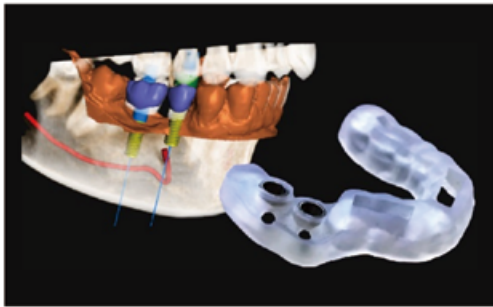


【3D列印技術在數位牙科的研發與應用】



主編：江卓培 教授 (臺北科技大學)

- 生醫用陶瓷三維列印技術開發
- 通過FDA認證的牙科3D列印牙材介紹
- 3D列印數位牙科材料應用
- 數位化牙科時代來臨，Formlabs 3D列印帶您共創雙贏



3D列印數位牙材的研發 | 3D列印數位牙材應用



隨著高齡化與少子化社會的來臨，牙齒保健與功能修復成為我們維持營養吸收與社交的重要一環，各國對於數位牙技的技術日漸重視，並投入經費進行相關技術的開發，期望能快速、準確、環保、生物相容，並有效的完成人們各式各樣的客製化牙體之需求，因此，數位牙技4.0應運而生。

數位牙技4.0包含了數位掃描與建模、數位材料、數位製造與數位診療等四大方向。本期雜誌以此為主題，帶領各位讀者一覽3D列印技術在數位牙科的研發與應用。

發行單位 台灣區電腦輔助成型技術交流協會
製作單位 型創科技顧問股份有限公司
發行人 蔡銘宏

總編輯

蔡銘宏 理事長
鄭正元 教授

美術主編 莊為仁
企劃編輯

林佩璇
簡如倩
簡恩慈
許正明
徐心怡
李知蓁

專題報導

專題主編 江卓培 教授

感謝合作單位

臺北科技大學大量客製化積層製造研究中心、陽明數位牙材、品印三維、台灣天馬科技、通業技研、科大科技、揚明光學、英特威、工研院雷射中心、臺北榮民總醫院、達爾文牙技所、德威國際口腔醫療體系



出版單位：台灣區電腦輔助成型技術交流協會
出版地址：台灣 220 新北市板橋區文化路一段 268 號 6 樓之 1

讀者專線：+886-2-8969-0409

傳真專線：+886-2-8969-0410

雜誌官網：<http://www.caemolding.org/cmm>

目錄 Contents

- 06 生醫用陶瓷三維列印技術開發
- 10 通過 FDA 認證的牙科 3D 列印牙材介紹
- 14 3D 列印數位牙科材料應用
- 18 數位化牙科時代來臨，Formlabs 3D 列印帶您共創雙贏
- 22 顛覆傳統的 3D 列印精準醫療，讓牙齒矯正更智慧
- 26 數位牙體技術的開發與未來應用
- 30 MiiCraft 高精度光固化 3D 列印機於牙科之應用
- 36 CAD/CAM 在數位牙科的應用：淺談掃描、設計、製造與平臺
- 42 數位化牙科設計與製造
- 46 根管治療臨床前訓練 3D 列印模型製作
- 50 活動義齒支架的各種數位製程應用
- 54 3D 列印於數位牙科的應用





江卓培 教授（臺北科技大學）

現職

- 臺北科技大學 機械系 教授
- 臺北科技大學 機電學院 機電學士班主任

經歷

- 科大科技股份有限公司創辦人
- 臺灣塑性加工學會 副理事長

專長

- 3D 列印、積層製造、光機電整合
- 金屬成型技術、數位牙體技術、生醫製造
- 有限元素數值分析、功能梯度材料開發

3D 列印技術在數位牙科的研發與應用

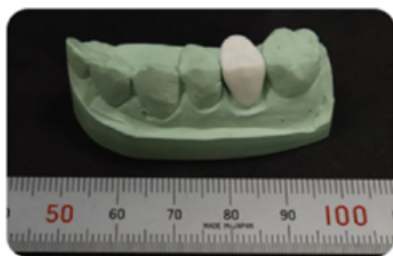
超前部署是科技開發滿足未來需求的指導方針，積層製造（或稱為三維列印）的技術開發之趨勢與成果也是如此。隨著高齡化與少子化社會的來臨，牙齒的保健與功能修復成為我們維持營養吸收與社交的重要一環，各國政府也投資經費在數位牙技的相關技術開發，期望能快速、準確、環保、生物相容，並有效的完成人們各式各樣的客製化牙體之需求；因此，數位牙技 4.0 孕育而生，它包含數位掃描與建模、數位材料、數位製造與數位診療等四大方向。

在臺灣，由於科技部積層製造專案的經費支持與各牙技所的努力轉型下，與數位牙技相關的創新公司與產品如競賽般的成立與上市，其中以三維列印技術導入數位牙技更是順利的完成了數位牙模、臨時假牙、手術導板、全口假牙、永久假牙、活動式假牙與隱形牙套的製作。在材料的選用上也包含了金屬、高分子與陶瓷；在設計軟體的支持下，也整合了逆向掃描的技術如牙模掃描與口內掃描等，是一跨領域的技術整合。

因此，本期專刊即以此為主題，邀請學術單位如臺北科技大學與工業技術研究院，數位轉型企業如德威國際口腔醫療體系、通業技研股份有限公司與揚名光學股份有限公司，新創公司如陽明數位牙材股份有限公司、科大科技股份有限公司、英特崙股份有限公司與品印三維股份有限公司，以及數位牙技所的數位製造標竿公司——達爾文牙技所，另有三維列印進口商如天馬科技股份有限公司等，由於專刊的篇數有限，故以上發表文章的單位僅是臺灣從事相關研究的單位與販售相關產品的企業中的一部分，但卻也能說明臺灣將三維列印研發成果應用在數位牙科的現狀與未來發展，而在應用案例方面，我們也邀請到臺北榮民總醫院的何醫師為我們分享關於 3D 列印技術在根管治療臨床前訓練模型之應用。

除此之外，三維列印的特色是可以無模具化的客製化列印產品，但目前的發展趨勢已經發展為將眾多的客製化產品在同一產線進行列印，故衍生出大量客製化積層製造的商業行為需求，而為了因應這樣的技術發展情勢，臺北科技大學已成立大量客製化積層製造研究中心，且在教育部高教深耕計畫中獲得補助，進行將三維列印技術與物聯網、感測器以及加減製造技術的整合。■





燒結後3-unit氧化鋁牙橋



生醫用陶瓷 3D 列印技術開發

■臺北科技大學大量客製化積層製造研究中心

前言

近年賴於醫療技術蓬勃發展，人類平均壽命大幅的延長，全球社會也因此走向高齡化的人口結構，醫療需求也隨之大增，龐大的健保負擔已成為全球先進國家不得不重視的問題，為有效節省醫療資源，各國政府紛紛推動精準醫療與預防醫學以減少醫療資源對國家財政的負擔。

其中精準醫療的目的即是為個人量身打造專屬療程，透過分級制度減少不必要的醫療浪費，使用更全面的資料去分析病人的疾病成因及專屬的醫療方式，為了配合每位病人的生理特徵，客製化醫材的需求也會隨之增加。因此高度客製化的 3D 列印技術逐漸往生醫的方面發展，透過 CAD 建模與逆向建模等方式得出病患植體的數位模型，運用陶瓷與金屬材料結合 3D 列印技術作為醫療用人體植入物的生產方式，為 3D 列印之有利發展方向。

陶瓷材料於 3D 列印應用之特點

陶瓷是一種具有高硬度、耐高溫、化學穩定性好特性的無機材料，常見的陶瓷材料有 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 SiO_2 、 Si_3N_4 、TiC、SiC、莫來石、磷灰石等。

從民生需求到工業應用皆能發現它的蹤跡，其高硬度特點可做為切削工具或研磨介質，強度高與耐高溫能作為引擎機構零件或成為阻熱鍍層，故常被用於航空科技。此外，其也因具有良好的化學穩定性而成為現今醫療領域的植體常用材料。

光固化陶瓷 3D 列印製程

在製程方面選用光聚合固化成型技術 (Vat Photopolymerization, VP)，其技術在列印精細度以及細節方面，在各項 3D 列印技術裡也是相對較高的。並搭配奈米等級的粉末及光聚合樹脂，依照一定的配方調製成具有良好流動性之漿料並透過雷射、紫外線光束、DLP 投影使漿料吸收能量後發生化學變化，進

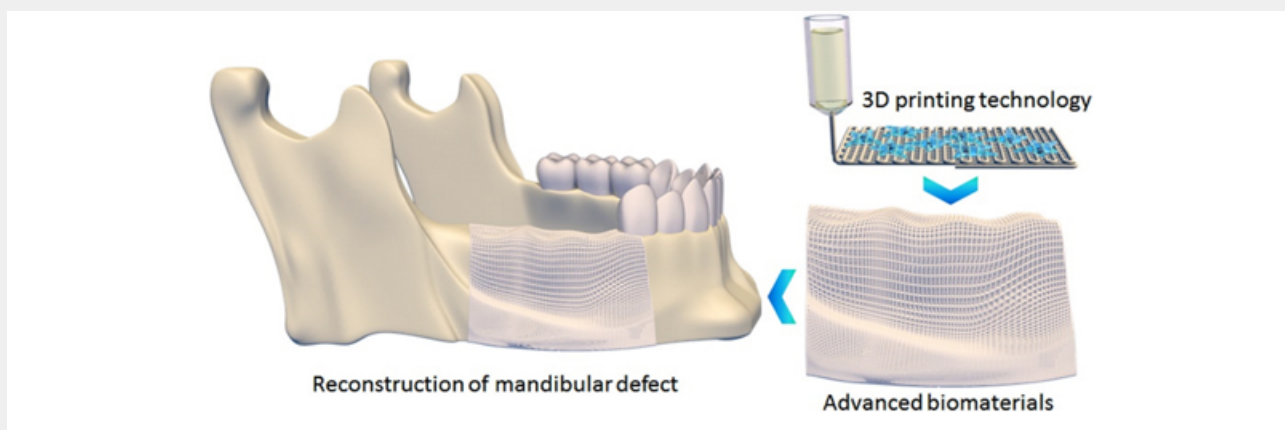


圖 1：透過材料擠製 3D 列印修復與重建下顎骨缺損的生物支架



圖 2：自行開發之陶瓷 3D 列印設備



圖 3：氧化鋯漿料製備方法示意圖

一步與聚合物單體產生化學連鎖反應生成高分子聚合物並固化堆疊成型。

光固化氧化鋯漿料調配

光固化氧化鋯漿料調配的方法，是將氧化鋯粉末、樹脂、光起始劑及氧化鋯球等，以特定比例置於 PE 材質的遮光瓶中，並藉由滾動式球磨機使漿料罐內之氧化鋯球滾動研磨與拋落的衝擊來達到上述材料的均勻混合如圖所示，球磨攪拌時間依漿料內的材料比例不同會有所增減，其調配流程如圖 3 所示。

生胚後處理

列印完成後將成型平板從料槽中取出，因漿料無添加

揮發性溶劑，故可將成型平板上面的殘餘漿料刮除並倒回料槽內重複利用。

燒結後處理

因為列印完成之陶瓷生胚內部氧化鋯粉體尚未結合，故需經過高溫燒結處理使粉體間的樹脂消失、體積收縮、緻密度上升，進而使整體強度提高。

應用實例

將陶瓷材料、3D 列印、生醫製造等知識整合，並應用於陶瓷元件之製造上，提供一創新且更具競爭力的可客製化低成本快速生產流程。提供產業界另一種陶瓷永久牙、生醫植入物或機械元件（如圖 9~12）的製



圖 4：氧化鋯球在球磨罐內的三種運動狀態示意圖



圖 5：生胚附著於成型板上



圖 6：列印成品

造方法，並以更具競爭力的價格販售本系統，降低臺灣廠商之設備成本，不須侷限於外國廠商的產品，提高臺灣產業界之競爭力，不僅如此，透過本系統的開發，更可將應用行伸至其他產業的製作等，多重的附加價值與應用。

結語

目前 3D 列印的技術業應用已逐漸到了成熟的階段，從最早期簡單的塑材列印，到如今已可進行工業級金屬列印及生醫領域的實際應用，陶瓷材料因其特性使得在醫療應用的領域上可以有很大發揮，再加上光固化技術的精準度也越來越高，以往較為複雜人體植入物醫材會花費許多時間與人力在製程上，現在透過 3D

列印的技術不但可以縮短整體製程時間，還可以讓產品具有一定的產出效率。憑藉著陶瓷良好的材料特性如光滑的表面、優良的力學性能以及生物相容性，結合 3D 列印的技術相信未來一定能在醫療領域佔有一席之地。■

參考文獻

- [1].iang Zhang, Advanced Biomaterials for Repairing and Reconstruction of Mandibular Defects.2019
- [2].<https://kknews.cc/zh-tw/tech/e95264q.html>
- [3].David C. Ackland, A personalized 3D-printed prosthetic joint replacement for the human temporomandibular joint: from implant design to implantation,2017

