

2020 年智慧醫療照護領域重大趨勢回顧與未來展望

洪立萍

引 言

為提供科技部及相關研究人員即時掌握國內外科技政策發展及最新研發資訊，國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心於 2015 年度開始建置科技發展觀測平台，持續蒐集與分析各種科技資訊，並依據科技應用領域、重要性、政策相關性等原則，將主要觀測範疇分為「政策動向」、「智慧科技」、「智慧醫療照護」、「能源科技」、「永續環境」、「農業科技」等六大議題。

其中智慧醫療照護議題涵蓋的範疇包括：政策、數位健康、智慧診療、智慧醫療器材、生物技術、法規等六個次議題。主要資訊來源包括：(1)各國政府官方網站所發布的訊息、法規制度、策略規劃與研究報告；(2)國際知名衛生研究組織與智庫機構之重要新聞訊息及其出版之分析報告；(3)國際產業調研機構發表之最新智慧健康照護技術與產業趨勢報告；(4)國際主流媒體刊登之智慧醫療照護科技研發與應用之訊息，以及其他資料庫等。

以下為科技發展觀測平台「2020 年智慧醫療照護議題」年度報告，文中簡介國際科技研發觀測、重大科技發展議題、創新照護模式與醫療科技產業之挑戰等，藉此歸納並描繪 2020 年智慧醫療照護議題趨勢發展概貌，以協助讀者快速理解國際動態。

一、前言

2020 年全球受到新型冠狀病毒 Covid-19 大流行的威脅，全球公衛、科學、醫藥體系全力投入資源對抗疫情，以期及早控制疫情擴散，治癒患者並降低死亡風險。在病毒檢測、疫苗開發、療法等方面之國際科研活動在 2020 年與 2021 年間相當活躍，而醫療照護產業之數位轉型亦由於疫情的發生的顯著地加速進行。2020 年科技發展觀測平台智慧醫療照護議題年度報告將聚焦於包括世界衛生組織(WHO)、Covid-19 療法與疫苗開發夥伴倡議(ACTIV)、流行病防範創新聯盟(CEPI)等國際科研協作，以及跨領域科技協助防疫實例等防疫議題。在科技發展觀測方面，則提出以人工智慧技術促進製藥發展、先進 PCR 技術發展趨勢觀測、Covid-19 疫苗與藥物相關供應鏈、細胞與基因治療之生物製劑委託製造、非接觸式健康監測技術，與標靶藥物遞送之高階材料等技術主題之發展觀測，以描繪 2020 年智慧健康照護技術發展進程之樣貌。最後，本文簡介未來照護模式的概念，並彙整由產業生態圈中尋找價值網絡之相關論述，以作為解決醫療科技產業挑戰之參考。

二、國際科技研發活動觀測

(一) 國際組織公私科研協作，加速開發 Covid-19 應對方案

1. 世界衛生組織 (World Health Organization, WHO)

WHO 於 2020 年 4 月發佈「針對 2019 新型冠狀病毒之全球聯合研究藍圖 (Coordinated Global Research Roadmap for the 2019 Novel Coronavirus)」，其中擬訂包括：(1)患病發生過程(Virus Natural History)、傳播與診斷；(2)與病毒起源相關之動物、環境研究；(3) 流行病學研究；(4) 臨床管理；(5) 感染防治；(6) 候選療法研發；(7)候選疫苗研發；(8)研究之倫理考量；(9) 應對疫情之相關社會科學研究等九項優先研究，應對全球 Covid-19 危機。WHO 期望全球由政府或機構所贊助之研發活動能夠聚焦於上述優先項目，以加速整合研發成果，尋求結束大流行威脅之解決方案。

2. 加速開發 Covid-19 療法與疫苗之夥伴倡議 (Accelerating COVID-19 Therapeutic Interventions and Vaccines Partnership, ACTIV)

2020 年 4 月由美國國家衛生研究院(NIH)、美國 FDA、歐洲藥品管理局 (European Medicines Agency, EMA)、美國疾病管制中心(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)，以及包括 Pfizer、Eli Lilly and Company、Amgen、GlaxoSmithKline、Merck &Co., Inc.、Roche-Genentech、Novartis、Moderna、AstraZeneca、Novavax 等國際主要藥廠及民間組織等所共同組成 Accelerating COVID-19 Therapeutic Interventions and Vaccines (ACTIV) Partnership 夥伴倡議，

其旨在有限的資源下，強化協調與簡化流程，使生物醫學研究資源和臨床前試驗成果達到疫苗與療法開發整體進展之最高效益。在各方專家的協作下，ACTIV 宣示將致力於以下四個領域：推動協調專家會議優化臨床前之相關規範制定、針對已顯示具體成效之疫苗與療法，加速其臨床測試進程、提高臨床試驗能量(Capacity)與有效性、加速候選疫苗之評估與核准程序。

3. 流行病防範創新聯盟(Coalition for Epidemic Preparedness and Innovation, CEPI)

