政策^[13]，因此，政府五加二產業創新政策中將此議題方別納入「亞洲·矽谷方案」及「生醫產業創新方案」規劃，以提升台灣人民健康福祉及生醫產業之競爭力。

D.台灣、日本等亞洲國家人民對手術機器人接受度高

根據 Transparency Market Research 報告調查^[9]及本團隊訪問鈦隼生技公司陳階曉醫生得知，亞洲國家對於手術機器人之接受度較歐美國家大，尤其台灣及日本對於人民健康水準及醫學發展相當重視，在手術機器人之使用率又相較其他國家高。

(2)台灣手術機器人產業發展之問題與挑戰

A.醫療、機械及資訊科技跨域整合能力

醫療用手術機器人是集合醫療、機械與資訊科技的結晶，因此在開發上需要各技術領域人才的合作，然而上揭領域各自專業程度相當高，在資訊隔閡之情況下，溝通不易，難以研發。

B.國際大廠已插旗主要市場，台灣缺乏海外出海口

國際知名醫療用手術機器人廠商如 Intuitive Surgical、Johnson&Johnson 及 Medtronic 等，已於全球醫療市場布局多年，且近年又多以併購模式取得專利技術並擴大市場版圖；相對來說，台灣手術機器人企業規模較小，品牌知名度不如國際大廠，再加上研發資金有限，技術發展進程緩慢，難以與國際接軌，在市場競爭上趨於劣勢，生存不易。

C.數位醫療法規變革緩慢，限制醫療用手術機器人產業發展

隨著數位科技興起，AI、大數據分析、視覺化等技術正逐步與醫療緊密結合，帶動了智慧醫療產業化的發展；然而，因新醫療器材之不確定性風險相當高，政府在堅守醫療安全之前提下，數位醫療相關法規修頒腳步緩慢，造成醫療法規無法立即依市場需求與時俱進，限制了相關產業的發展。

D.醫院導入醫療用手術機器人之高建置成本問題

醫療用手術機器人雖然能提高手術執行精準度，並降低醫生在手術執行上耗費之精力，惟手術機器人價格不菲，台灣各醫療機構在經費有限，又有多項醫療設施與服務項目須投入之情況下，資金很難優先規畫給醫療用手術機器人之引進使用，再加上台灣醫療體制受政府高度管制，亦會限制醫療科技產品之導入，阻礙了醫療用手術機器人在台灣醫療機構應用發展之速度。

E.缺乏完善的測試驗證場域及機制

醫療器材臨床試驗程序一向是醫療器材開發之大關卡，而台灣目前醫療器材驗證場域設置並不是很完善，又如醫療用手術機器人結合了醫療、機械與資訊科技等多項領域之醫療器材，在研發與測試過程中，不易獲得臨床醫師即時回饋，造成各領域技術配合上相當困難，開發時程冗長。

2.以產業分析工具評估台灣手術機器人產業發展可行性、風險暨策略研擬

(1)PEST 分析

PEST 分析工具是透過分析總體環境中政治(Political)、經濟(Economic)、社會(Social)與科技(Technological)等四大因素，提供產業或公司了解其所處之總體環境是否有利於其發展，經蒐整台灣醫療用手術機器人產業之相關政策、環境經濟因素、社會需求及科技發展狀況，分析列示如下表：

台灣醫療用手術機器人產業 PEST 分析		
P 政治	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 五加二-亞洲·矽谷方案，計畫結合 AI、5G 與 IoT 技術，協助企業(包含醫療產業)介接創新研發能量，以提升企業產能與附加價值。 ✓ 五加二-生醫產業創新方案，計畫建置台灣成為亞太生醫研發產業重鎮，打造完善生態體系，整合在地創新聚落，連結國際市場資源，藉以促進台灣生醫產業 	支持度高
E 經濟	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 台灣醫療投入預算逐年攀升 ✓ 台灣各醫療機構在經費有限，又有多項醫療設施與服務項目須投入之情況下，資金很難優先規畫給醫療用手術機器人之引進使用 	支持度持平
S 社會	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 智慧醫療潮流興起 ✓ 台灣人民對手術機器人接受度高 	支持度高
T 科技	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 台灣醫學研究水準高 ✓ 台灣機械設備產業及 ICT 科技產業具高研發能量 	支持度高
綜上評估，台灣總體環境對醫療用手術機器人產業支持度高，有利於該產業之發展。		

表 6-2-1 PEST 分析(本團隊繪製)

(2)五力分析

五力分析模型係麥克波特於1979年提出，主要用於產業競爭環境分析，幫助相關業者了解產業競爭強度與獲利能力，經蒐整醫療用手術機器人同業廠商(如表 6-2-2)、上下游產業鏈(如圖 6-2-3)、類似技術及同功效產品等，分析如下圖 6-2-1：