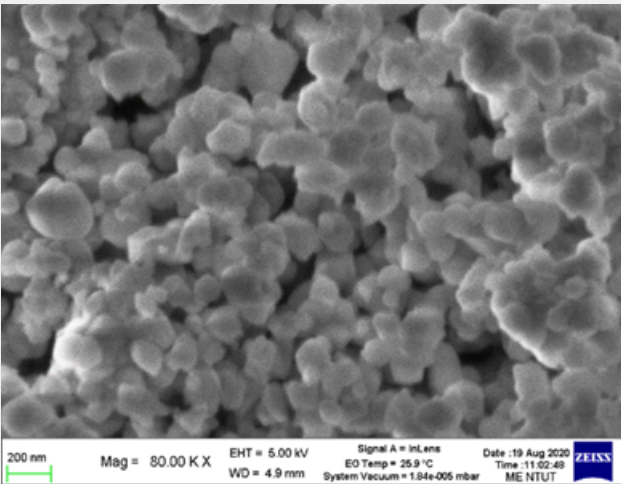


圖 7：氧化鋯燒結前 SEM 圖

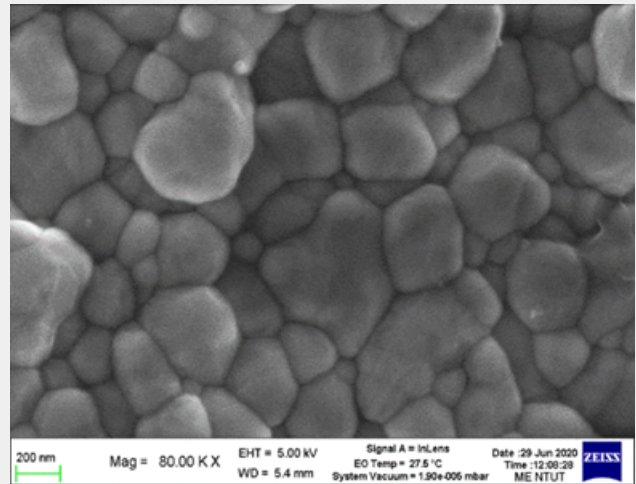


圖 8：氧化鋯 1530°C 燒結後 SEM 圖



圖 9：高溫燒結後牙橋



圖 10：高溫燒結後牙冠

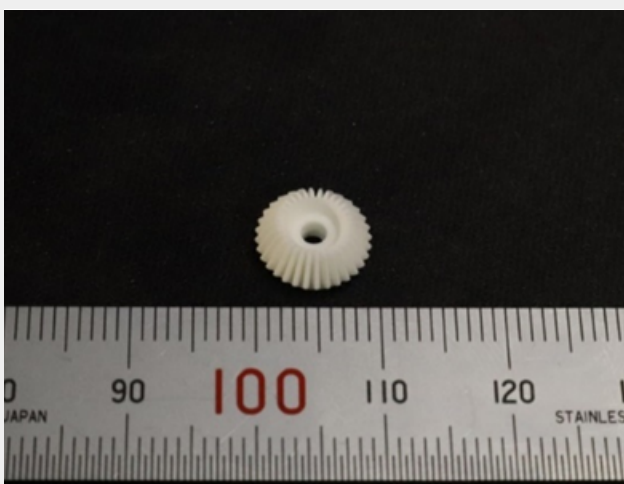


圖 11：傘齒列印成品

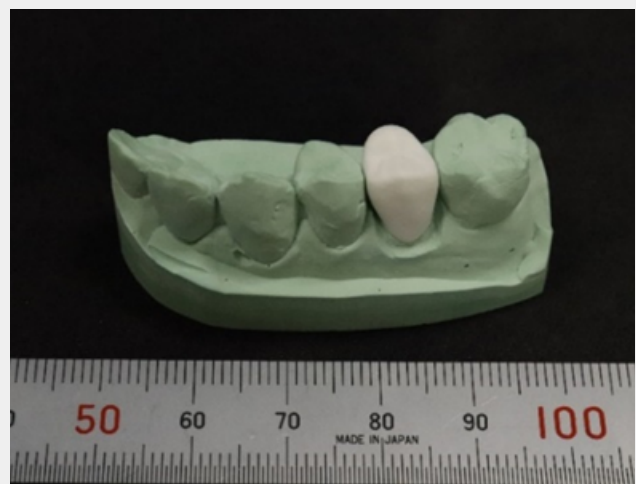


圖 12：燒結後牙冠裝配於石膏模上圖



通過 FDA 認證的牙科 3D 列印牙材介紹

■陽明數位牙材 / 林元敏 博士

前言

近年來 3D 列印客製化成品成為牙科醫療的發展趨勢。牙科 3D 列印應用中比較常見的幾個臨床應用，包括 3D 列印應用莫過於製作手術導引板 (surgical guide)、臨時假牙 (temporary restorations) 與全口假牙 (full denture) 等。

在數位牙科時代的牙科治療流程，牙醫師或是牙技師可以用電腦設計假牙的外觀，並利用 3D 列印機列印，這樣可以減少治療時間。讓患者可以更快獲得假牙，恢復咀嚼功能。若假牙遺失或是破損，也可以更快得到替代品。有鑒於市場的需求，陽明數位牙材股份有限公司因此成立。陽明數位牙材是由陽明大學牙醫學系特聘教授李士元教授所領軍的科技部計畫「開發全口假牙之數位總體解決系統與成立新創事業」，並由陽明大學牙醫學系林元敏副教授負責材料開發的成果所衍生出來的新創公司，目前由蘇俊鳴先生擔任董事長，也是臺灣陽明大學育成中心的進駐企業。

陽明數位牙材長時間專注於牙科樹脂相關的研究與相關技術研發。陽明數位牙材股份有限公司專注於 3D 列印牙科材料的開發，目前上市的产品共有 3D 列印植牙導板材料，3D 列印臨時假牙材料，3D 列印全口假牙基底材料，3D 列印客製化牙托材料與 3D 列印牙科模型材料等等數種 (圖 1~ 圖 4)。

缺牙治療需求之增加

近年因醫療技術蓬勃的發展，人類平均壽命大幅度的延長，使臺灣以及許多先進國家社會結構趨向老化。根據統計結果顯示，臺灣目前已進入高齡社會 (老年人口率 >14%)。高齡族群中患有口腔咀嚼功能不完整的人口中，以局部缺牙甚至是全口無牙的樣態佔多數，不僅患者的外在美觀受到影響，咀嚼功能不佳的話，亦會改變患者日常飲食習慣，並影響營養攝取吸收。牙齒的咀嚼功能除了會影響消化道功能，咀嚼功能不佳的患者也常常引發吸入性肺炎，併發眾多後遺症，這使得社會上的相關醫療支出增加。



圖 1：陽明數位牙材的 3D 列印牙材「AA temp 臨時假牙材料」，已通過 FDA、Brazil FDA 等認證



圖 2：陽明數位牙材的 3D 列印牙材「BB base 假牙基底材料」，已通過 Brazil FDA 認證

在缺牙治療方面，利用活動假牙裝置來復原缺牙的咀嚼功能，與植牙相比，對於多數高齡已退休之人的經濟而言較可負擔，因為治療總價相對低了很多。例如，單顆植牙約莫新臺幣 6 至 9 萬元不等，但全口治療共需植入 12 顆以上，故總價接近百萬。而全口活動假牙約莫新臺幣 8 萬元上下。除此之外，傳統活動假牙的製作上，需以牙技師手工製作，患者需時常往返診間進行比對、調整與試戴等，對患者、牙技師及醫師三方皆為負擔，總療程耗時約 30 個工作天才可完成裝戴，所造成的人力與時間成本非常高昂。

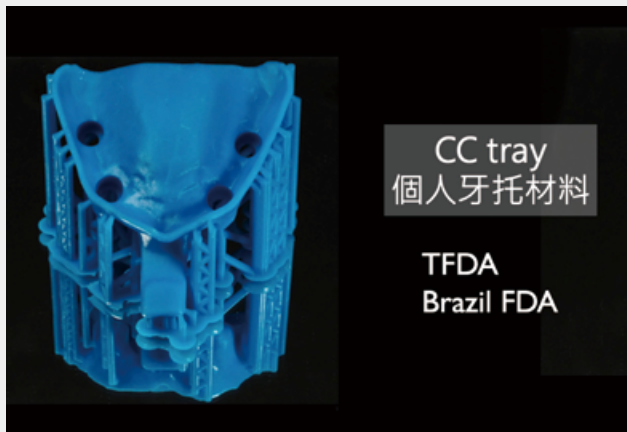
製作流程

於醫療器材的分類中，傳統臨時假牙與全口假牙兩者皆屬於二類醫材 (class II medical devices)，兩者都是由粉劑與液劑的形式包裝供售使用。粉劑的組成主要為：PMMA 粉末、玻璃粉末、過氧化二苯甲醯 (Benzoyl Peroxide) 起始劑、色素填料。液劑的成分包含：MMA 單體 (MMA, methyl methacrylate)、抑制劑、加速劑、交聯劑、增塑劑 (Plasticizer)。

於傳統製造流程中，必須使用高揮發性的液劑與粉劑結合，並攪拌揉捏塑形，或利用壓力機加壓成形，經

過高溫煮聚，最後研磨拋光，才完成全口假牙成品。由於原料包含高濃度的溶液以及塑化劑，對於醫師及牙技師在使用過程中可能造成危害，若製作過程中未將液劑與粉劑充分混合反應，最終成品亦有可能釋放出未反應的化學物質，對配戴義齒的病患造成傷害。三維列印在臨時假牙與全口假牙在製程上，相較於傳統流程省去繁瑣的製作過程，透過 CAD (Computer Aided Design) 軟體便能設計義齒的結構與型態。如圖 5，利用 3D 列印來製作全口假牙，可以將假牙底座與牙齒分開列印，再使用光固化樹脂將兩者黏合。

三維列印全口假牙材料方面，雖然其成份排除傳統材料揮發溶劑和塑化劑的問題，三維列印醫材的材料與製作流程，仍需要被嚴格的標準化，若不如此，則列印出來的醫材，恐面臨光起始劑釋出以及最終強度不足的問題，影響患者權益甚鉅。陽明數位牙材生產之 BB Base 假牙基底材料：(BB Base 3D printing resin for denture base) 假牙基底材料，在經過標準的製作流程後，為具有生物相容性、高強度、高表面硬度、低收縮率的牙科樹脂。它可用於 DLP、SLA 以及 LCD 的 3D 列印機，包含 MiiCraft、Form 2、Phrozen 等知名廠牌 3D 列印機。適用於波長 385 nm 及 405 nm



CC tray
個人牙托材料

TFDA
Brazil FDA

圖 3：陽明數位牙材的 3D 列印牙材「CC tray 個人牙托材料」，已通過 TFDA、Brazil FDA 等認證



DD guide
植牙導板材料

TFDA
CE
Brazil FDA

圖 4：陽明數位牙材的 3D 列印牙材「DD guide 植牙導板材料」，已通過 TFDA、CE、Brazil FDA 等認證



圖 5：左圖是單獨列印假牙底 (denture base) 的過程，而右圖為牙齒與假牙底相互黏合的成品

光源的光聚合式 3D 列印機。本產品目前已於 2020 年 8 月通過美國 FDA 二類醫療器材認證，並通過巴西 FDA 二類醫療器材認證（圖 6）。

除上述的 3D 列印全口假牙基底材料，陽明數位牙材生產之 AA Temp 臨時牙冠材料 (AA Temp 3D printing resin for temporary restorations)，也可在臨床上供臨時假牙所使用。本產品目前已通過美國 FDA 二類醫療器材認證，510(k) Number：K191590，以及巴西 FDA 二類醫療器材認證。預計 2021 上半年度取得臺灣 TFDA 二類醫療器材認證。AA temp 為具生物相容性、高強度、高表面硬度且低收縮率的牙科樹脂。

結語

因為陽明數位牙材是全臺灣第一個團隊，也是全世界少數的團隊通過 3D 列印臨時假牙與全口假牙基底材料的 FDA 二類醫材認證。也因此，陽明數位牙材於 2020 年獲得新創企業獎之殊榮。陽明數位牙材期許未來能研發出更多的 3D 列印牙材，能讓臺灣的本土牙材，在世界上爭取一席之地。■