CEPI 是於 2017 年由挪威政府、印度政府、比爾蓋茲基金會(Bill & Melinda Gates Foundation)、Wellcome 集團，以及世界經濟論壇(World Economic Forum, WEF)聯合創立。該聯盟除受私人基金會捐助外，亦受包括澳洲、奧地利、丹麥、芬蘭、英國、德國、歐盟、羅馬尼亞、衣索比亞、紐西蘭、新加坡、韓國、馬來西亞等等全球 28 個國家所提供之研究經費贊助。CEPI 的長期目標是在大流行發生前就已先行整備研究性疫苗(investigational vaccine)的預備庫存量，並能在大流行爆發時，快速完成防疫醫藥品之大量生產(Scale-up)。該組織亦與 WHO 合作維運全球疫苗配給平台 COVAX，以保障落後國家取得醫療物資之公平性。

(二) Covid-19 診斷與治療之研發與創新能量豐沛

為因應緊急防疫需求，各國在 2020 年初皆積極推動因應 Covid-19 之快速審查(Fast-track)科研計畫。在科學研究方面，主要聚焦於疫苗開發、檢測技術、療法開發、臨床試驗研究等。美國國家衛生研究院(NIH)於 2020 年四月提出 Rapid Acceleration of Diagnostics(RADx)計畫徵求，鼓勵其國內研究機構聚焦於 Covid-19 病毒檢測技術進行研發。日本則由醫學研究發展中心(AMED)執行 Drug Discovery Support Program: Development of Covid-19 Vaccine 計畫，欲整合其國內研發能量於疫苗開發與相關臨床試驗之準備。表 1 列舉於 2020 年 3 至 4 月間，主要國家針對 Covid-19 疫情所啟動之快速核准(Fast-track)研發計畫。

在創新應用科技推動方面，各國亦針對在疫情下，各項社會需求情境提出科技應用解決方案的徵求。例如隸屬於英國國防部之國防與安全加速器(Defence and Security Accelerator, DASA)即徵求創新清潔消毒技術(Innovative Sanitising Technologies)解決方案，以因應救護車於執行完 Covid-19 患者或疑似患者載運服務後，能夠快速進行消毒，以便供後續使用。由義大利技術創新與數位部(MITD)與其他相關部會，在 Innovate for Italy 倡議下，聯合提出針對病患照護之遠距醫療、遠距監控，以及患者定位等數位工具開發需求，以鼓勵其國內擁有數位技術之新創公司共同投入疫情防治。

**表 1 2020 年 3 至 4 月間主要國家針對 Covid-19 疫情所啟動之
快速核准(Fast-track)研發計畫**

國家	計畫名稱	主管單位	研發主題	經費總數
美國	Rapid Acceleration of Diagnostics(RADx)	美國國家衛生研究院(NIH)	診斷	25,000 萬美元
日本	Drug Discovery Support Program: Development of Covid-19 Vaccine	日本醫學研究發展中心(AMED)	疫苗	100 億日幣(約 9700 萬美元)
德國	Research Call for Covid-19 Treatment Options	德國聯邦教育與研究部	療法、臨床研究	4500 萬歐元(約 5400 萬美元)
加拿大	Rapid Research Response to Covid-19	加拿大衛生研究中心	醫學與社會應對策略	5400 萬加幣(約 5000 萬美元)
奧地利	Coivd-19 Emergency Call	數位與經濟部、氣候行動、環境、創新與技術部、教育科學研究部	診斷、療法、臨床試驗	2300 萬歐元(約 2700 萬美元)
英國	Covid-19 Rapid Response Calls	英國國家衛生研究院(NIHR)與英國研究創新局(UKRI)	疫苗、療法、診斷、社會科學研究	2000 萬英鎊(約 2580 萬美元)
法國	Covid-19 Flash Call	國家研究中心(National Research Agency)	流行病學與轉譯研究、病理生理學、感染防治、倫理學與社會效應	1500 萬歐元(約 1700 萬美元)
澳大利亞	Medical Research Future Fund	澳洲衛生部(Department of Health)	療法、臨床試驗、疫苗	1500 萬澳幣(約 1100 萬美元)