圖 6-2-1 五力分析(本團隊繪製)

整體而言，目前醫療用手術機器人廠商眾多，競爭激烈，然而隨著醫療器材數位化趨勢興起，醫療用手術機器人產業正處快速成長階段，仍有相當大之發展空間，生存風險普通偏高。

(3)國內外手術機器人業者

類別	國籍	手術機器人業者	手術科別	產品名稱	註
[國內] 現有相關產業發展盤點	台灣	鈦隼	腦外	腦部手術導航 機器人 「NaoTrac」	
	台灣	炳碩	脊椎/骨科	智能骨科微創 手術機器人輔助系統	
	台灣	瑞鈦	脊椎/骨科	AnataseSpine Navigator 脊椎 手術導航	
	台灣	上銀	腹腔微創	內視鏡扶持機 械臂	
[國際] 腹腔手術 機器人	中國	天津大學	普通外科、泌 尿外科、婦 科、心胸外科	妙手S	
	日本	Medicaroid	前列腺癌手 術，未來擴展 到消化器官和 婦科	hinotori	
	韓國	Meere	膽囊/前列腺 切除	REVO-I	
	美國	Intuitive Surgical	一般外科/泌 尿科/婦科	Da Vinci X	
	美國	Asensus Surgical	一般外科/泌 尿科/婦科	Senhance	原名TransEnterix
	英國	CMR Surgical	一般外科/泌 尿科/婦科	Versius	
	瑞士	Distalmotion	一般外科/泌 尿科/婦科	Dexter	
[國際] 肺部活檢/ 心血管手術 機器人	美國	Johnson & Johnson	肺部活檢	Monarch平台	原為 Auris 技術，被 Johnson & Johnson 集團 收購
	美國	Intuitive Surgical	肺部活檢	Ion 腔內系統	
	美國	Siemens	經皮冠狀動脈 介入治療 (PCI)/外周血 管介入治療 (PVI)	CorPath200	原為 Corindus Vascular 技術，被 Siemens 集團 收購
[國際] 自然腔道 手術 機器人	美國	Medrobotics	耳鼻喉科/一 般外科 /泌尿科/婦科	Flex	
	美國	Intuitive Surgical	耳鼻喉科/泌 尿科	da Vinci SP	
	美國	Memic Innovative Surgery	切除子宮、輸 卵管、卵巢囊 腫	Hominis 系統	
[國際]	英國	Renishaw	腦部	NeuroMate(立 體定向/無框	

類別	國籍	手術機器人業者	手術科別	產品名稱	註
腦部 手術 機器人				立體定向)	
	美國	Zimmer	腦/脊椎/全膝 (單)	ROSA Brain/ ROSA One Brain	原為法國 Medtech 技 術，被美國 Zimmer 公 司收購
	中國	北京柏惠維康科技	腦部	RM-100/RM- 200	
	中國	華志醫療	腦部	CAS-R-2	
[國 際] 脊 椎 手 術 機 器 人	美國	Medtronic	脊椎/腦	Renaissance	原為以色列 Mazor 技 術，被美國 Medtronic 公司收購
			脊椎	MazorX Stealth Edition	
	美國	Zimmer	腦/脊椎/全膝 (單)	ROSA Spine	原為法國 Medtech 技 術，被美國 Medtronic 公司收購
	美國	Globus Medical	脊椎	ExcelsiusGPS	
	德國	BrainLab	脊椎	Cirq	
	韓國	Curexo	脊椎	CUVIS-spine	近期新進入業者
	奧地 利	Interventional Systems	脊椎	Micromate	近期新進入業者
	中國	北京天智航	脊椎、骨盆及 四肢骨折	天璣	近期新進入業者
[國 際] 關 節 置 換 手 術 機 器 人	美國	Strker	膝關節(單)/髌 關節	Rio	原為美國 Mako 技術， 被美國 Strker 公司收購
	美國	Think Surgical	膝關節/髌關 節	TSolutionOne	
	英國	Smith & Nephew	單髌/全膝關 節	NavioPFS	原為美國 Blue belt 技 術，被英國 Smith & Nephew 公司收購
				Cori	
	德國	OMNIlife science	膝關節	OMNIBotics	
	美國	Zimmer	腦/脊椎/全膝 (單)	ROSA膝關節	原為法國 Medtech 技 術，被美國 Medtronic 公司收購
美國	DePuy Synthes	膝關節	VELYS		
[國 際] AR/ 圖 像 引 導 之 骨 科 手 術 輔 助 系 統	以色 列	Augmedics	脊椎	Xvision	
	法國	Pixee Medical	膝關節	Knee +	
	美國	Surgical Planning Associates (SPA)	全髌關節置換	HipInsightAR 系統	
	美國	SeaSpine	脊椎/腦部	MvIGS影像導 航	原為加拿大 7D surgical 技術，被美國 SeaSpine 公司收購