本文智財權屬於陽明數位牙材股份有限公司

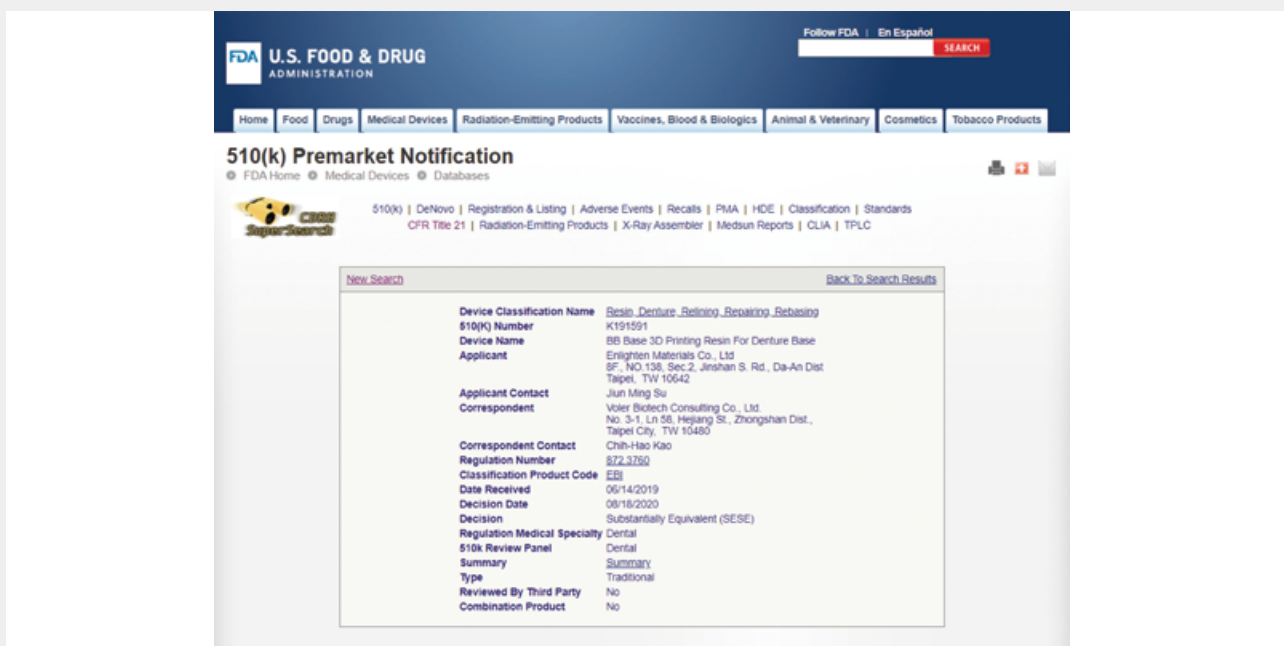


圖 6：陽明數位牙材的 BB Base 假牙基底材料已經通過美國 FDA 二類醫療器材認證

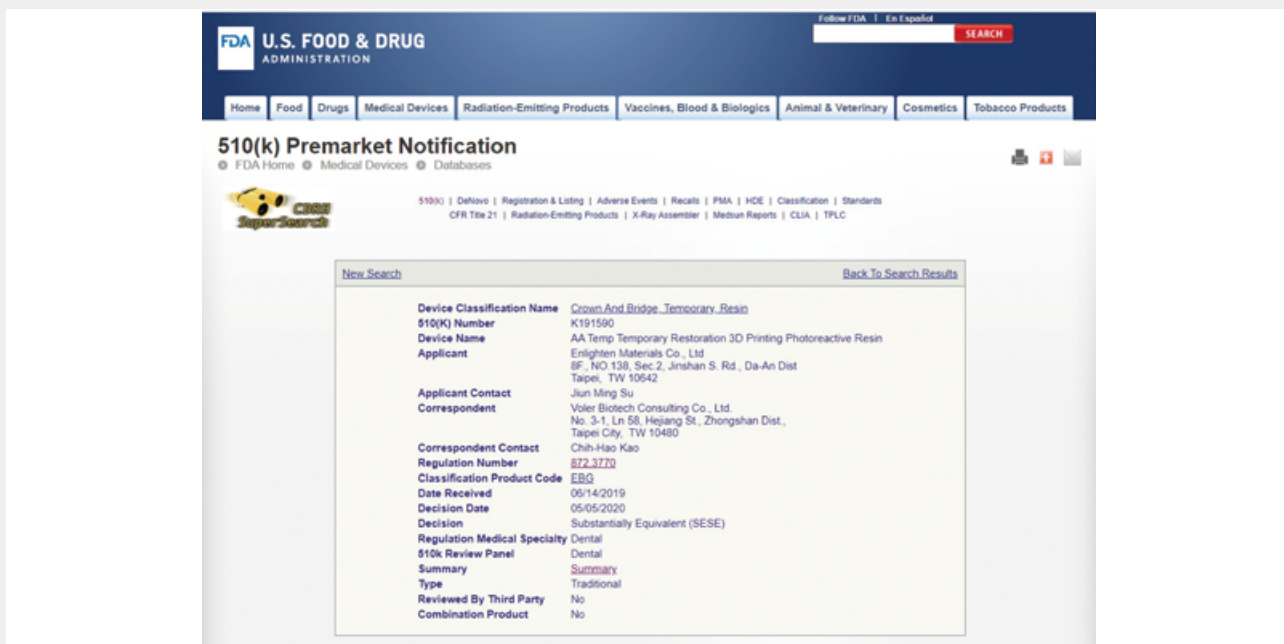
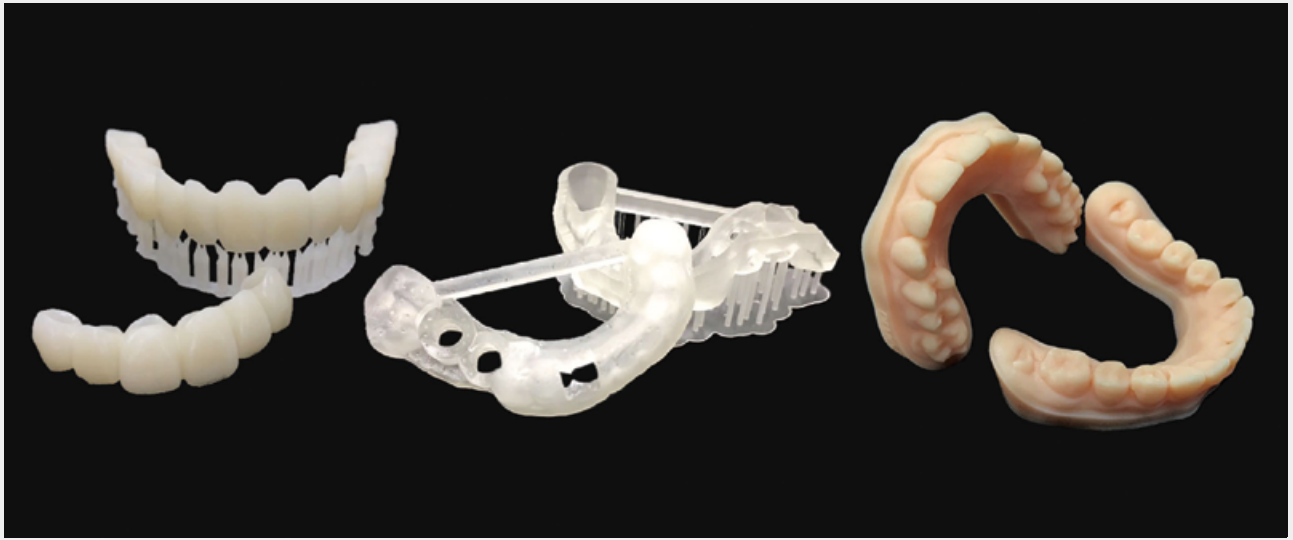


圖 7：陽明數位牙材 AA Temp 臨時牙冠材料已經通過美國 FDA 二類醫療器材認證



3D 列印數位牙科材料應用

■品印三維

前言

3D 列印機所使用於數位牙科的材料，市面上目前有幾款，牙冠用樹脂、模型用樹脂、導板用樹脂、活動牙床樹脂、蠟型樹脂、咬合板樹脂、隱形牙套樹脂與牙托樹脂，其中牙冠用樹脂、模型用樹脂、導板用樹脂，這三款樹脂在數位牙科的使用上最為大宗，以下介紹比較常用的這三款 3D 列印樹脂的應用

牙冠用樹脂

列印出數位設計好的牙冠，一般應用在患者裝戴永久冠前的臨時牙冠，或是植牙完要塑牙肉形狀的客製化 healing abutment 上。

模型用樹脂

應用於列印隱形矯正用的數位模型，或是當數位口掃描沒有實體模型可合模時，會印製出數位模型。

導板用樹脂

應用於列印植牙手術的手術植牙導引板或是牙肉切除

導引板。

數位 3D 製作流程

前面所提的幾款樹脂應用類型中，其 CP 值較高的有三種，第一種是臨時牙冠印製，第二種是製作隱形矯正模型，以及的三種則是製作植牙手術導引板，以下介紹一下臨時牙冠、數位矯正模型與植牙導板的製作流程。

臨時牙冠

- (1) 取模，又分為數位與傳統取模。其中數位取模是指使用口內掃描機掃描患者口腔來取得數位檔案，而傳統取模則是使用傳統矽膠印模的方式取得口腔模型，然後翻製出石膏後，再使用模型掃描機取得數位檔案。
- (2) 使用數位牙冠設計軟體設計出要印製的牙冠。
- (3) 將要印製的牙冠檔案，使用 3D 列印切層軟體排版切層後進行列印。

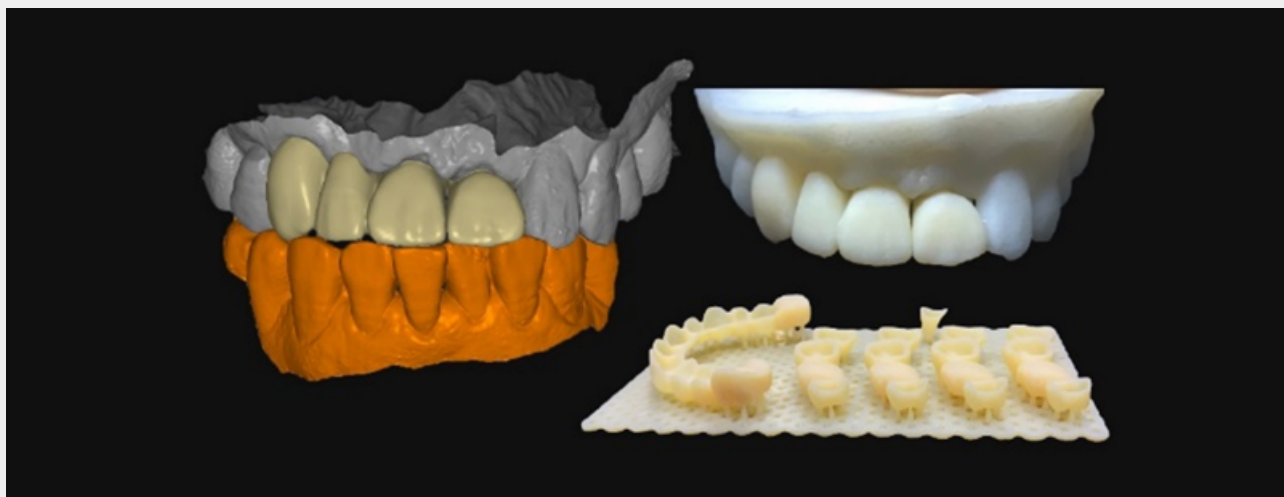


圖 1：臨時牙冠

使用 3D 列印機，可以大量生產臨時牙冠，節省掉不少的製作時間，其列印出來的臨時牙冠，不僅比手捏樹脂美觀，還能大幅減少製作時間，讓患者在更換永久牙以前也能有美觀的臨時牙使用。

數位矯正模型流程

- (1) 傳統或數位取模。
- (2) 規劃：這個步驟又可細分為三個流程。首先，使用數位矯正軟體先進行齒顎的分離；接下來，將齒顎分離好的模型進行矯正最終位置的排列；最後則是將牙齒初始位置到規劃最終位置之間進行步驟排序。
- (3) 輸出排序好步驟的數位模型檔案。
- (4) 使用 3D 列印切層軟體排版切層後，進行列印。

其列印出來的模型精細，模型後處理完後再進行膜片熱壓與裁切即可獲得隱形牙套。

植牙手術導引板流程

- (1) 傳統或數位取模。
- (2) CBCT 拍攝，取得患者 CBCT 影像資訊。
- (3) 規劃植體的擺放位置。

(4) 設計輸出植牙手術導引板。

(5) 使用 3D 列印切層軟體排版切層後，進行列印。

其列印出來的植牙手術導引板成品，可以幫醫師定位出植牙的方向，也能控制 Drill 使用深度，大幅提高手術成功率。

結論

一個好的 3D 列印數位牙科的成品，其成功關鍵除了材料特性的掌握外，專業的牙科專用切層軟體與操作的細節也會影響到列印的成敗，在此介紹 3D 數位牙科列印系統在操作上需要注意的事項。

切層軟體選擇需要注意

選擇專業的牙科切層軟體，可以針對不同的牙科產品去設定支撐接觸區的細度與密度，以及最佳的列印角度，不僅能讓牙齒解剖型態更清晰，也能大幅降低列印失敗的機率，此外還能調整掏空模型的厚薄度，還能讓模型中空更省料。

材料保存需要注意

- (1) 未使用完的樹脂需以不透光的罐子密封保存，3D 列印樹脂會與光反應，當樹脂被光線照射到，以

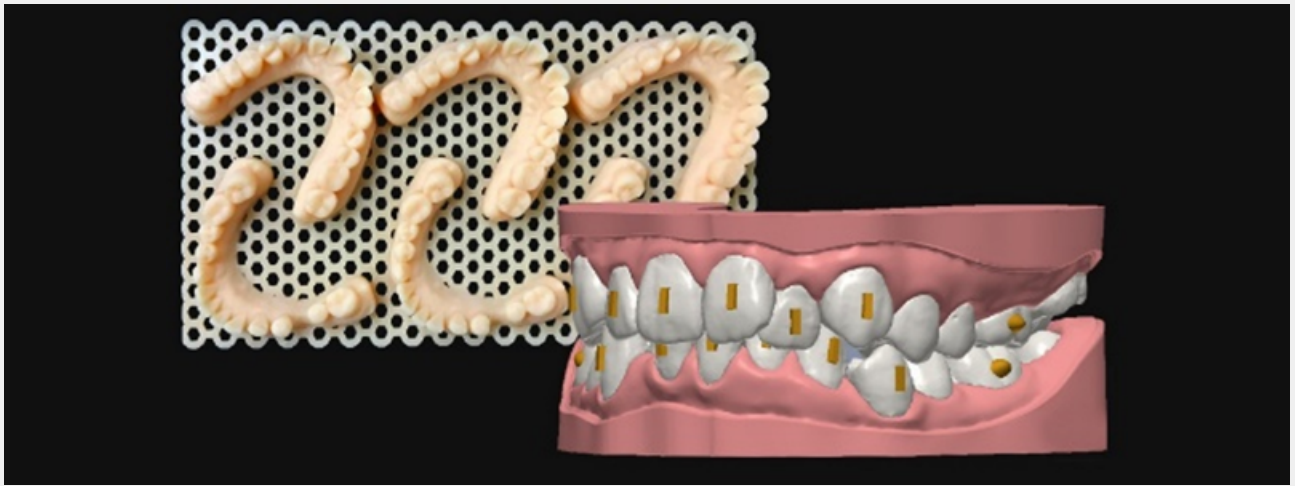


圖 2：數位矯正模型

及與大量的空氣接觸時會使樹脂變質。

- (2) 樹脂須放置於不會受潮的乾燥陰暗處，如果有防潮箱的配置可以大幅減少材料變質的機率。
- (3) 溫度控制，一般樹脂適合存放的溫度環境為攝氏 25~35 度，當樹脂低於 25 度時，樹脂的流動性會大幅降低，在列印時會因為材料的流動性降低，會造成列印出來的成品變形，如果室溫過低，建議開暖氣讓室溫維持於 25 度左右。
- (4) 列印前，要確認樹脂有攪拌均勻。

科診所或牙技所通常無法配置工程人員負責列印，所以選擇擁有牙科專業的服務團隊顯得更重要。欲知更多詳細資訊，請洽 info.printin3d@gmail.com ■