資料來源：OECD(2021)，本研究整理

(三) 開放科學(Open Science)加速研發成果擴散效益

2019 年底疫情爆發之時，全球迫切地急需有效的疫苗、藥物，然而卻對這前所未見之新型病毒的理解相當有限。於 2020 年 1 月，全球包括出版商(如 Springer Nature、The Lancet、Taylor & Francis、New England Journal of Medicine、Karger Publishers、Elsevier、Wiley 等)、學會組織(如 Society for Applied Microbiology、PLOS、全球基因與健康聯盟 GA4GH 等)、國家科技發展相關單位(如美國 NIH、新加坡 National Research Foundation、日本 AMED、法國 National Research Agency、荷蘭 Dutch Research Council (NWO)、奧地利科學基金會、中國疾病管制中心、瑞典 Swedish Research Council 等)，以及全球藥品開發商(如 BenevolentAI、Johnson & Johnson、Takeda 等) 共計 117 個單位組織，共同簽署「共享與新型冠狀病毒相關之研究資料與成果(Sharing research data and findings relevant to the novel coronavirus outbreak)」宣言，承諾在疫情期間即時公開與疫情相關之最新科學發現與資料，並立即與 WHO 共享研究成果。同年 3 月，包括澳洲、日本、巴西、紐西蘭、加拿大、葡萄牙、歐盟、南韓、法國、新加坡、德國、西班牙、印度、英國、義大利、美國等科技部會首長亦聯合簽署「coronavirus open access letter」聲明，呼籲研究學者與出版商應將與疫情相關之研究成果與資料即時公開，並且以「可重複使用」以及「機器可讀取，或可用於文字探勘(text-mine)」的格式提供給相關人士使用，以加速解決疫情困境。該聲明受到超過 50 加以上之科學刊物出版商響應，並將相關全文資料上傳於美國國家醫學圖書館(US National Library of Medicine)的資料平台 PubMed，公開予公眾取用。

其它尚有如 COVID-19 Open Research Dataset(CORD-19)、Nextstrain、Gisaid CAS COVID-19，及 ClinicalTrials.gov 等科學文獻、基因、化學結構、臨床試驗等資料庫亦開放使用權限，以支持開放科學，其中亦有如 SciSight 等智慧視覺化工具的開發，以供使用者探索相關科學主題間之關聯性。

(四) 跨領域科技應用協助防疫

韓國政府於 2020 年 4 月發表「韓國如何運用資通訊技術使疫情趨緩(Flattening the curve on COVID-19, How Korea responded to a pandemic using ICT)」，文中說明 ICT 技術應用於防疫工作之主要項目包括：資訊蒐集與分析、檢測、治療等。在資訊蒐集與分析方面，ICT 裝置可紀錄如足跡等個人活動資料，用以分析可能傳染途徑與模式，分析結果可提供大眾相關風險警示。另外，資訊系統亦有助於醫療資源之分配，例如：可供大眾查詢口罩購買地點與預約篩檢等。在檢測方面，為加速檢測程序，胸部 X 光以機器自動辨識取代人工判讀，而篩檢站之設置也由負壓式改良為正壓式，以優化流程加速護理人員之採檢程序。在治療方面，運用人工智慧技術，加速新藥探索與老藥新用的相關研發。整體而言，資訊

科技協助快速辨識已感染者以控制疫情之擴散，並提供個人與公衛決策者充分資訊以應對疫情發展，藉此抑制大流行快速爆發。圖 1 歸納出運用人工智慧對抗 Covid-19 大流行之主要應用案例。

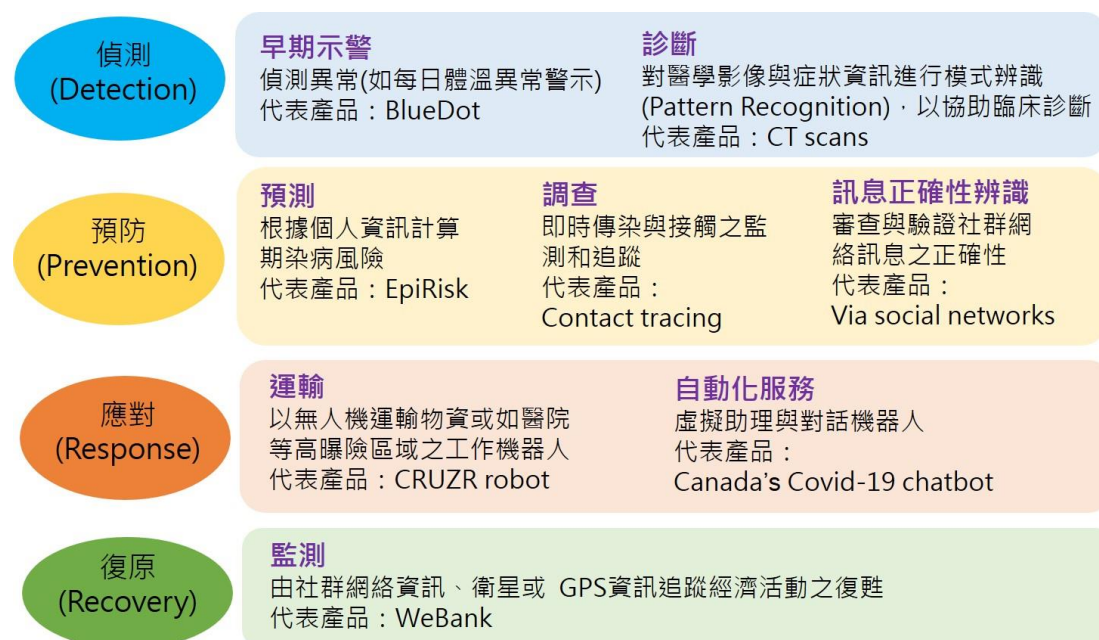


圖 1 運用人工智慧技術對抗 Covid-19 大流行之案例

資料來源：OECD(2020)，本研究繪製

三、重大科技議題

2020 年智慧醫療照護領域之技術發展聚焦於數位科技於生物科技領域之應用、先進核酸檢測技術、創新製藥流程，以及整合物聯網之健康監測應用、新穎材料於藥物開發等。本報告綜整各技術發展主軸，並歸納出六項重大科技議題，分別為以人工智慧技術促進製藥產業發展、先進 PCR 技術發展趨勢觀測、Covid-19 疫苗、藥物，及相關供應鏈概況、細胞與基因治療之生物製劑委託製造產業趨勢、非接觸式健康監測技術、標靶藥物遞送之高階材料技術等。以下將簡述各項技術之發展現況，並列舉相關應用產品。