資料來源：ITIS 2021 手術機器人產業趨勢與市場商機研討會簡報資訊^[14]，本團隊整理

表 6-2-2 國內外競爭廠商(本團隊繪製)

(4)SWOT 及策略

SWOT 分析及策略矩陣模型係透過分析標的物自身之優劣勢(S、W)極其身處環境所面臨之機會(O)與威脅(T)，釐清目前產業之內外部狀態，後續再使用四個因素交錯分析，制定應對策略與行動方向，茲針對台灣醫療用手術機器人產業進行目前內外部狀態分析，並提出對應之策略，列示如下表 6-2-3：

	S 內部優勢 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 台灣醫療品質高 ✓ 台灣機械設備產業及 ICT 科技產業具高研發能量 ✓ 政府推出五加二政策支持 	W 內部劣勢 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 台灣目前尚無指標廠商 ✓ 跨域整合人才不易找尋 ✓ 數位醫療法規變革緩慢 ✓ 缺乏完善測試驗證場域及機制 ✓ 醫院導入醫療用手術機器人之高建置成本問題
O 外部機會 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 智慧醫療潮流席捲全球 ✓ 亞洲國家對手術機器人接受度高 	SO 策略 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 業者應持續提升研發技術與系統整合能力 ✓ 緊跟國家發展政策，規劃醫療用手術機器人開發計畫 	WO 策略 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 培育手術機器人開發應用之數位醫療人才 ✓ 加速醫療器材法規變革 ✓ 打造手術機器人測試驗證場域與機制 ✓ 制定醫療用手術機器人導入策略與經費規劃
T 外部威脅 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 國際大廠已插旗主要市場，台灣缺乏海外出口 	ST 策略 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 產業間跨域整合 ✓ 以使用者為導向，發展創新商業模式，提高台灣手術機器人產業之附加價值與差異化 ✓ 積極開發藍海市場 	WT 策略 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 進行產業變革 ✓ 退出市場

表 6-2-3 SWOT 分析(本團隊繪製)

(5) 藍海策略分析

藍海戰略(Blue Ocean Strategy)係金偉燦和勒妮·莫博涅於 2005 年提出，相較於既有廠商眾多且競爭激烈之紅海市場，藍海市場係競爭者稀少或尚未出現之不完全競爭的市場，在此市場中，業者可以重新設計產業景框，制定突破傳統產業邊界之策略路線，以創造新的市場空間。

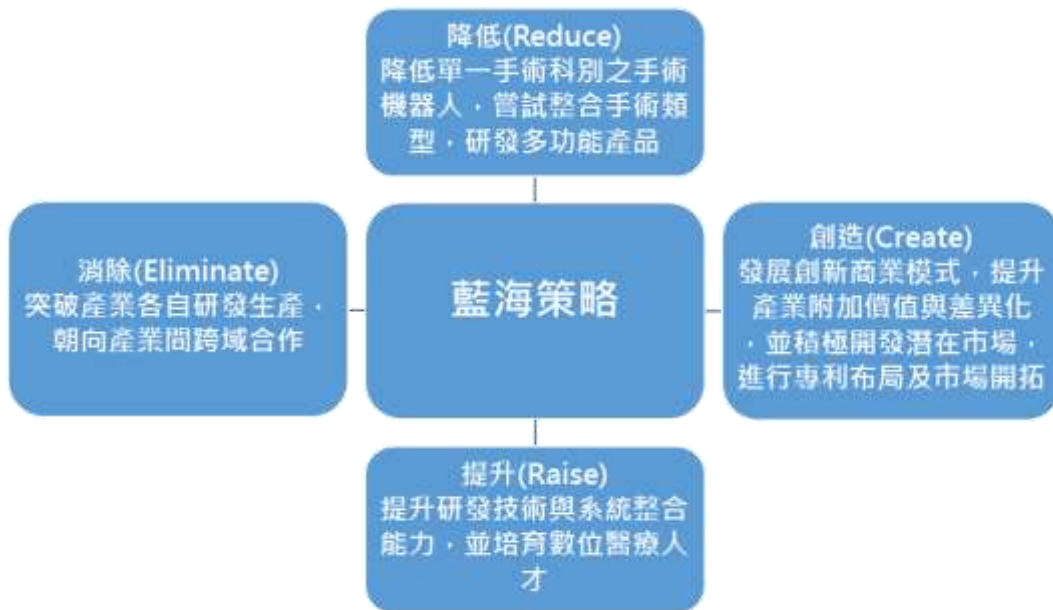


圖 6-2-2 藍海策略分析(本團隊繪製)

3. 台灣手術機器人產業鏈全景圖暨競合策略研擬



圖 6-2-3 台灣醫療用手術機器人產業鏈全景圖(本團隊繪製)