3D 列印操作上需要注意的事項：

- (1) 確認列印物件在切層軟體內的支撐擺放是否足夠。
- (2) 列印前，確認料槽與面板有無殘渣。
- (3) 確認料槽內的膜片是否有破損或鬆弛。
- (4) 使用 LCD 的 3D 列印機，要定期注意 LCD 面板是否有損壞。
- (5) 確認放置 3D 列印機的環境溫度，當超過 35 度時，列印機容易過熱。

上述注意事項是購買列印系統後常遇見的問題，所以必須控管好每個環節才能得到最好的列印結果，但牙

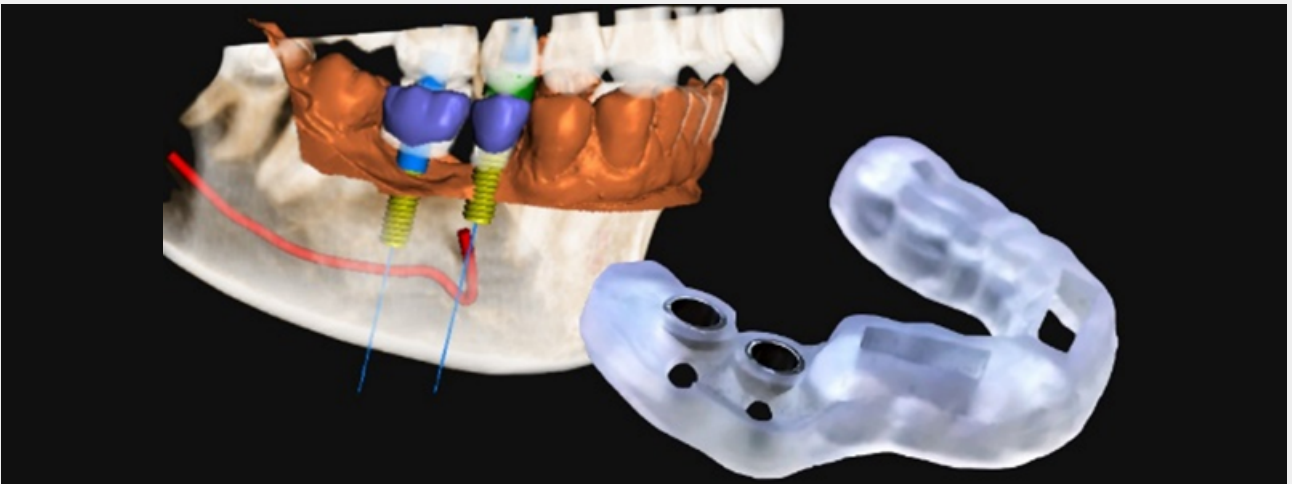


圖 3：植牙手術導引板

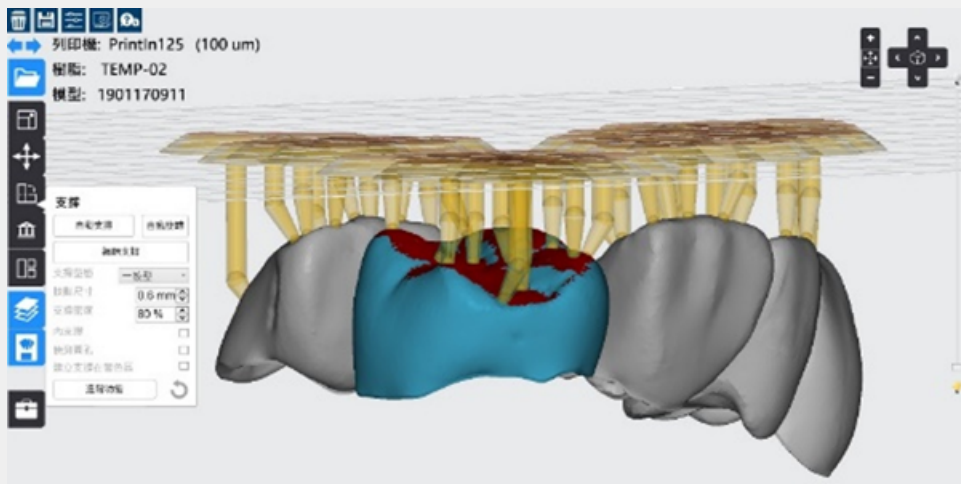


圖 4：牙科專用切層軟體



數位化牙科時代來臨，Formlabs 帶您共創雙贏

■台灣天馬科技 / 王葳淨 行銷企劃

前言

被稱為是「第三次工業革命」的 3D 列印可謂數位化的一大推手，許多產業透過 3D 列印加速產品的研發流程，以達到更好的成效，同時減低生產的時間與人力成本。目前 3D 列印可以應用的領域五花八門，不管是數位製造、數位醫療、模型創作，甚至是數位牙科也都沒問題。近年來由於牙科 3D 掃描、3D 列印與相關軟體的技術精進，許多牙科、牙技所紛紛投入「數位化」的行列，將 3D 掃描、列印等數位化工具導入牙科產業，也有許多醫療與牙科單位設置了 3D 列印中心。

Formlabs LFS 低應力光固化技術，高品質牙科列印精準度

牙科產業正在進行數位化的變革，而 Formlabs 是走在最前端的。致力於成為數位牙科的「催化劑」，Formlabs 推出了全新專利研發的 LFS 低應力光固化機種—— Form3B/Form3BL。低應力雷射光固化技

術有別於一般的光固化設備，採單點雷射的高精準列印，且新開發的雷射模組確保了雷射光源的垂直性，並擁有彈性薄膜設計，確保列印出來的牙科產品擁有極高的準確度，也能達到良好的平滑度與透度，這是牙科診所 / 牙技所在列印牙科產品時所不可或缺的。此外，Form3B/Form3BL 更擁有獨特的智慧給料系統，可以自動偵測所需補料，並無管線設計，因此牙科診所或牙技所可以一次列印大批量的牙材，達到真正的關燈生產，帶來更方便的體驗。

3D 列印與環保的兼容並蓄，環境友善牙科 3D 列印設備

如前述，因導入 3D 列印，讓整個牙科診療的流程更加精準也更加順暢。由於列印出來的物件是要實際在診療流程中做即時應用，牙技師與牙醫師時常需要在牙技所或牙科診所中討論，並實際列印，因此列印機對於環境造成的影響是非常重要的—— Formlabs 設備分別通過了：



圖 1：目前 Formlabs 所開發的牙科 3D 列印材料已多達十種，並持續研發中

- Wifi 認證：分別通過 NCC 2.4G/5G 的 Wifi 認證，不必擔心 Wifi 的低功率射頻所產生的電磁波造成精密儀器影響，也不會對人體造成危害。
- VOCs 低溢散認證：Formlabs 設備共檢測 36 個項目，並全數符合臺灣標準。
- 低噪音認證：列印時的聲功率為 51、聲壓位準為 38，均低於臺灣環保標準。

環保意識抬頭，友善的列印環境是非常重要的，同時卻也是許多 3D 列印設備所忽略的，有了通過認證的 3D 列印設備，放置在牙技所或牙科診所中做即時的批量列印，也不必擔心會有刺鼻的氣味或惱人的噪音——真正協助牙科產業提升效率，同時也可以安心地使用。

量「口」打造超多元牙科材料，提升診療效率與病患看診體驗

隨著數位牙科的逐步發展，Formlabs 也發展出了許多款的牙科可應用的材料，目前已經有十種這麼多，其中也包含了多款通過生物相容性認證的材料。目前 Formlabs 所開發的牙科用材料如下：牙模樹脂 (Model Resin)、快速樹脂 (Draft Resin)、生醫樹



圖 2：通過環保檢測的設備，可以安心地在診間列印使用

脂 (BioMed Amber Resin)、牙科 LT 樹脂 (Dental LT Clear Resin)、精密蠟模樹脂 (Castable Wax Resin)、臨時假牙樹脂 (Digital Dentures)、客製化托盤 (Custom Tray Resin)、Temporary CB Resin、永久牙冠樹脂 (permanent crown resin)、軟組織樹脂 (soft tissue starter resin)……等。以下簡述幾個牙科 3D 列印應用方式：

- 組合牙模：高度精確且可組裝替換的組合牙模，可讓醫師在診療前先行模擬臨床應用，也可以應用在牙科相關的教育上，提升整個診療流程的效率與精準度。
- 咬合板：透過牙科 LT 樹脂列印細緻、高度光學透明的咬合板，並通過生物相容性 Class II 認證，可與人體接觸 30 天。
- 牙冠與牙橋：透過精密蠟模樹脂可以列印高細緻度的牙冠與牙橋，再以脫蠟鑄造的方式翻鑄，即可生產金屬的牙冠與牙橋，並實際應用至患者身上。
- 手術導引板：以生醫樹脂列印手術導引板，能夠讓牙科手術更精準地進行，也更有效率。Formlabs 生醫樹脂通過生物相容性 Class I 認證，可與人體接觸 24 小時。
- 矯正模型：可透過快速樹脂一次列印大批量的矯正



圖 3：列印效果表面細緻且精準度高，提升醫師診療效果與病患的診療體驗

模型，省時又省力，接著可再透過真空吸附的方式生產透明牙套，簡單方便。

- 全口假牙：以假牙樹脂直接 3D 列印精確的全口假牙，可達到符合經濟效益的解決方案。

口掃、建模、牙科列印到臨床應用，一條龍流程通通搞定

因現階段軟硬體設備的快速精進與整合，結合口腔掃描設備、CAD/CAM 軟體與多元 3D 列印技術，再實施準確的消毒程序，只要幾個小時，即可透過從患者口腔取得的資訊生產牙科產品，並應用到患者診療上。台灣天馬科技結合 Shining 3D 口掃設備與 Formlabs 3D 列印設備，這樣一條龍的流程除了可以加速臨床醫師端的應用，更可以進一步融合不同的技術來客製化醫療產品。

此外，藉由海內外不同技術的發展與交流，能夠讓學生們及早接觸到新興科技，牙醫師與牙技師也可以透過再教育的方式去接觸到更多嶄新的技術，以優化現有的療程。



圖 4：全自動化後處理設備，自動清洗與二次固化，方便又簡單

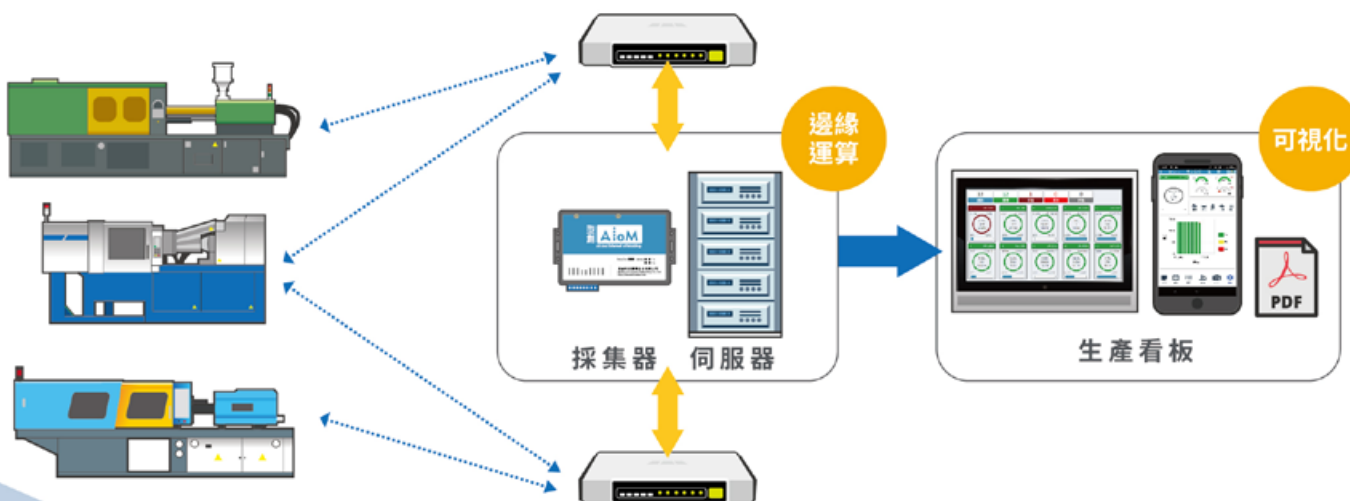


圖 5：可一次大批量列印牙科材料，節省人力、時間與金錢成本

結語

技術的進步日新月異，目前已經越來越成熟的牙科 3D 列印，可以加速牙科的數位化，協助牙醫師與牙技師解決更多問題，一方面可以達到更有效率的診療流程，也讓整體的醫療品質有所提升。藉由整合多元 3D 掃描與 3D 列印技術，可以開拓更多嶄新的研究、開發更多牙科醫療的可能性，增進人民醫療衛生福祉，也增強臺灣在國際牙科領域的競爭力。■

95%射出機相容，省錢省時



標準版介紹

透過IoT技術，進行全廠設備聯網及數據自動採集，可隨時隨地獲得全廠設備狀態資訊，即時掌握**生產週期**、**稼動率**、**異常閒置**、**穩定性**，邁向可視化工廠，讓科學數據成為企業強而有力的智慧資產，增加競爭力吸引更多客戶的青睞。

優勢

- 1 高度相容** 適用於95%廠牌射出機，實現全廠設備可視化
- 2 提升效率** 即時監控生產週期時間，發現過慢，當下處理
- 3 提升可動** 即時監控異常閒置，當下處理，降低浪費
- 4 維護容易** 系統維護容易，無須額外學習
- 5 快速上線** 針對產業進行標準化設定，經驗豐富，一週內上線
- 6 數位轉型** 工廠數位化轉型，增加接單率