(一) 以人工智慧技術促進製藥產業發展

新藥研發從藥物探索(Drug Discovery)、作用機轉評估、量產、臨床試驗(Clinical Trials)到上市，往往需要費時十年以上的時間，且投入的研發費用更可能高達數十億美元。利用人工智慧(AI)，來縮短研發時程、提高成本效益，正是製藥產業近年來關注與投入的焦點。根據 Frost & Sullivan 調查報告顯示，2018 年全球製藥產業於 AI 應用之研發投入達 32.5 億美元，其中具備高市場成熟度(Market Readiness)的應用項目包括藥物探索分析、影像辨識與診斷等，而具備高產業價值(Industry Value)的項目則有候選受試者發掘、臨床試驗設計等。預計由於 AI 的導入而為製藥產業所增加之營收於 2022 年將達約 22 億美元，且未來開發 AI 應用之投入於整體研發經費的占比亦將持續增加。

在藥物探索應用方面，透過 AI 將有助於優化探索流程來減少成本。AI 可以從下列三個方向來進行優化：(1)AI 在識別基因與疾病的關聯性以及對疾病專一性的標靶(target)辨識具有相當優異的表現，可使藥物開發更有效率；(2)AI 可以模擬化學反應，進行分子設計、虛擬篩選和結構活性分析(Structure Activity Relationship, SAR)，可以大幅縮短發現適合分子的時間；(3)AI 可迅速從多個資料源，包括臨床報告、學術文件、專利與基因資料庫等，進行數據收集、彙整和分析，將相當有助於對藥物分子的毒理學、代謝動力學(Pharmacokinetics)與反應途徑的了解，並快速地識別新藥物的可開發性。如：SINEQUA 利用 AI 來建立資訊平台以減少文獻收集時間。圖二簡述其它在製藥領域之應用項目。

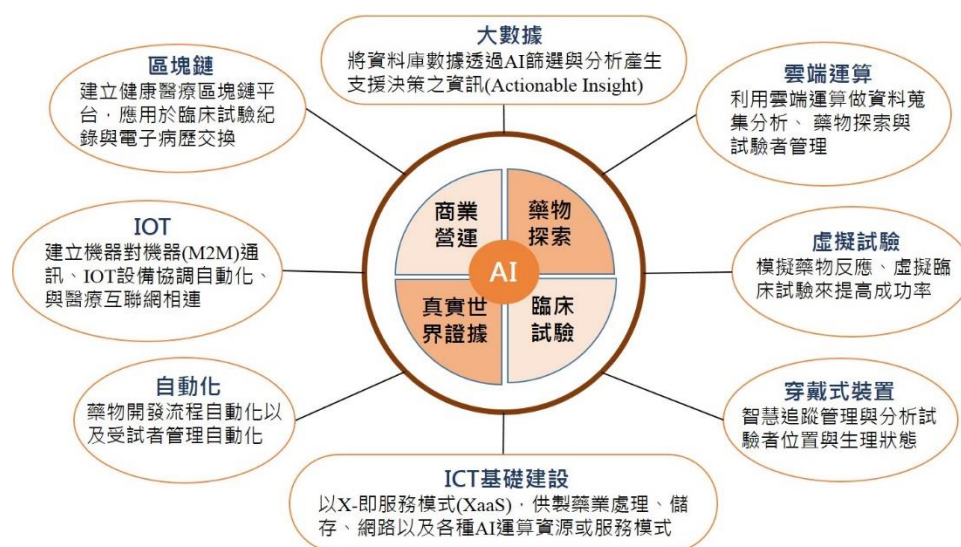


圖 2 人工智慧技術於製藥領域之應用項目

資料來源：Frost & Sullivan，本研究繪製。

(二) 先進 PCR 技術發展趨勢觀測

即時定量 PCR (Quantitative Polymerase Chain Reaction, qPCR) 是利用螢光染料偵測 PCR 循環，以定量 DNA 總量的方法，而數位 PCR (Digital Polymerase Chain Reaction, dPCR) 則是透過微流道及微乳化技術，將稀釋後的 DNA 分散於微反應器中進行 PCR，有 DNA 的反應器就會發出螢光，沒有 DNA 的就不會發光，藉由比例即可定量出起始 DNA 的濃度，亦即為一種絕對定量 DNA 總量的方式。qPCR 的優勢在於可即時對目標分子進行定量，與傳統 PCR 相比，大幅縮短反應時間，目前已成為生命科學研究中的標準技術。dPCR 則是一種更先進的 PCR 技術，其可對目標分子進行絕對定量，亦即無需參考標準物即可進行定量。由於 dPCR 和 qPCR 產品相對於傳統 PCR 相當具有優勢，因此在診斷和研究實驗室中的採用正迅速增長。整體市場預測請參閱圖 3。