圖 6-2-4 建立台灣醫療用手術機器人產業聯盟推動方案(本團隊繪製)

本團隊盤點台灣醫療用手術機器人產業上中下游能量後，繪製產業鏈全景圖(如圖 6-2-3)，並研擬產業聯盟推動方案，建議在政府五加二產業創新政策及生技產業發展條例支持下，手術機器人開發製造商及 CDMO 生技代工廠商能應用台灣現有之產業優勢，成立手術機器人產業聯盟，結合不同業者進行跨域合作，攜手國際，開拓藍海。

4. 台灣手術機器人產業突破方向與策略建議

(1) 持續提升研發技術與系統整合能力

近期醫療用手術機器人順應醫療器材數位化之潮流，結合 AI、視覺化、導航等科技發展，而隨著科技持續進步，醫療用手術機器人之技術含量將會越來越高，功能亦越趨多元，建議台灣醫療用手術機器人業者持續提升自身研發技術及系統整合能力，強化手術機器人操作性能，俾利在科技快速發展下，保有產品競爭力；此外，目前手術機器人類型仍以手術科別各自研發，未來業者可嘗試整合手術類型，開發多功能之醫療用手術機器人。

(2) 培育手術機器人開發應用之數位醫療人才

隨著醫療器材數位化，對於數位科技人才的需求提升，而手術機器人係結合了多項技術的高端醫療器材，需要大量高水準之醫療人才、機械領域人才、資訊科技人才及使用操作人才，建議政府、學界及相關企業可以策劃上述人才之培育與招攬計畫，俾利台灣醫療用手術機器人產業之發展。

(3) 加速醫療器材法規之變革

隨著科技發展及人民生活水準提升，醫療器材產品將越來越新穎，應用範圍更加廣泛，惟相關醫療法規未能跟上技術發展之腳步，阻礙了醫療器材相關產業之發展，建議政府可以參考醫療法規較為完善之國家(如美國、歐盟等)立法經驗，並進行本國醫療器材相關法規之編修，另相關業者亦須在法令變革過程中，加速採取相對應之應變措施。

(4) 打造手術機器人測試驗證場域及機制

由於醫療器材產品操作涉及醫療風險，故在產品上市前需經嚴格測試與審核流程，層層把關，並且花費大量時間，因此許多醫療先進國家設立醫療產業之測試驗證場域及機制，減少醫療器材技術創新上之阻礙，建議政府參考國外醫療先進國家之案例，針對醫療手術機器人等醫療器材規劃完整之測試驗證場域及機制，俾利研發業者能獲取即時回饋，並進行產品改良與修調，促進台灣手術機器人新創技術之發展。

(5) 緊跟國家發展政策，規劃醫療用手術機器人開發與導入計畫

醫療是台灣相當重視之議題，不只關係著人民的健康水準，亦牽動著國家經濟活動發展，因此行政院推出五加二產業創新政策-亞洲矽谷方案及生醫產業方案，計畫加速醫療數位轉型，並形成醫療生態系，台灣醫療用手術機器人業者應緊跟政策潮流，與政府、學界及研究機構多方合作，提升研發與銷售之機會；此外，亦建議政府與醫療機構規劃醫療用手術機器人導入計畫及經費，以提升台灣醫療用手術機器人之普及率。

(6) 產業間跨域整合，並以使用者為導向，發展創新商業模式，提高台灣手術機器人產業之附加價值與差異化

醫療用手術機器人係醫學、機械及資訊科技綜合下之產物，而台灣機械產業及資訊科業產業研發能量雄厚，建議產業間跨域合作，善用自身強項，補足產業價值鏈缺口之含量。此外，未來醫療產業趨勢將朝向以使用者為導向發展，建議手術機器人業者可以與下游應用端合作(如醫院、保險業、研發機構等)，串聯前後端生態鏈，往創新商業模式發展，提供手術機器人新穎解決方案與服務，創造屬於台灣手術機器人產業之特色，以提高整體產業之附加價值與競爭力。

(7) 積極開發藍海市場

目前醫療用手術機器人市場集中在歐美國家與日本，近年中國亦有興起之趨勢，而東南亞國家(如印度、泰國、越南等)及其他開發中國家仍有很大之市場商機，建議台灣醫療用手術機器人業者可以搶先進入藍海市場，提早進行專利布局及市場開拓，取得先進入者優勢。

柒、 結論

科技日新月異，然而，醫療一直是互古存在的需求。醫療機器人的產生，讓醫生可以遠離手術臺，並透過操縱機器進行手術，使醫生在手術過程中，可以減少疲勞、手抖造成之手術風險，且能預防高危險手術之疾病傳染疑慮；不僅如此，在近幾年新興科技-智慧化手術規劃及導航系統之輔助下，讓手術精準度有效提升，患者之手術創傷面積也能縮小，恢復時間加快，感染風險亦較低，是近年來醫學領域突破相當大的醫療工具。