廣告編號 2021-02-A08

型創科技顧問股份有限公司

www.minnotec.com

地址：新北市板橋區文化路一段268號6樓之1

E-MAIL: info@minnotec.com TEL: +886-2-8969-0409

海外

· 東莞 · 蘇州 · 曼谷

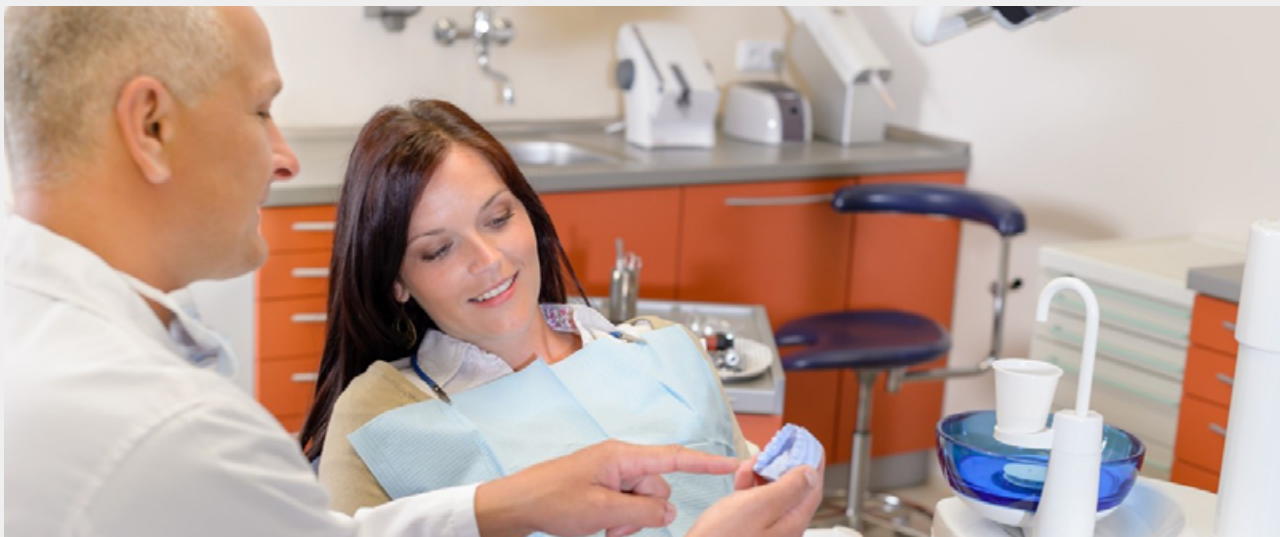
未來據點

· 台中 · 高雄 · 寧波 · 廈門 · 印尼 · 吉隆坡 · 菲律賓 · 越南

型創 **SMART Molding**



更多資訊



顛覆傳統的 3D 列印精準醫療，讓牙齒矯正更智慧

■通業技研 / 蔡君婷 行銷經理

MIT 3D 列印興起，轉型數位牙科無壓力

早期 3D 設備價格不菲外加材料綁定，且多半以國際大廠知名品牌為主；現今隨著民眾對牙齒保健的重視度日漸提高，又適逢 3D 列印技術專利到期，3D 數位化對於牙科產業已普遍應用，並轉型在地化客製發展，不僅硬體價格親民化、材料開放第三方參數，再搭配近年口內掃描機興起取代傳統印模，讓牙科診所開始轉型數位化，創造精準、快速及舒適等獨特性。

MiiCraft Ultra 技術

採用 DLP 技術，高分辨率芯片解決方案，結合先進的光學系統設計製造的 3D 列印機，實現更快的列印速度和製作部件的精美細節。利用 UV 專用的光學微投影模組搭配數位光閥，經數位轉換後的立體圖片切片圖案，將 UV 光投影影像照射於待成型的光敏樹脂中，然後固化為實體物件，配合微步控制平臺及輔助離型系統，一層一層上拉堆疊成型，保持印刷精度並維持工業級性能。

縮減 3 成的工作時間與成本

憑藉 MiiCraft 3D 列印機臺三大優勢——「MIT 臺灣製造、光固化成型模型精準度佳、列印時間快速」，不論是模擬矯正後齒列或全口假牙美學，皆可透過 3D 列印製作原型讓醫生與病患之間進行雙向溝通。

此外，以打樣來說，透過以往 CAD/CAM 開模流程，打樣 1 公分正方體標準件，其使用的硬體設備小至車針、大至空壓機不等，耗時約 45 分鐘～1 小時，整體設備費用約百萬上下。使用 3D 列印機後，僅須電腦、3D 列印機臺，以及光固化劑耗材，成本門檻相對較低，可控制在 30 萬左右，而根據同樣標準件打樣，時間可控制在 15-20 分鐘（減少 30% 時間），精準度也不亞於加工車出來的物件。

以 3D 列印協作打造舒適、美觀的隱形牙套

位於臺中的「鎂鉑數位牙體技術所」（簡稱：鎂鉑），由具醫學工程背景的柯百俞院長領軍，偕同專業研發

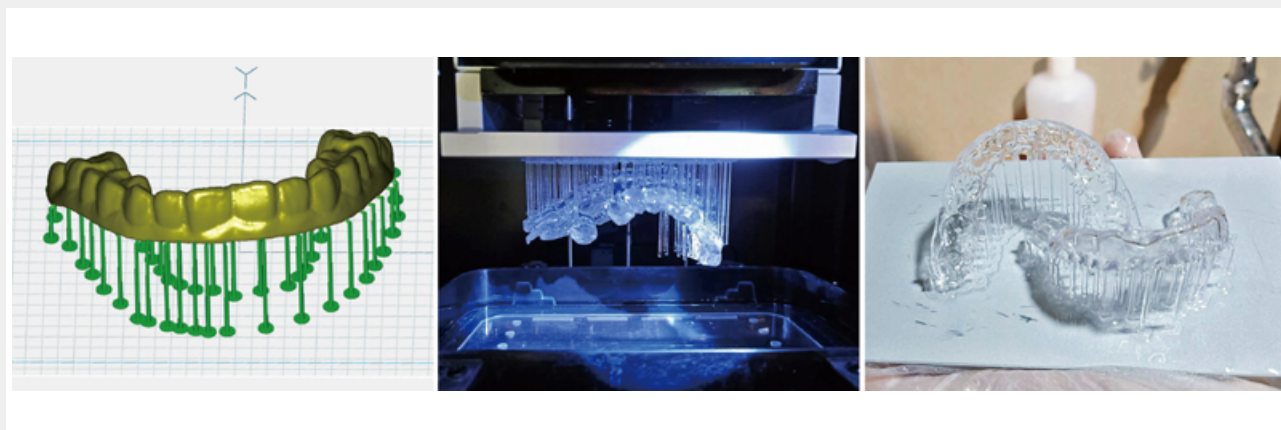


圖 1：透過 Miicraft 3D 列印隱形牙套（打樣），幾小時內即完成製作

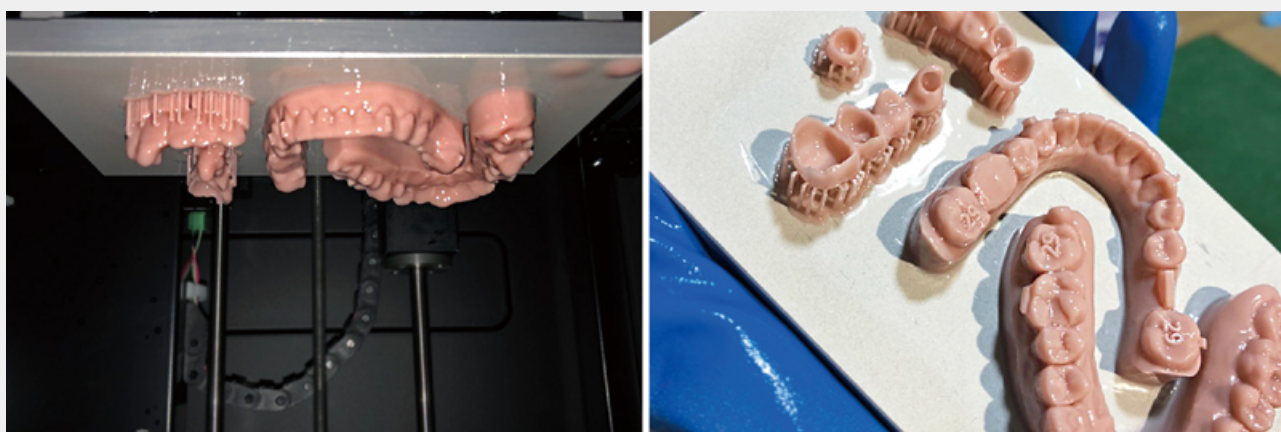


圖 2：牙模及假牙 3D 樣品，可供外型確認 / 模型演示，增加與病患治療期間的溝通、減少醫療糾紛，並同步供真空成型來製作成品

人員及中興大學精密工程研究所共同合作研發，是全臺少數經軟、硬體整合後，通過衛福部認證的「隱形矯正裝置」。

未導入 3D 列印前，鎂鉑僅用虛擬動畫檔或 3D 視圖與患者進行溝通，對於未來治療後的口腔美感只能單憑想像，無法具體化呈現，若直接開模製造，又不符合經濟效益。傳統牙齒矯正方式即是在牙齒上黏上矯正器，再透過鋼線牽引，使牙齒慢慢拉回預期的位置。

3D 技術日益發展下，「隱形牙套」已成未來趨勢；鎂鉑透過數位掃描 3D 影像及 3D 列印協作溝通來確

認最終齒模，運用真空成型及首創 3D 雷射牙套切割設備，搭載專業牙體技術所做出的「隱形牙套」；其過程從研發、設計、製造皆在地化處理，可大幅降低人工誤差與成本，並提升產品製作速度與品質（一週內啟動隱形矯正療程，每兩周更換一副隱形牙套），為顧客量身打造兼具舒適、美觀、便利的隱形牙套。

結語

通業技研憑藉多年 3D 數位醫療打樣的經驗，與鎂鉑數位牙體技術所合作透過 3D 數位化科技顛覆傳統，讓矯正方式更加智慧，讓創新數位醫療服務走向國際化市場。■



圖 3：Miicraft 3D 列印機憑 MIT 臺灣製造、光固化成型模型精準度佳、列印時間快速，使牙科數位走向診所



圖 4：牙科材料除原廠的，亦開放第三方參數

傳統設計	數位化設計
需製作多組石膏模型，較佔空間，環境容易髒亂，灰塵較多	口內掃描機（掃描石膏模），數位化檔案方便管理，環境整潔較容易維護
人工切割石膏模型，有人為毀損可能	以軟體將數位資料做齒顎分離，簡單快速，同時產生後續自動化加工路徑
肉眼比對 2D 照片，準確度低	透過 3D 數位排牙，自動規劃牙齒移動
石膏模需人工不斷滴蠟、修整蠟，耗時費力	3D 列印排牙規劃結果，快速準確

表 1：隱形牙套矯正的傳統設計與數位設計之比較

Ultra 系列	Ultra 150	Ultra 125	Ultra 100	Ultra 80	Ultra 50
成型範圍 (mm)(LxWxH)	150 x 84.4 x 120	125 x 70 x 120	102 x 57.5 x 120	80 x 45 x 120	57 x 32 x 120
成型精度	78µm	65µm	53µm	41.5µm	30µm
分層厚度	5-200µm				
光源波長 (LED)	405/385/360 nm 購入系統前，請擇一波長				
機器尺寸	430 mm x 430 mm x 590 mm				
設備重量	37.5KG				
電源需求	100 – 240V AC, 2A, 50 Hz/60Hz				

表 2：MiiCraft 品牌 Ultra 系列提供多種尺寸機型



台灣3D列印暨 積層製造設備展

Taiwan 3D Printing and
Additive Manufacturing Show

25 Aug. (Wed.) ▶ 28 Aug. (Sat.), 2021

台北南港展覽館 Taipei Nangang Exhibition Center

一鍵列印未來的模樣
Print Your Imagination

展出項目 / Exhibit Profile



積層製造設備暨零組件
Additive Manufacturing Equipment



技術製造
Additive Manufacturing Technology



應用軟體與相關系統
3D Software & System



設計及其他代工服務
Design & Other Related Service



積層製造耗材
3D Printing Components & Supplies

展出費用 / Exhibit Fee

攤位形式 Type of Booth (9m ²)	定價(含稅) Price (Tax included)	早鳥價(含稅) Early Bird Discount (Tax included)
淨空地 Raw Space	NT\$49,350	NT\$46,200
標準攤位 Standard Booth	NT\$54,075	NT\$50,925

※2020.10.31前報名享早鳥價 / Early bird discount is available for registrations received on or prior to 31-Oct., 2020.

報名專線 / Contact us

展昭國際企業股份有限公司 Chan Chao International Co., Ltd.