除了如 Covid-19、肝炎、結核病等傳染病之檢測需求，遺傳性疾病之早期診斷、個人化醫療或藥物等醫療市場需求皆逐漸增加，因此，以 qPCR 與 dPCR 技術亦將持續支持基因分析需求。此外，近年隨著微流道技術(Microfluidics)的成熟，將單個液體樣本分為多個單獨分區，並讓 PCR 在微流道中進行反應，大幅縮短 PCR 分析中的反應循環時間。市場上亦有許多如液滴 dPCR (Droplet Digital PCR)、基於乳化液滴 dPCR (Emulsion-based Digital PCR) 等創新技術的開發，顯示整體市場發展動能豐沛。而基於 Lab-on-a-Chip 之微陣列 PCR 裝置，具有減少試劑消耗、降低循環所需之時間等優勢，並得以提供去中心化之檢驗服務，可視為近期該領域之重要技術突破。



圖 3 qPCR 與 dPCR 之全球市場預測

資料來源：MarketsandMarkets，本研究繪製。

(三) Covid-19 疫苗、藥物，及相關供應鏈概況

2020 年 Covid-19 疫情在全球持續肆虐，疫苗與藥物為各國重要國防物資，自行研發或爭取代工製造皆是保證疫苗與藥物取得數量之解決方案。疫苗供應鏈涉及的產業非常多元，由前期的研發單位與機構，取證後的量產與代工製造，以及後續分裝與分送過程的物流與冷鏈等，需各類專業技術團隊之協作。圖 4 以美國為例，說明整體供應鏈概況，以下列舉數項供應鏈中之重要項目。

疫苗取得緊急使用授權(EUA)後，須尋求最大產能效益以盡早緩解全球疫情。其中 Pfizer-BioTech 在美國當地 Pfizer 製造工廠生產，而 Moderna 和 J&J 則除了自行產製外，亦經由如：Catalent Biologics、GRAM、Merck&Co.等知名委託製造廠商(CMO)進行部分製程代工。而在美國開始全面進行疫苗接種時，注射器與針頭供應一度短缺。使用錯誤尺寸的注射器將可造成高達 10%疫苗的浪費。美國當地之注射器和針頭供應商皆擴大生產規模，並優先生產 1 毫升疫苗注射器以提供疫苗施打使用。mRNA 疫苗儲存需要超低溫 (Ultra-low Temperature) 冷凍機，且在運輸過程中亦需保冷運輸箱、運輸箱內的保溫耗材如乾冰，及溫度追蹤器等。疫苗接種過程的數位化程度將有助於精準預估每日的施打人次及疫苗配送需求量。Facebook 與 Google 皆提供工具協助民眾進行疫苗預約。IBM 亦在紐約實行數位健康護照 Excelsior Pass 計畫，該護照可加註使用者疫苗接種情形與 PCR 陰性檢測結果紀錄。另外 Microsoft 與其他數家軟體公司發起數位疫苗憑證計畫(The Vaccination Credential Initiative)，供使用者於旅行、參與實體活動時驗證其疫苗注射紀錄與檢測紀錄。