綜觀全球（此處全球專利為台灣、中國、美國、日本、歐洲及 WIPO 之公開與公告專利）發展趨勢，於 2000 年處於萌芽期，2008 至 2016 年為快速成長期，於 2016 年後稍顯疲態，市場發展及市場布局處於成熟期。本團隊深入美國、日本、中國及台灣專利細看：美國專利於 2000~2010 年間申請數量較為穩定，每年申請數量約在 25 件上下，並在 2012 年專利申請數量開始大幅增長，2015 年後每年專利申請數量接在 100 件以上，而 2016 年專利申請數量達到最高點 163 件，自 2016 年後專利申請數量方才趨緩；日本專利於 2003~2010 年間申請數量有逐步上升趨勢，並在 2012 年專利申請數量開始大幅增長，2015 年後顯著攀升，2020 年專利申請數量達到最高點 89 件；中國專利於 2012 年開始大幅增長，並在 2017 年專利申請數量達到最高點 128 件，2016~2018 年申請數量稍有趨緩，2019 年再次走升；而台灣專利件數較少，但亦呈現緩步向上趨勢，但相對於美國及日本，台灣於此產業之布局尚在萌芽期，或許因為市場過小、研發量能不足，並未受到重視，故尚未成為專利布局熱區。

主要申請國別，美國專利主要申請國別依序為美國、日本及德國；日本專利主要申請國別依序亦為美國、日本及德國；中國專利主要申請國別依序為中國、美國及日本；而台灣專利主要申請國別依序為台灣、美國及日本。可明顯看出於此領域，美國申請人（企業）有明顯的強烈布局企圖，甚至在日本專利尚且超越日本申請人，台灣的部分，除技術仍在早期發展外，相較於美國、日本等地，台灣對於醫療用機器人此種新興產業發展市場可能相對較小，也因而還未吸引較多國際申請人進入布局（除了日本川崎重工業公司外）。此一現象值得我國業者注意並應積極布局我國專利，以鞏固本國市場並能經濟有效的照顧我國人的醫療需求。另外值得指出的是，在本團隊觀察的幾個區域中，亞洲的主要四個主要經濟體除了日本以外，韓國似乎尚著力不深，而申請量一向龐大的中國企業則完全沒有出現在主要申請人當中。因此，我國企業似有在亞洲市場與日本一搏的機會。尤其除了前述我國市場以外，我國企業似乎也應更積極主動的經營、布局市場應極具潛力的中國的醫療手術機器人市場。

主要申請人 Intuitive Surgical 集團佔有美國地區及日本地區醫療用手術機器人專利將近 20% 之份額，主要因為該集團為醫療用手術機器人技術領先投入之企業。而 Johnson & Johnson's 集團，其透過併購各大醫療器材公司，取得醫療用手術機器人之相關技術專利，於美國專利此領域也處於龍頭地位；日本 Olympus 於日本，精於光學與成像，產品包括顯微鏡、內視鏡等，結合其影像專業，也在此領域取得不錯的成績，佔據日本及中國第二大申請人地位；而在日本及美國，第三大皆為 Covidien LP 公司，其於 2015 被全球醫療器材大廠 Medtronic 收購。於美國、日本及中國，不只民間企業，研究機構及大學之醫

學中心等亦投入該技術之開發，由此可知，美國、日本及中國之研究機構亦相當重視該技術之發展。特別的是，日本 Kawasaki Jukogyo 於此領域之美國地區專利申請件數高於日本地區，足見其致力於開展全球布局。以上這些企業的技術發展與專利布局都應是我國企業密切注意的對象，除了避免未來可能的智財爭議外，這些企業的研發方向應也可給我國企業寶貴的參考。此外，以上觀察還可以提供以下的啟發：對於醫療手術機器人這樣的跨領域技術，很適合在學研機構結合各領域的研發能量，我國如科技部等科技政策與資助機關應考慮導引、鼓勵更多的學研機構投入相關技術的研發，也應該鼓勵業者多與學研機構進行產學合作。

IPC 面向，可明顯看出主要 IPC 於美國、日本及台灣差異不大。從 IPC 歷年專利趨勢可發現，雖然主要 IPC 仍為 A61B 及 B25J，但於 2013 至 2019 年間，G06F、G05B 及 G02B 這幾類 IPC 其專利件數有突然增加之趨勢，分別代表電子數位資料處理、一般的控制或調節系統及其功能單元、光學元件或系統或儀器。可藉以推估於此領域，除了硬體（機械），軟體及光學相關專利可能會是未來發展重點趨勢。