TEL: 02-26596000 Fax: 02-26597000

林鈺婷小姐 Ms. Ivy Lin #192 / 楊于德先生 Mr. Harry Yang #107
show@chancho.com.tw

主辦單位 Organizer :

三維列印協會 台灣區模具工業同業公會 展昭國際企業股份有限公司



官方網站

廣告編號 2021-02-A09



數位牙體技術的開發與未來應用

■科大科技股份有限公司

前言

科大科技股份有限公司專注於開發數位牙體技術的開發，它包含數位掃描、數位設計，數位製造與數位臨床等技術的開發與整合，是一群對逆向掃描技術、3D 列印技術以及數位牙醫臨床訓練模型的設計等領域充滿熱忱的技術團隊所成立，主要研發核心技術有光投影取像模型重建技術、光固化聚合 3D 列印技術、多材料光固化 3D 列印技術、陶瓷漿料 3D 列印技術以及牙齒贖復元件列印等技術的開發，在超過 10 年以上的經驗累積與淬煉終於完成了桌上型牙模逆向掃描機、臨時假牙列印機、多材多色 3D 列印機、陶瓷漿料 3D 列印機與根管治療數位模型列印等的商業機，在 108 年 7 月 5 日創立公司。

公司的企業文化充滿數位化製造的熱情與跨領域技術整合的執著，並以陶瓷列印技術、全口假牙列印與數位臨床所需的客製化模型開發為未來十年的技術扎根方向。

數位牙技

數位牙技包含數位掃描、數位設計、數位製造與數位臨床。科大科技在成立之時即推出數位掃描系統，名為「牙模 3D 掃描器 (dental 3D scanner)」，其特色如圖 1 所示，可以透過手機的 APP 控制掃描器，並將創辦人與執行長首次在德國 FormNext 2019 會場參展所販售的「牙模 3D 掃描器 (dental 3D scanner)」上市，因掃描速度快、解析度高以及價格相對於知名大廠低廉，上市當天即獲得許多的訂單。

Dental 3D Scanner 四大特色

由圖 2 可以得知 Dental 3D scanner 的特色為一按鍵完成掃描外、可以透過 QR code 獲得檔案掃描資訊、手機連結建檔與展示以及雲端儲存。

一鍵掃處理

透過無線網路通訊連結移動設備如手機、筆電平板等，登入內部介面即可控制儀器立即掃描。

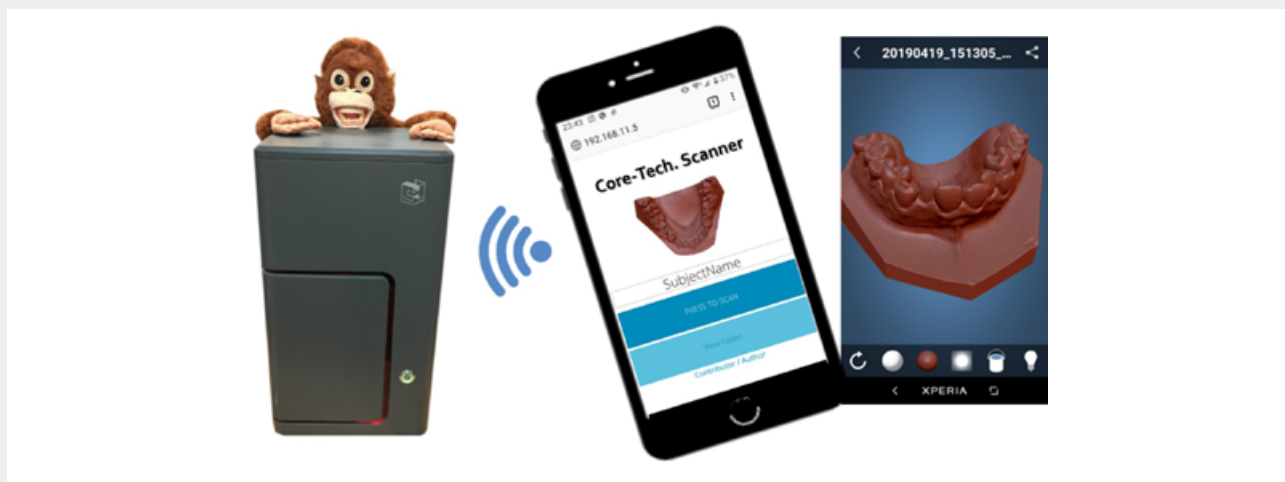


圖 1：牙模 3D 掃瞄器

簡易校正及維護

設備移動及歸位後僅需使用特有的校正版進行一鍵校正，亦可透過設備的 USB-C 接口連結外部螢幕等。

取得檔案方便

掃描完成後會即刻回傳圖檔至行動裝置。

簡易的操作控制

為使更多人能夠更加容易操作此設備，設計時便將操作方式與介面設計得極為簡易，功能卻也相當完善。

提供客製化服務的數位牙科模型大量 3D 列印與倉儲系統

由於數位透明矯正牙套一直是大量客製化設計與製造的市場，目前雖導入 3D 列印，但仍依賴人工安裝與卸下成型板、列印的數位模型再進行人工的後處理如清洗與後固化等工作，後續的人工程序耗工與耗時。

另一重點是因數位光投影處理技術無法提供大面積的投影列印，故無法一次列印數對矯正數位牙模型。因此，本公司所開發的技術主要以液晶光投影固化列印技術為基礎，結合數位自動排版、自動清洗、自動後

固化與自動倉儲的生產模式，可提供客製化牙齒數位矯正模型的自動化生產以滿足大量列印，並提供誤差比對與倉儲管理如圖 3 所示。各模組間可以獨立運用，也可以系統整合，結合感測器元件亦可以評估加工參數對誤差的影響，如圖 4 所示，本系統列印的精密度達 99%。

Fortune Business Insights 表示矯正市場在 2018 年的產值為 40.6 億美元，預計到 2026 年將達到 97.2 億美元。牙齒矯正需求的上升是因為數位取模與快速列印的技術快速提升所驅動，而採用透明牙套以達到美觀的目的也是推動市場需求快速提升的原因之一，在市場的驅動下，數位設計、數位製造與自動驗證已經成為矯正市場的標準工法，而本公司所開發的技術正符合此市場的需求。

系統用途多應用性

目前系統所應用的方向都是往數位牙體與贗復元件的領域進行，且專注在口腔牙科方面，像是手術導板、臨時假牙、口腔咬合板、全口假牙、齒列矯正等，目前業界這方面的應用較多為客製化且一次性的製作，所以單價成本會較高。使用本系統生產可以做一次大

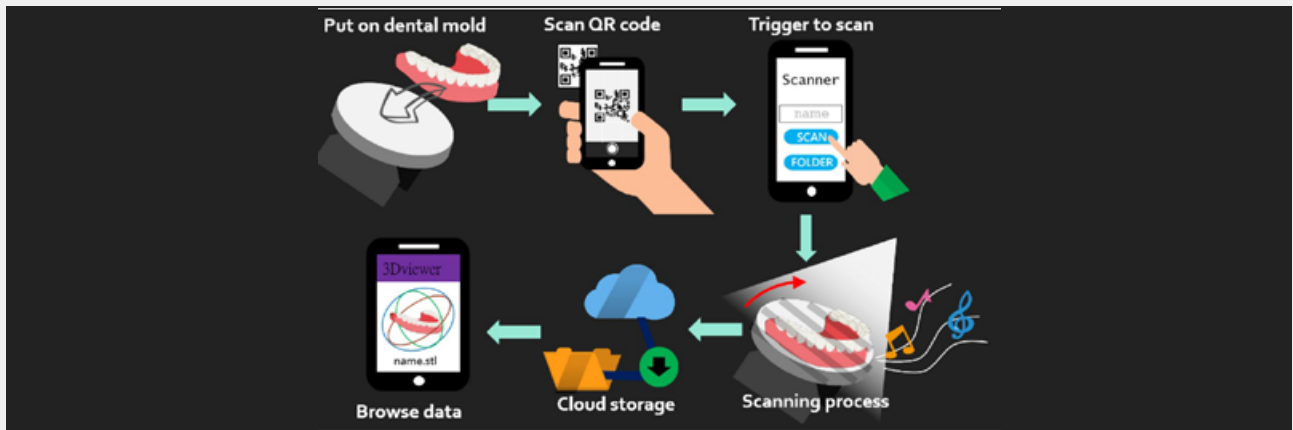


圖 2：牙模 3D 掃瞄器操作流程圖

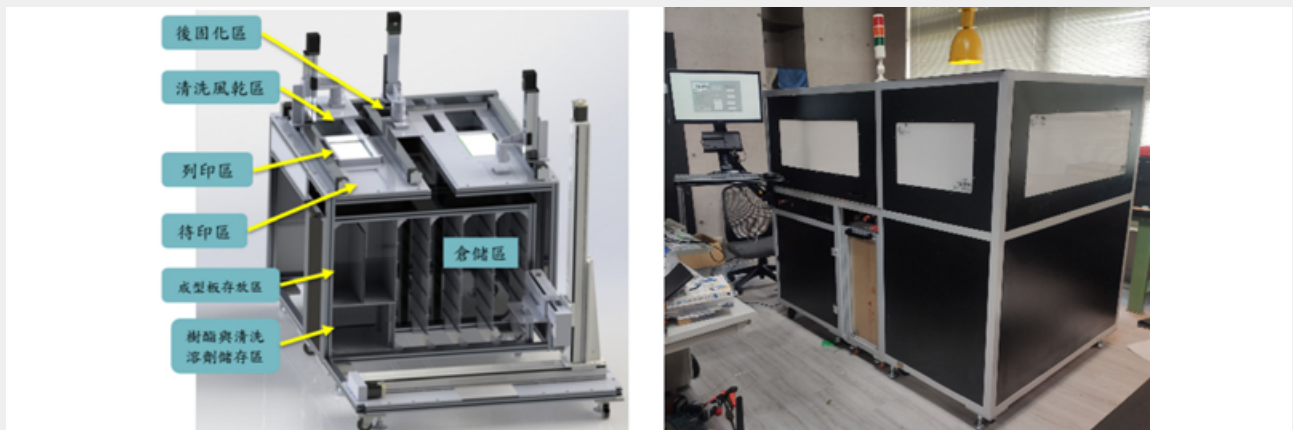


圖 3：大量客製化數位牙模自動化列印與倉儲系統圖

量的客製化生產，可以降低整體生產的成本。

藉由多材多色 3D 列印機印製客製化的牙根手術模型

自然牙的短缺造成根管治療醫師養成困難。本司為解決自然牙取得不易的困境，開發客製化自然牙仿體。它是據牙齒所拍攝之斷層掃描的醫學影像透過自行開發轉換軟體，可快速將醫學影像轉換為高解析度之 STL 檔案，並透過自行開發之多層次切層軟體，進行模型的重建與前處理，搭配多材多色 3D 列印機實際進行根管治療模型的列印製造，而為根管治療模型，在臨床應用上可供牙醫師在根管治療前，先進行手術模擬，以提高手術的成功率，因根管治療專科訓練中

練習模型所需，在模型於生產列印模型需具備牙冠、牙根及牙髓三大部分，而各部位的顏色及性質需求皆不同，故在生產上同樣具多色與多材的需求性，完成後則交回臨床醫師端，進行專業訓練的評估與測試。

結語

本公司除了提供數位牙技的產品外，也搭配已獲得 FDA 認證的生物相容性樹脂與機臺一起販售外、提供機臺租借、代客掃描與列印等的服務，更定期舉辦實作工作坊提供教育訓練與創客的討論平臺，使數位掃描、數位設計與數位製造的整合方案能應用於不同的領域而引領數位轉型。■

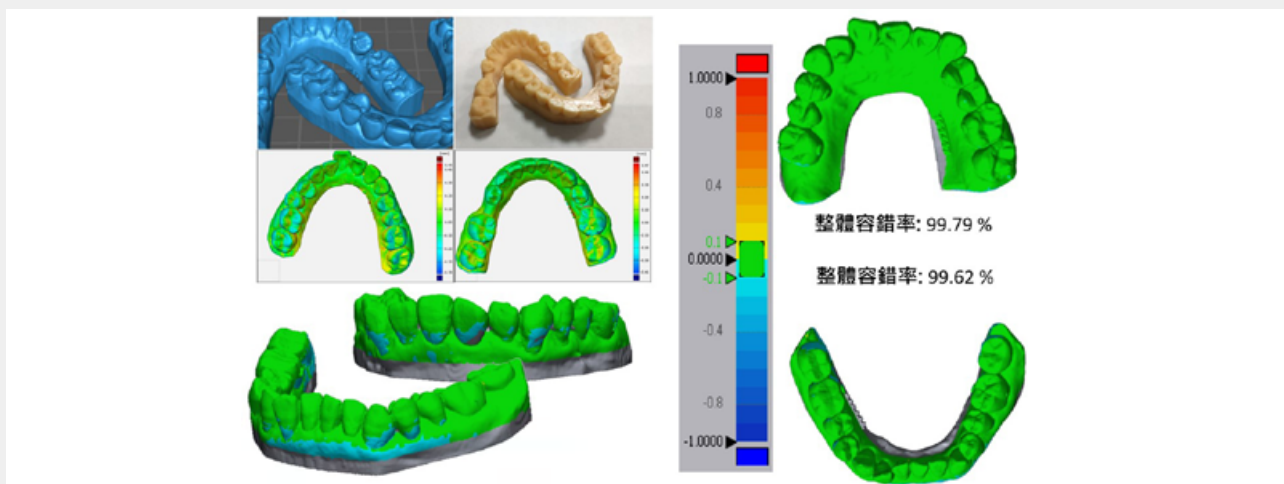


圖 4：列印精準度

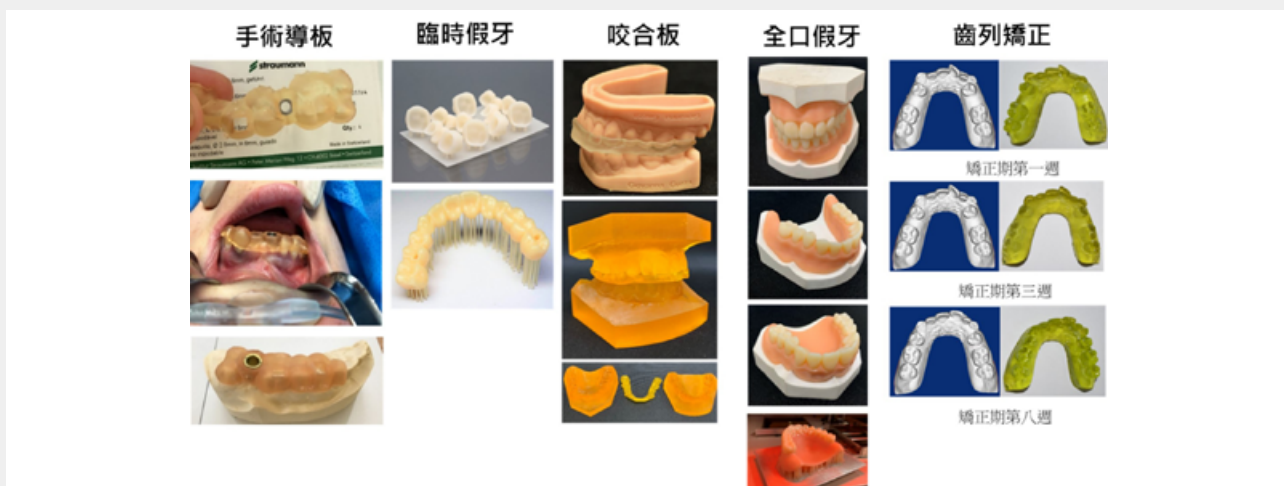


圖 5：系統用途多應用性



圖 6：客製化根管手術模型列印



MiiCraft 高精度光固化 3D 列印機於牙科之應用

■揚明光學

前言

牙科產品具有高度客製化特性，以往由師傅手工製作需要專業的技巧，費工耗時。使用 3D 列印的好處是檔案數位化可重複產出、精準度更高、比起傳統石膏模型製作生產速度更快。MiiCraft 為揚明光學 3D 列印團隊所創立的品牌，運用核心數位光學技術，提供客戶整合積層製造、列印材料、應用軟體的最佳 3D 列印體驗，目前已有許多牙科用戶使用 MiiCraft 高精度光固化 3D 列印機來實現數位牙科的好處。