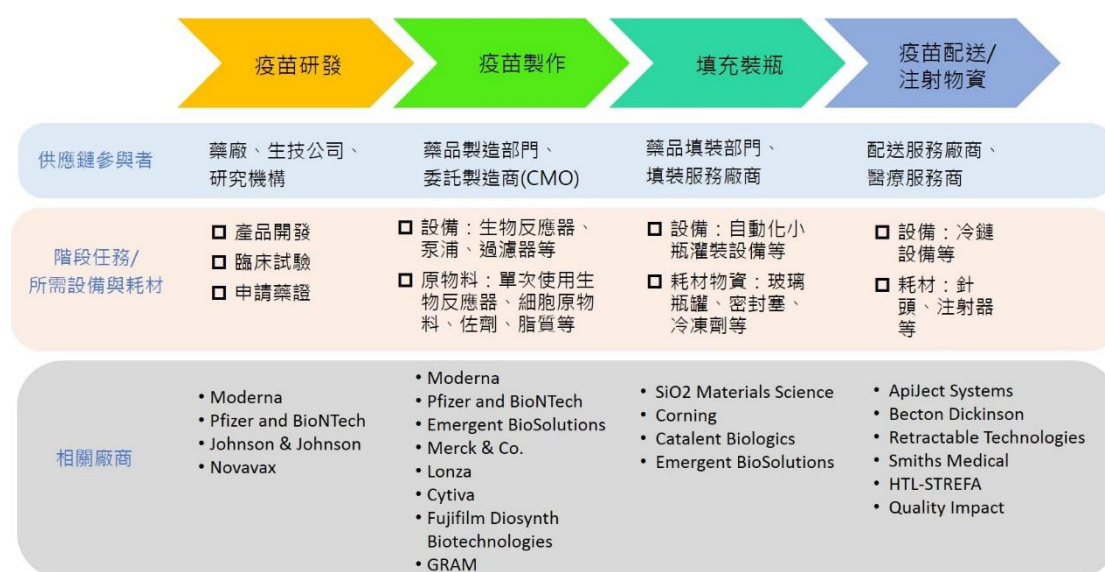


圖 4 美國 Covid-19 疫苗製造供應鏈與主要參與廠商

資料來源：Frost & Sullivan，本研究繪製。

(四) 細胞與基因治療之生物製劑委託製造產業趨勢

根據 Frost & Sullivan 市場分析報告，全球細胞和基因療法(CGT)領域之 CDMO 市場預估值在 2020 年已達 20 億美元，並將於 2026 年增長至 101 億美元，複合年增長率(CAGR)達到 31.0%。國際生物製劑製藥公司為了降低成本和提高研發效率，選擇與生物製劑委託開發與製造商(Contract Development and Manufacturing Organization, CDMO)合作。目前全球有超過 100 家 CDMO 公司在細胞和基因療法(Cell and Gene Therapy, CGT)市場上競爭。目前生物製劑製藥公司主要進行部份委託 CDMO 外包的模式，亦即活性藥物成分(Active pharmaceutical ingredient, API)由生物製劑製藥公司自行生產，僅將如載體和質體等特定物質及最終的填充完成步驟等外包給 CDMO，但隨著 CDMO 的積極擴張，預估在未來將轉向完全外包的模式。圖 5 列舉數項具潛力之成長機會。

異體細胞療法(Allogeneic Therapy)是使用來自健康捐贈者之細胞(Donor cells)，其可使用批量生產，以放大規模生產降低成本。異體細胞療法中之誘導性多能幹細胞(iPSC)並不受限於病患個人化使用之限制，亦即 iPSC 為現成通用性治療產品，因此具市場潛力。為提升 iPSC 的臨床有效性，運用重新編程細胞基因的編輯工具(如：CRISPR、Zinc-finger 等)優化相關產品將是後續發展方向。而自體細胞療法(Autologous Therapy)係利用患者的細胞經由客製化處理並擴增，再注入患者體內。其優點是細胞與患者免疫系統有極高的相容性，但過程中需客製化製造一兩百萬個細胞治療製劑的成本相當昂貴。CDMO 正在發展中心輻射模式(Hub-and-spoke model)，以分散製造方式擴大業務服務範圍。目前投入市場之 CDMO 公司有 WuXi Advanced Therapies、Catalent、Bio Elpida、Hitachi、Lonza 等。



圖 5 細胞與基因療法 CDMO 成長機會

資料來源：Frost & Sullivan，本研究繪製。

(五) 非接觸式健康監測技術

近年來由於行動通訊的使用普及與個人化健康管理風潮的興起，穿戴式裝置之發展速度相當顯著。然而，在健康監測或病患監測應用領域上，除了穿戴式裝置外，非接觸式健康或病患監測(Non-Contact Health/Patient Monitoring)裝置，亦提供需求者另一項選擇。相較於穿戴式產品，非接觸式監測裝置有以下優點：裝置不過度引人注目，因而增加使用者之接受度；裝置並不直接接觸使用者或患者，因而不會帶來不適感。另外，其也具備同時監測多人，以及可長期使用且成本較低等特點。圖 6 顯示目前非接觸式健康監測之主要相關技術。以下列舉數項創新非接觸式健康監測產品。

近紅外光體積描記成像儀(Near-Infrared Photoplethysmography Imaging)是以相機的光電容積描記術(Photoplethysmography Imaging, PPGI)技術為基礎，以非接觸式和無干擾性的方式，監測心率變異性(Heart Rate Variability, HRV)，可安裝於醫院或家庭環境中，作為罹患疾病監測與警示工具。FluSense 流感偵測器利用人工智慧(AI)或機器學習模型來分析咳嗽聲，以監控類流感(Influenza-like Illnesses, ILI)和流感(Flu)疾病趨勢。咳嗽聲音即時分析技術，除了用於預測如 COVID-19 之病毒性呼吸道疾病的爆發，亦可在大型公共區域，例如：醫院候診室，進行健康監視。生命體徵監測影像技術(Video-based Vital Signs Monitoring)運用光學技術，根據人體周圍血液循環所引起的皮膚顏色變化，檢測脈搏頻率，亦可以根據人體呼吸時所造成的身體運動來計算呼吸頻率。