透過此次專案的分析對應全球醫療生技產業現況觀察，產業合併潮持續擴大中，尤其近年醫療用手術機器人大廠紛紛透過跨界併購、與不同軟硬體及系統商合作，逐漸往導航影像、機器學習及觸覺傳感方面研究結合，以提高手術機器人的功效，相關研發動能將有機會推動醫療用手術機器人，成為未來之主流技術。

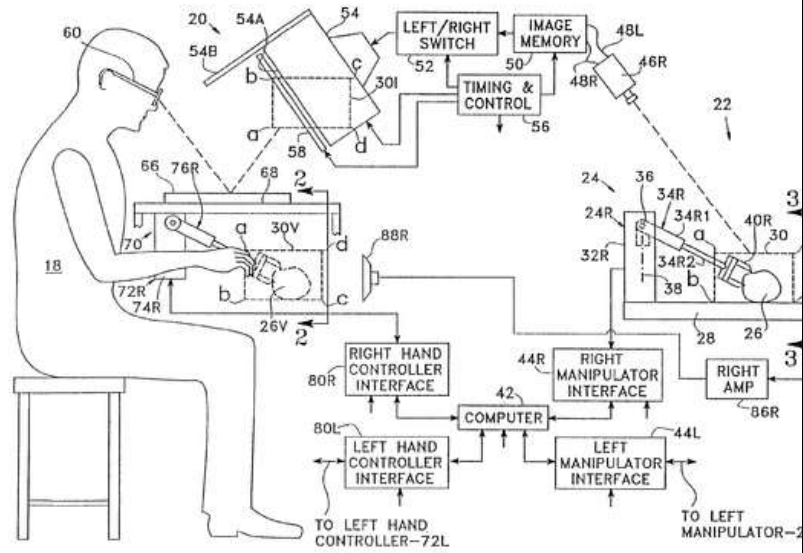
前述 IPC 分析給本團隊的啟發是，台灣專利尚處於萌芽期，但由於全球布局已趨於成熟，於硬體相關之專利恐不易超越美日大廠多年的經營。然而，藉由本專案的整體專利趨勢分析發現近年來專利申請分類中代表「電子數位資料處理、一般的控制或調節系統及其功能單元、光學元件或系統或儀器」這幾類 IPC 之專利件數於近年有突然增加之趨勢，此處也明顯看到軟體面向之專利，可能會是未來發展重點趨勢。而台灣的傳統強項就是 ICT 領域，近年則已有相當健全的光學產業，我國或於於此領域有極大的優勢，像是所羅門公司其近年發展的 3D 視覺系統及 AI，或許未來國內產業可以更專注這一部分並應用 CDMO 進行系統整合成立產業聯盟，運用台灣現有產業環境優勢，切入手臂末端治工具領域結合系統整合影像或光學定位等方向，相信台灣在此必定可以闖出自己的一片藍海。

附件一、核心專利及技術說明(主路徑專利)