MiiCraft Prime 牙科應用

Prime 桌上型 3D 列印機可為中小型牙技廠與牙科診所，提供工業級高精度 3D 列印，快速產出多元的客製化牙科數位產品，縮短病患等待時間、提升治療的精準度。

精準與穩定：口腔修復用的牙模應用

修復用的工作模型對於列印精度要求高，孔位與大小必須非常精準，使牙齒與工作牙模可以順利嵌合無間

隙。Prime 系列機臺的 XY 投影精度為 55 μ m/40 μ m，搭配均勻度智慧補償以及影像矯正演算法，列印品表面積精度均可達到 +100 微米以內。MiiCraft 目前所銷售的牙科客群中，相當大比例實際用於列印口腔修復的模型，顯示 Prime 在精準度與穩定性方面都有非常好的表現。

開放材料：3D 列印隱形牙套應用

目前市面上的隱形牙套是由熱塑片壓到 3D 列印的牙模上成型，外國研發出可以直接列印的隱形牙套材料，列印成品與熱塑片一樣具有韌性，但這類材料特性較為黏稠，列印難度高，Prime 具有獨家主動式輔助離型技術與低離型力膠槽，可穩定連續的列印出 3D 隱形牙套、運動牙套、止鼾器、牙齦等軟性、有韌性的應用。

降低離型力的設計更有助於各式膠材的使用，包含牙模、臨時假牙、手術導板、可鑄造的支架、牙冠、牙

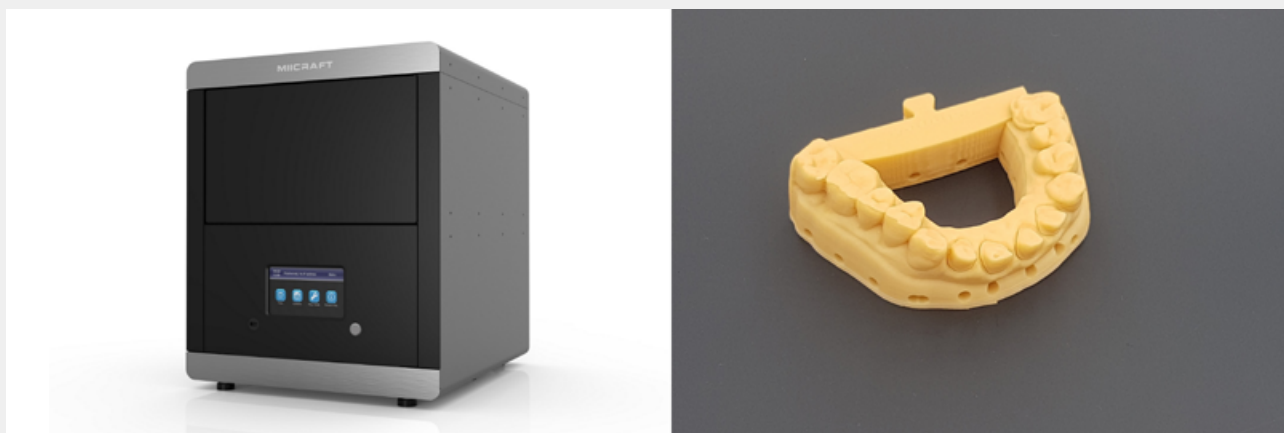


圖 1：Prime 桌上型 3D 列印機與修復工作模型

橋等皆可在一臺 Prime 上面完成列印，而且不限定使用 MiiCraft 提供的膠材，可產出最多樣化的牙科產品。

操作流程簡易：列印速度快

使用 MiiCraft 提供的切片軟體（可兼容所有牙科 CAD 軟體輸出之 .stl），可對檔案進行自動排版、自動支撐等自動化及手動調整功能，完成後進行切片，並直接匯入到機臺進行列印，智慧化的軟體幫助使用者縮短列印前的前置準備時間。列印一盤全口牙模可在 20 分鐘內完成（一盤可以平放 3 個牙模），生產效率高。

MiiCraft Advance/Profession 牙科應用

Advance/Profession 直立型 3D 列印機是為量產應用打造的高精度 3D 列印機，列印幅面大，可快速產出多元的客製化牙科數位產品。

一般 DLP 光固化列印機的 4 倍列印面積

將兩臺 DLP 光機並排投影，運用自行開發的影像融合演算法 (Image Stitching Algorithm)，達到最大的列印面積 25cm 長 x 23cm 寬，XY 平面分辨率達 125 μ m，相較於市面上 DLP 機型平均的列印大小落在 12cm 長 x 7cm 寬，MiiCraft Advance255 是一般 DLP 光固化列印機的 4 倍列印面積。一盤可產出 39 個（13 排）牙模，為牙技產業提升生產效率、實現客製化生

產，同時提供了更為經濟的打樣方式。

列印品尺寸精準，實配性優良

MiiCraft Advance/Profession 系列核心光機投影的 XY 精度分為 30 μ m、65 μ m、100 μ m、125 μ m，可呈現非常細緻的列印品質。運用自行開發的影像矯正演算法 (Image Correction Algorithm)，對每個單一 pixel 進行校正，使列印品輸出可以達到 μ m 級的精密度，提供臨時假牙、金屬支架、隱型牙套等精準的搭配性。

列印品中心與四角品質一致

將畫面分割為 144 格 (16 x 9)，輔以智慧補償，固化面的影像任一點均勻度可達近乎 100% 完美的能量均勻度，可避免整層曝光時，因角落能量低落或整面能量不均導致的列印缺陷。MiiCraft Advance/Profession 系列在支援大列印面積的同時，滿足列印品中心與四角品質一致，實現滿盤列印的高效率產出。

自動排版與建立支柱

MiiCraft Advance/Profession 系列搭配 MiiUtility 軟體，軟體內建自動排版功能，主動計算列印平臺上可擺放最多的列印品數量與位置，免去使用者手動調整排版的時間；MiiUtility 軟體支援自動建立支柱功能，



圖 2：Prime 列印之隱形牙套與牙齦，具韌性及彈性的觸感

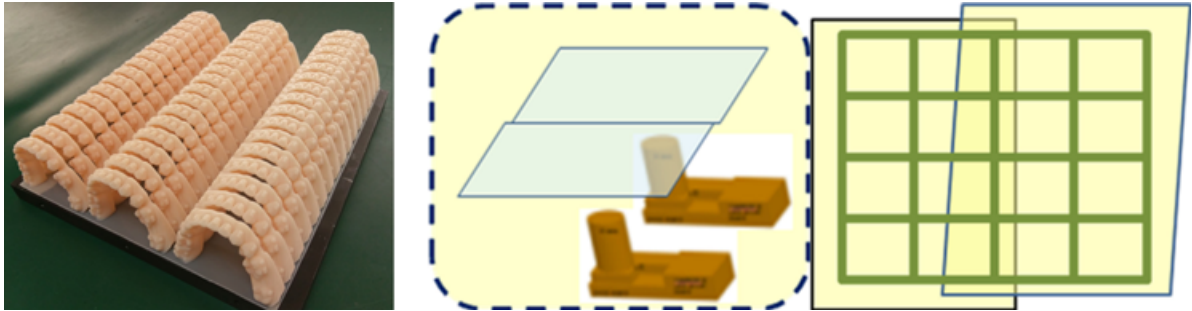


圖 3：Advance 透過雙光機投影列印之整盤牙模

可依列印模型結構不同，自動建立對應的支撐柱，提升使用效率與操作便利性。

多元的牙科材料選擇

MiiCraft Advance/Profession 系列的波長範圍介於 365~405nm 之間，適合市面上大多數光固化樹脂，可支援多元的牙科用膠及應用，如牙模、手術導板、維持器、臨時假牙等。此外，MiiCraft Advance/Profession 系列內建刮刀功能，可以幫助濃稠質感的膠更快回到水平液面，以利成型。

結語

近五年來，牙科在 3D 列印的產值呈現高度成長，

MiiCraft 也每年與時俱進推出新一代產品，並升級軟體功能，使列印出的牙科產品品質更加細緻、列印時間更快速、擴增牙科產品的應用，為牙科產業帶來更多突破進展。■



圖 4：臨時假牙、金屬支架、IBT(Indirect Bonding Tray) 精準的實配



圖 5：完美的能量均勻度能創造成功的滿盤列印



圖 6：MiiUtility 軟體功能齊全（自動排版、自動支撐、即時列印進度）

Prosthetics Model		OrthoModel		Cast		Gingiva			
BV005A Dental model caramel		keystone KeyOrthoModel caramel		BV005A Dental model caramel		BV011A Cast UHD Green		keystone KeyMask pink	
BV006 Dental model white		DETAX Freeprint model ivory, gray, sand, caramel		BV006 Dental model white		keystone KeyCast transparent purple		DETAX Freeprint gingiva gingiva	
BV008A Graphy S-100M Gray, Peach and Beige		Dreve FotoDent model caramel		keystone KeyOrthoModel gray		DETAX Freeprint cast red		Dentona Optiprint gingiva pink	
Enlighten PP model purple		Dentona Optiprint model clear		DETAX Freeprint model T light blue		Dentona Optiprint cast red		Dreve FotoDent gingiva pink	
3DM DENT brown, ivory, gray		Dentona Optiprint match ivory		NextDent Model Ortho Beige		NextDent Cast red		NextDent Gingiva Mask pink	
		NextDent Model 2.0 Peach, White and Grey							

圖 7：MiiCraft 3D 列印機牙科膠材與應用

Temporary	Denture	Aligner/Retainer	Tray	Guide	
DETAX Freeprint temp A1, A2, A3 CE Class IIa		keystone KeySplint Hard clear FDA Class II		keystone KeyGuide clear FDA Class I	
Enlighten AA TEMP A2 Certificate in progress		keystone KeySplintSoft clear FDA Class II		DETAX Freeprint ortho clear CE Class I	
NextDent C&B MFH BL, NL, NL5, N2, N2.5, N3 and T1 CE Class IIa		DETAX Freeprint splint clear CE Class IIa		Dreve FotoDent drill guide clear CE Class I	
Graphy TC-80DP FDA class1 / KFDA class2		DETAX Freeprint ortho clear CE Class IIa		Dentona Optiprint splint clear CE in processing	
	NextDent Denture 3D+ Dark Pink, Light Pink, Crisque Pink, Red Pink and Translucent Pink	Dentona Optiprint splint clear CE in progress		Enlighten DD guide clear TFDA Class 1	
	Graphy TDD-80	Graphy TC85-DAC FDA class1 / KFDA class2/CE class2		NextDent SG orange CE Class I	
			NextDent Tray in T10, T11, T12 CE Class I	Graphy SG-100 Transparent clear FDA class1 / KFDA class2	
			NextDent Tray in T10, T11, T12 CE Class I		

圖 8：MiiCraft 3D 列印機牙科膠材與應用

模具暨模具 製造設備展

TAIPEI INTERNATIONAL
MOLD & DIE INDUSTRY FAIR

25 Aug. (Wed.) ▶ 28 Aug. (Sat.), 2021

台北南港展覽館 Taipei Nangang Exhibition Center

模具4.0：智慧模造 未來成型
Molding 4.0 : Shape The Future of Industry

展出項目 / Exhibit Profile



塑橡膠及金屬模具
Plastic, Rubber and Metal Mold



刀夾具及測量工具
Milling Cutter, Fixture and Measuring Instrument



模具加工設備
Molding Machine & Processing Equipment



材料暨處理技術
Mold Making Materials & Technology



模具檢測及設計
Mold Test & Design (CAD/CAM/CAE)



周邊設備配備暨零組件
Peripheral Equipment and Components

展出費用 / Exhibit Fee

攤位形式 Type of Booth (9m ²)	定價(含稅) Price (Tax included)	早鳥價(含稅) Early Bird Discount (Tax included)
淨空地 Raw Space	NT\$49,350	NT\$46,200
標準攤位 Standard Booth	NT\$54,075	NT\$50,925

※2020.10.31前報名享早鳥價 / Early bird discount is available for registrations received on or prior to 31-Oct., 2020.