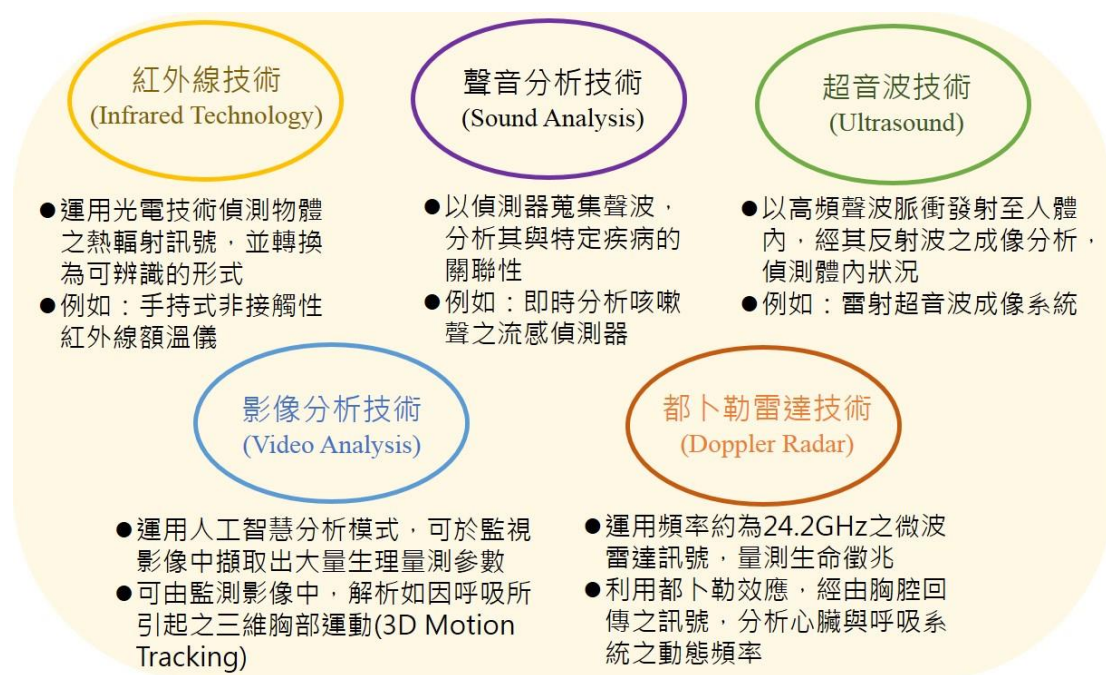


圖 6 非接觸式健康與病患偵測技術

資料來源：Frost & Sullivan，本研究繪製。

(六) 標靶藥物遞送之高階材料技術

為提高藥物傳遞效率以及減低藥物累積所產生的潛在副作用，標靶藥物傳遞系統技術開發持續受到關注。傳統的藥物傳遞系統會讓藥物於血流中擴散，在非目標區域藥物可能會有顯著的降解(Degradation)，從而降低了藥物在目標部位的生物利用度，減低了藥效。而新興藥物傳遞系統，將運用奈米技術和生物相容性材料，改善生物利用度和器官特異性等問題，實現個人化之標靶藥物治療。圖 7 顯示目前標靶藥物遞送高階材料之種類與特性。以下列舉兩項具發展潛力之特性與優劣勢。

奈米結構脂質載體(NLC)是透過控制固體脂質與液體油混合參數，進而產生奈米結構。奈米結構大幅改善了過去受到低藥物乘載的限制，以及改善了固體脂質載體不可預期的凝膠性質。NLC 由於多孔性的結構造成了其藥物載體的高滲透性，同時奈米結構可顯著改善藥物動力學，研究顯示藥物的時效能延長至 118 小時，提高了藥物效力。目前受限於 NLC 的原物料以及性質，可能會對細胞產生毒性作用，使用 NLC 作為胜肽或是蛋白質的藥物傳遞系統的安全功效性還在審查中。微脂體是由單層或是多層磷脂質組成，其具層囊狀結構，這樣的結構可以作為營養補充劑和藥物的載體。以微脂體為基底的藥物傳遞系統能夠包覆親水或疏水的活性成分，由於其高生物利用度性質，因此，是標靶藥物傳遞應用中最早採用的材料之一。目前微脂體受限於其保存期限過短且缺乏穩定性，藥物搭載的效率也相對較低，另外，其代謝去除問題亦是挑戰。



圖 7 標靶藥物遞送高階材料之種類與特性

資料來源：Frost & Sullivan，本研究繪製。

四、創新照護模式與醫療科技業者面臨之挑戰

在數位科技的支援之下，新世代醫療照護所涵蓋的層面愈趨廣闊，使用的工具更加多樣化。Deloitte 在「2021 年全球健康照護展望(2021 Global Health Care Outlook)」報告中，擘劃了未來照護模式(Future-state health care delivery models)，其為一以病患或消費者為中心之概念，健康的範疇除了身體(Physical)的健康外，尚有心理(Mental)健康、情緒(Emotional)健康、心靈(Spiritual)健康，以及其他社會因子(Social Determination)。維護健康之服務項目包含相關參數的檢測、行為(Behavior)的分析、外在協助的介入(Intervention)、治療等。而實踐照護服務的場域則包含居家、醫療照護院所、社區，或虛擬場所等。而創新照護主軸則是由預防取代治療，以及由個人化醫療照護取代標準臨床處置程序。