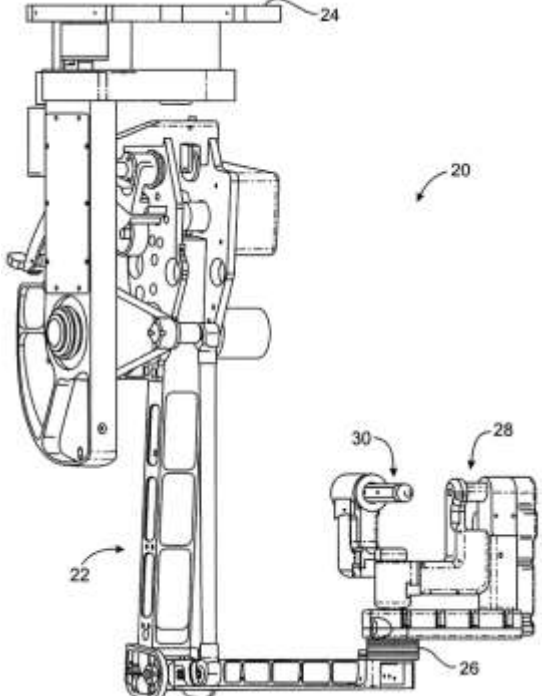
1. 立體信息

專利號碼	US20020058929A1		
專利名稱	Roll pitch roll tool.		
專利申請日	2000/05/24	專利公開日	2002/05/16
專利權人	GREEN PHILIP S.	專利權所屬國	USA
專利家族	<ol style="list-style-type: none"> 1. AT155059T 2. AT215430T 3. AT238140T 4. CA2128606A1 5. CA2128606C 6. CA2632123A1 7. CA2632123C 8. DE69312053D1 9. DE69312053T2 10. DE69331789D1 11. DE69331789T2 12. DE69332914D1 13. DE69332914T2 14. EP1356781A2 15. EP1356781A3 16. EP0623066A1 17. EP0623066B1 18. EP0776738A2 19. EP0776738A3 20. EP0776738B1 21. EP0776739A2 22. EP0776739A3 23. EP0776739B1 24. JP3583777B2 25. JPH07504363A 26. JP4324511B2 27. JP2004322310A 28. JP4430095B2 29. JP2007325960A 30. JP4430096B2 31. JP2007325961A 32. JP5131598B2 33. JP2009183733A 34. US6223100B1 35. WO9313916A1 36. US2002058929A1 37. US5808665A 		
累計被引用次數	132		
IPC 分類	A61B 17; B25J 3; A61B 1; A61B 19; B25J 13; B25J 19; H04N 13		
技術描述	● 具有遠程呈現的遠程操作系統		

- 直接用手控制末端執行器
- 產生立體信號輸出

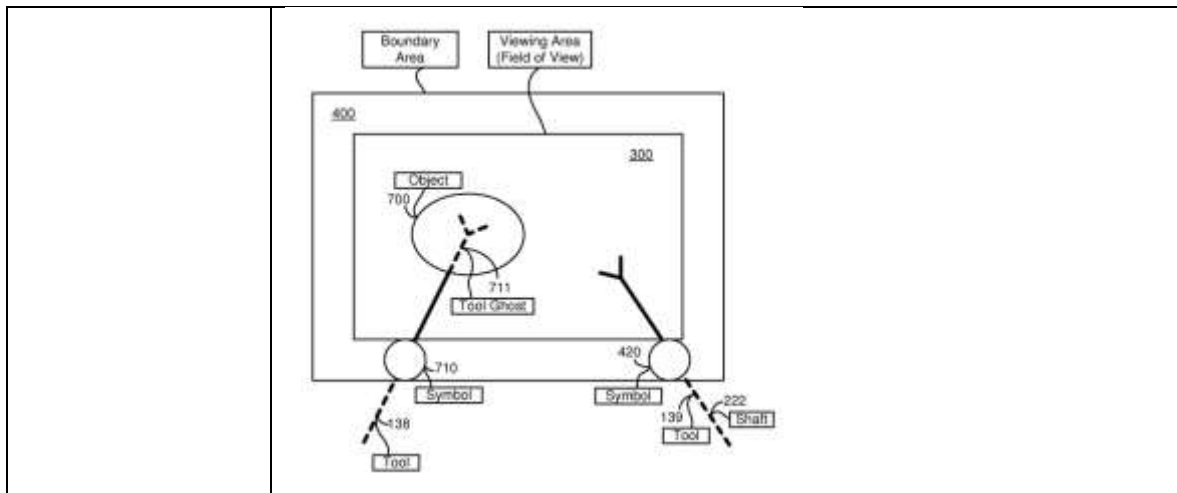


2.遠端操控及手術系統

專利號碼	US06594552B1		
專利名稱	Grip strength with tactile feedback for robotic surgery.		
專利申請日	2000/04/06	專利公告日	2003/07/15
專利權人	INTUITIVE SURGICAL, INC.	專利權所屬國	USA
專利家族	<ol style="list-style-type: none"> 1. US7778733B2 2. US2008154246A1 3. US7373219B2 4. US2006030840A1 5. US6879880B2 6. US2003195664A1 7. US6594552B1 		
累計被引用次數	947		
IPC 分類	G05B 15; G05B 19; A61B 19; B25J 9; G06F 19		
技術描述	<ul style="list-style-type: none"> ● 具有遠程呈現的遠程操作系統 ● 增強的抓握驅動 ● 使用主從系統 ● 操縱小尺寸的組織 ● 可偵測誤差訊號 		

3.人機操作介面

專利號碼	US09718190B2		
專利名稱	Tool position and identification indicator displayed in a boundary area of a computer display screen.		
專利申請日	2006/06/29	專利公告日	2017/08/01
專利權人	Larkin David Q. ; Nixon Thomas Robert ; Mintz David Stephen ; Intuitive Surgical Operations, Inc.	專利權所屬國	USA
專利家族	<ol style="list-style-type: none"> 1. EP2046538A2 2. EP2046538B1 3. JP2009542362A 4. JP5372225B2 5. JP2012213655A 6. JP5707449B2 7. JP2013188574A 8. KR101374709B1 9. KR20090034813A 10. US9718190B2 11. US2008004603A1 12. WO2008002830A2 13. WO2008002830A3 14. US2017210012A1 15. US10773388B2 16. US2017209232A1 17. US10730187B2 18. US2017305016A1 19. US2018297206A1 20. US2020331147A1 		
累計被引用次數	177		
IPC 分類	A61B 17; A61B 1; A61B 34; A61B 90; B25J 9		
技術描述	<ul style="list-style-type: none"> ● 內視鏡圖像顯示 ● GUI 呈現 ● 以工具位置來指示工具的位置 ● 被對象遮擋時 GUI 會在當前位置疊加一個重影工具 		



附件二、布布為贏團隊成員簡介

指導老師:台科大 管中徽老師

團隊成員:



呂學杰 隊長

擅長領域：
智慧製造、工業管理、
人工智慧、製程分析

證照：
品質技術師
精實六標準班LSS綠帶
人工智慧學校技術領袖班
AI人工智慧講師
台灣大陸發明專利6篇

背景：
1.友達光電/先進製造課
2.友達數位科技/顧問
3.國立中央大學工管所
4.清雲科技大學工工系



洪紹元

擅長領域
新創輔導、專案管理

背景
1.生醫新創共同創辦人
2.台北醫藥大學-兩方醫院/AI生技創新中心
3.國家實驗研究院/國家加速器
4.帝國理工新創加速器
5.倫敦國王學院再生醫學碩士
6.清華大學生醫工程與環境科學系



羅采薇

擅長領域
圖書資訊、財務會計

證照
記帳士及格證書

背景
1.台灣電力股份有限公司/秘書處
2.中華郵政股份有限公司/郵政博物館
3.國立臺灣師範大學圖書資訊學研究所(在學中)
4.實踐大學會計學系



蘇琳琳

擅長領域
專利分析、產業分析、
財務分析

背景
1.國家中山科學研究院/軍通中心
2.兆豐證券/資本市場業務部/IPO上市櫃輔導
3.國立臺北科技大學 材料所(在學中)
4.東吳大學財務工程與精算數學系



董虹君

擅長領域
製程開發、品質文件、
專利分析

背景
1.大江基因/幹細胞實驗室
2.尖端醫/研發部
3.國立台灣大學 分子與細胞生物學研究所

參考文獻

- [1] 經濟部工業局，020 生技產業白皮書，2020 年。
- [2] 勤業眾信，生技醫療產業生醫 x 人工智慧調查白皮書，2020。
- [3] Smart 智富，疫情帶動數位轉型 AI 運用激增 投資 AI 新科技是時機，<https://smart.businessweekly.com.tw/special/article/yuanta/Indep/1001482>(最後瀏覽日：2021/8/14)。
- [4] 企劃組綜合規劃科，腦部手術機器人導航 鈦隼技術精準又到位，新竹科學園區，https://www.sipa.gov.tw/home.jsp?mserno=201001210001&serno=201001210002&menudata=null&contlink=ap/information_1_view.jsp&dataserno=201908200004(最後瀏覽日：2021/8/14)。
- [5] Deloitte，Deloitte State of AI Survey，2019。
- [6] 國家高速網路與計算中心，COVID-19 全球疫情地圖，2021。
- [7] 劉子寧，全球第一台檢體採樣機器人！成台灣邊境管理小助手 | 智慧醫療懶人包#4，2021 天下雜誌，<https://futurecity.cw.com.tw/article/1580> (最後瀏覽日：2021/8/14)。
- [8] Informa, Market Intel：Medtech Giants Ready To Battle Frontrunner Intuitive Surgical In ‘Soft Surgery Robotics’, Apr. 2020。
- [9] Transparency Market Research, Surgical Robots Market Component：Systems, Accessories & Consumables, and Services; Application：Gynecological Surgery, Urological Surgery, Neurosurgery, Orthopedic Surgery, General Surgery, and Others; Method：Minimally Invasive and Open Surgery; and End User：Hospitals and Ambulatory Surgical Centers) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast, 2019 - 2027, Feb. 2021。
- [10] Grand View Research, Surgical Navigation Systems Market Size, Share & Trends Analysis Report By Application (ENT, Orthopedic, Neurology, Dental), By Technology (Electromagnetic, Optical), By End Use, And Segment Forecasts, 2020 - 2027, Feb. 2020。
- [11] Kuan, C. H. (2020). Regarding weight assignment algorithms of main path analysis and the conversion of arc weights to node weights. *Scientometrics*, 124(1), 775-782.
- [12] 認識臺灣醫療 <https://www.medicaltravel.org.tw/Article.aspx?a=17&l=1>
- [13] 健康資訊管理研討會探討智慧醫療與人工智慧 <http://www.cubicpower.idv.tw/cubicnews/20180609-001.html>
- [14] ITIS- 2021 手術機器人產業趨勢與市場商機 <https://www2.itis.org.tw/act/video.aspx?Gid=0F9BA6D5-69C7-4851-A6C8->

93A792B240F6

[15] 中國大陸大幅調整專利資助獎勵政策
http://www.tsailee.com.tw/news_show.aspx?cid=2&id=1367

[16] 機器人產業魚骨圖 <http://neojou.blogspot.com/2011/11/blog-post.html>