在新型態照護模式的概念下，相關參與者與利害關係人已由醫師與病患，擴及至消費者、照顧者、照護服務提供者、創新產品開發者、醫療機構管理者、健康保險業者、醫療照護產業投資者、政府監管單位與公衛管理單位等，進而由多元的參與者形成一可永續經營之產業生態圈。然而，當前投入醫療科技創新的業者，即便已成功開發功能完善之照護科技產品，仍尚在尋求有效之商業模式方面遭遇困難。Deloitte 建議產品開發者應深入理解自身產品對於產業生態中各關係人之價值網絡(Value Network)，並藉此定義服務之有效付費模式，建立可持續發展之經營模式。

Ernst & Young 在「解析數位療法之潛在價值(Realizing the Potential value of digital therapeutics)」報告中亦提出科技醫療業者應根據生態圈驅動要件來設計產品或服務進入市場(Go-to-Market)的策略。文中即以之數位療法科技產品(例如血糖監測穿戴裝置)為例，解析該產品為各利害關係人所帶來之價值，就患者或消費者而言，該產品可提供可信且即時之生理資訊，協助個人化病情管理；對於醫療物理人員而言，該產品可提供治療決策輔助並協助與患者間之病情分析與溝通；健康醫療保險業者可取得消費者健康歷史資訊，以為其規劃合理且可負擔之保險計畫；製藥公司可運用消費者反饋數據進行藥物研發或改良之基礎；而數位醫療平台商可獲取臨床資訊以進行服務之更新進而提升效益。由此即說明在新型態照護模式生態圈中，其價值關係已不同與以往一對一的形式，而是各利害關係人緊密結合的網絡形式(Network)，因此在計價與商業模式的開發與採用即需在互信與互惠的基礎下，透過協作與溝通，創造一可永續(Sustainable)經營的途徑。

五、結語

近年全球生技產業蓬勃發展，資通訊科技產業與生醫產業業者結盟合作，為生技產業帶來更多可能性。新世代醫療照護模式促進人們健康意識之興起，強化患者與消費者之參與與體驗。價值網絡的形成亦推動業者之加速轉型，透過合作

跨入新領域並展現創新能量。台灣的生醫產業應趁著此波轉型契機，跳脫以往框架，朝向高附加價值之路邁進，並實現全體人類更加健康的目標。

参考文献

1. Deloitte (2021), 2021 Global Health Care Outlook, Deloitte Development LLC.
2. Ernst & Young (2021), Realizing the Potential Value of Digital Therapeutics: A Ecosystem-driven Approach to Designing Your Go-to-market Strategy. Ernst & Young LLP.
3. Frost & Sullivan (2019), Growth Insight- Role of AI in the Pharmaceutical Industry, Global, 2018-2022.
4. Frost & Sullivan (2020), Advanced Non-contact Patient Monitoring Technologies: New Paradigm in Healthcare monitoring.
5. Frost & Sullivan (2020), Material Technologies Facilitating Targeted Drug Delivery.
6. Frost & Sullivan (2020), Supply Chain Optimization and Decentralized Manufacturing to Expand the Contract Cell and Gene Therapy Manufacturing Market, 2020-2026.
7. Frost & Sullivan (2021), US Covid-19 Vaccines and Therapeutics Tracker- Market Insights and Trends, H1 2021.
8. Markets and Markets (2021), Digital PCR (dPCR) and Real-time PCR (qPCR) Market, Global Forecast to 2025.
9. OECD (2021), OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/75f79015-en>.
10. The Government of Republic of Korea (2020), Flattening the curve on COVID-19, How Korea responded to a pandemic using ICT.
11. WHO (2020), A Coordinated Global Research Roadmap; 2019 Novel Coronavirus, R&D Blueprint, WHO.

【附錄】

2020 年科技發展觀測平台收錄智慧醫療照護相關之文獻總共 1,079 篇，依國家別、文獻類別及領域別之收錄篇數統計如表 2 至表 4 所示，國家別與次領域別之統計均包含複分計數，故篇數總計均多於文獻類型別的收錄總計。

表 2 2020 年智慧醫療照護議題收錄文獻篇數統計－國家別（含複分國家）

全球	美國	日本	英國	歐盟	中國大陸	韓國	德國	臺灣	以色列
218	113	37	36	23	10	10	8	8	6

表 3 2020 年智慧醫療照護議題收錄文獻篇數統計－文獻類別

政策文件	法規/規範	研究/分析報告	新聞/訊息	總計
41	8	274	756	1079

表 4 2020 年智慧醫療照護議題收錄文獻篇數統計－次領域別（含複分領域）

智慧醫療照護 總論	智慧醫療照護 政策	數位健康	智慧醫療器材	生物技術	法規	其他
281	47	189	20	375	12	80