報名專線 / Contact us

展昭國際企業股份有限公司 Chan Chao International Co., Ltd.
TEL: 02-26596000 Fax: 02-26597000
林鈺婷小姐 Ms. Ivy Lin #192 / 楊于德先生 Mr. Harry Yang #107
show@chancho.com.tw



官網

廣告編號 2021-02-A10



CAD/CAM 在數位牙科的應用： 淺談掃描、設計、製造與平臺

■英特崙 / 白植全 總經理 & 林彥昆經理

前言

傳統製作固定義齒的方式是牙醫師在欲治療的牙齒做適當的修型後，使用彈性印模材印模、灌模翻成石膏模型、固定義齒臘型製作、包埋與脫蠟鑄造完成最後的贗復物。上述一連串的步驟在 1970 年代由 Dr. Duret 是第一個嘗試導入電腦輔助設計與製造 (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing, CAD/CAM) 到牙科領域，他也是第一個透過掃描、設計與雕刻機來加工固定義齒。然而當時的 Dr. Duret 也承認要製作單顆義齒需要多位工程師協助，且耗時才能完成。事實上，當年在推廣上還是有很大的障礙，特別是精確度、設備價格與操作難度，在最近 10 年相關技術有很大的突破，諸如掃描與加工精確度的提升、相關設備軟體操作介面友善化與硬體價格逐漸合理化。特別是費用也較初期易於被牙醫師與牙技師接受。

同時，醫療技術的進步與人民生活品質的提升，大家

也開始意識到牙齒保健重要，不健康的牙齒除影響日常飲食外，更重要是將影響個人顏面美觀。常見的治療包含假牙保健、植牙與齒科矯正治療，治療不當會造成齲齒、牙周病外，還會影響咀嚼導致腸胃受損及臉型不對稱、歪臉等，也會導致發音不正確，有些人甚至引發自卑心理，造成人際關係低落等社交問題。

龐大醫療需求也帶來龐大市場商機，據 MarketsandMarkets Research 分析報告指出，全球牙科醫材市場 2019 產值達 279~340 億美元，並預測 2024 產值可達 387 億美元，年均複合成長率達 6.8%，其中贗復最為大宗，其次為矯正與植牙。此外，數位牙科更是上述相關治療的最大推手，可從 MarketsandMarkets Research 與 Allied Market Research 分析報告中得知口內掃描機與數位牙科醫學影像分別在 2024 與 2025 預計可達 5.5 億與 41 億，個別年均複合成長率分別為 10.7% 跟 9%，此數據足以顯示未來幾年數位牙科的需求將有爆炸性成長。



圖 1：數位牙科資料融合

另一方面，贖復具有最大的市場規模，特別是在亞洲與南美洲區域，這得歸功為數位科技的進步與人口增長的因素，其中數位科技包括 CAD/CAM 與積層技術。然而在這個市場中的數位科技採購卻有一些改變，例如從 TechNavio Analysis 分析報告中，2014-2019 全球牙科數位設備採購在技工所從 45.6% 降到 32.6%，診所椅旁則從 51.3% 成長到 67.4%，這樣的現象也讓我們可以從產品週期中了解到目前的技工所製造服務邁入了成熟期的末端，而椅旁製造則進入成長期。因此英特崙數位醫療研發團隊積極研發精密加工設備與醫療整合技術，把過去強調大量掃描與生產數位牙科的 CAD/CAM 與積層技術轉換成適合診所輕量與快速生產設備為主的解決方案，其中又以軟體可以提供贖復、植牙與矯正的客製化設計、規劃為主，並節省患者的來訪率來達到即刻給牙與臨床美學的目標。

口腔掃描機 & 臉部掃描機

現今牙科數位化的潮流盛行，口掃機幾乎已是每間牙科診所必備的數位設備之一，除了可以減少傳統印模材的使用，也可以透過數位掃描 3D 模型，結合其他數位軟硬體的应用，來輔助醫師提供患者更精準、更具有說服力的牙科治療方案，數位微笑設計 (Digital Smile Design, 簡稱 DSD) 就是一個很好的例子，當

醫師得到患者的微笑 2D 照片與 3D 掃描模型後，為了在與患者說明治療規劃時可以具體地視覺化其治療方案，讓患者可以更容易瞭解自己術前、術後的整體視覺感官，應運而生的臉部掃描機可以幫助醫師達到這個效果，透過臉部掃描機取得患者的 3D 微笑資料，與口掃機的 3D 牙齒模型疊合後，醫師即可提供患者術前預覽 3D 數位微笑設計的成果。英特崙的軟體與雲端即提供相關數位服務，讓醫師輕鬆整合、擁有一套完整的一站式數位牙科設備，運用上述兩套硬體，將 3D 檔案（包含臉部 3D 資料與 3D 牙齒模型）導入雲端 EZSmile 進行數位微笑設計，後續的產出透過假牙設計軟體 EZCAD 做客製化細節調整，並導出到列印機或是牙雕機進行製作，完善的系統與服務將協助醫師規劃治療方案效益最大化。

3D 列印

3D 列印，亦稱為積層製造 (Additive Manufacturing)，從 2012 年成為全球產業的熱門話題以來，各國政府與各行業希望找到可以發揮積層製造長處的產品運用。經過這幾年的發展，積層製造技術的運用呈現兩極化，不是技術層次太低，如熔融沉積法 (Fused deposition modeling, FDM)，製做出來的物品沒有工業化價值；就是技術層次太高，如選擇性雷射燒結

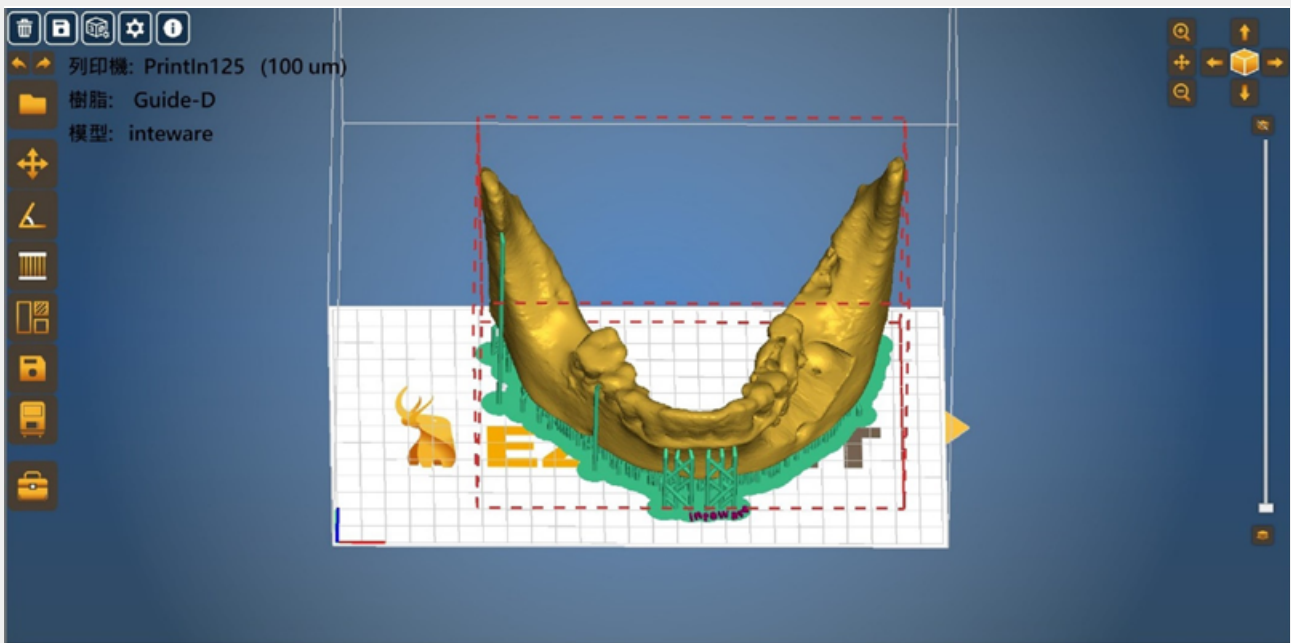


圖 2：3D 列印切層技術

(Selective Laser Sintering, SLS)，機臺太貴，無法普及。

光固化立體造型 (Stereolithography Apparatus, SLA) 在各式積層製造技術中，機臺屬於中價位。Gartner 的報告中，這項技術被歸類在「桶裝光樹脂固化機」(Vat Photopolymerization) 中，是該類的代表性技術，市場占有率僅次於第一名的「物質擠出成型機」。SLA 技術的一大特色是，其製成品的機械性能可依需求調整，因此其運用面也最為廣泛。光固化立體造型法的成功關鍵是數位模型正確角度擺放、適當支撐型態、密度與位置、模型切層影像像素補償與材料收縮補償，英特崙數位牙科解決方案串接設計軟體與切層軟體，可以無縫接軌上述成功的關鍵，讓列印的模型在有效率的時間下符合臨床精確度的需求。

數位牙科軟體

假牙

傳統假牙製作是使用石膏模型，如今可透過口內掃描

機取得患者口內資料，透過雲端傳送到牙體技術所（數位設計中心）進行設計，如牙冠、內冠或牙橋，也可解決即刻給牙與一日植牙等需求，並使用牙雕機與 3D 列印生產出牙齒。英特崙運用 AI 技術，以人工智慧運算模擬牙冠型態，自動生成內冠及牙冠，並提供簡單易用的設計流程，使用者可在最短時間內快速精確的完成假牙設計，並輸出設計檔進行後續加工。

植牙

植牙在近五十年已成為治療缺牙的一種成功選擇，主要的原因在於骨整合是一種可預期的治療方式，但是當植體植入點位置不理想時，會出現各式各樣的併發症，也影響復體的成功與預期效果。因此術前牙醫師透過英特崙解決方案來整合臉部掃描機、牙科電腦斷層掃描、口內掃描與數位規劃軟體進行符合美學且精確植體的位置、角度與深度的模擬與導版設計，最後利用 3D 列印成型手術導版。

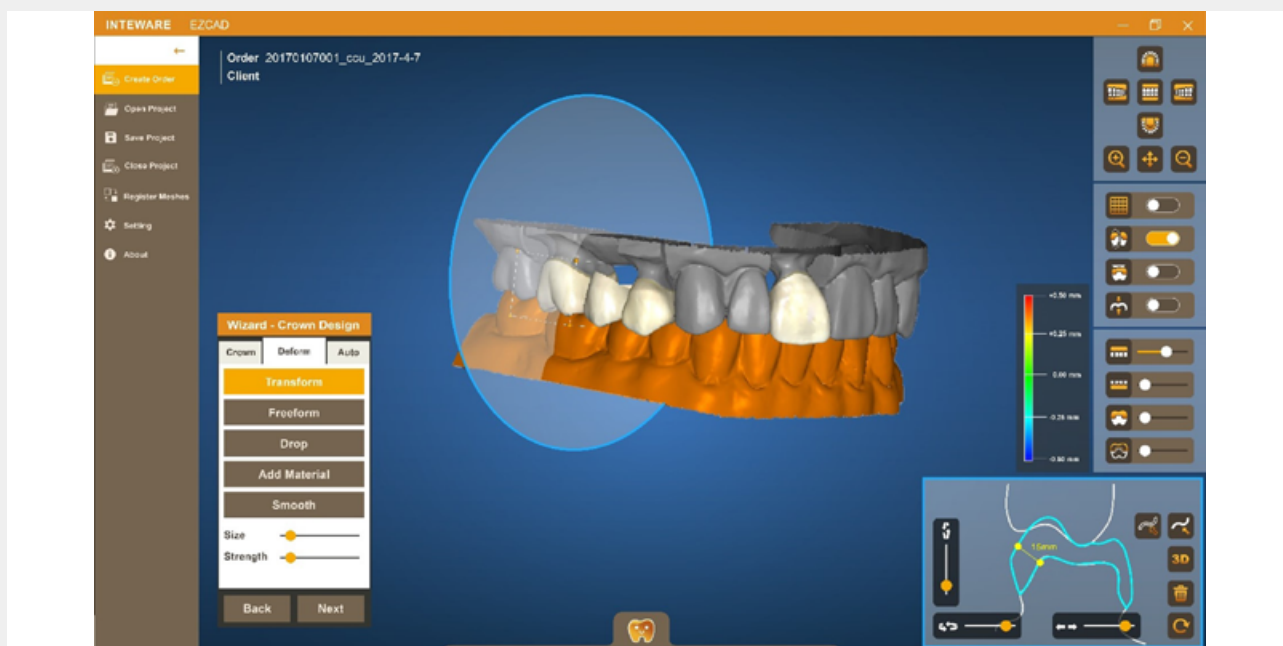


圖 3：數位假牙設計軟體

矯正

齒列矯正概分為兩大技術領域。傳統的方法是「類比式」的技術，矯正師使用鋼線 (fixed appliances)，依賴其「經驗與手藝」調整鋼線的相對張力，以進行齒列矯正。新的方法是「數位式」，牙醫師獲得病患的齒列資訊之後，透過排牙軟體規劃出每顆牙齒位移的過程，然後製作出一系列相對應的隱形牙套 (clear aligners)，交付給病患自行配戴以達到矯正目的。英特威開發的技術與產品屬於後者，提供美觀、使用方便的隱形牙套及其服務網路。

隱形牙套具備有美觀、彈性等治療優勢，因此快速的在美國青少年間風行。隱形牙套的矯正原理乃是藉由使用電腦技術規劃出牙齒每一個步驟的微量位移，再做出透明的壓克力套，透過擠壓原理讓牙齒移動。其缺點是僅適合輕微的矯正案例治療，特別適用於青少年的齒顎治療。然而全球數位矯正市場仍是處於一個起步的階段，每年市場仍然有 10% 以上的成長。

英特威自主研發數位隱形牙套製作與齒列矯正系統及其服務平臺之建立，其內容包含整合彩色口內掃描機、矯正專科醫師針對臨床經驗操作矯正規劃軟體、3D 列印數位模型，最後在熱壓成型最後的隱形牙套。另外可藉由數位雲端平臺，透過遠距集中數位設計，再透過網路直接推廣至牙醫診所來簡化醫師的負擔。

美學設計

現在人們對於微笑時的門面要求越來越高，一些媒體與公眾人物也一直強調牙齒美觀的重要，許多人到牙醫診所看診並非是為疾病，而是為美觀才來，市場也因為越來越多需求而出現與眾不同的產品。其中又以美白貼片為美學大宗，其概念為在牙齒的表面黏上一層貼片，常見的有陶瓷貼片與樹脂貼片，像是牙齒顏色、牙齒型態和大小都可以依照患者本身牙齒條件和顏色去做調整，可製作出每個患者客製化的樣貌。傳統製作流程為牙醫師先拍患者口內原始牙齒照片與利用口內掃描機掃描患者牙齒，依照患者提供的主述，請牙技師利用數位工具的方式模擬最適合患者的牙齒

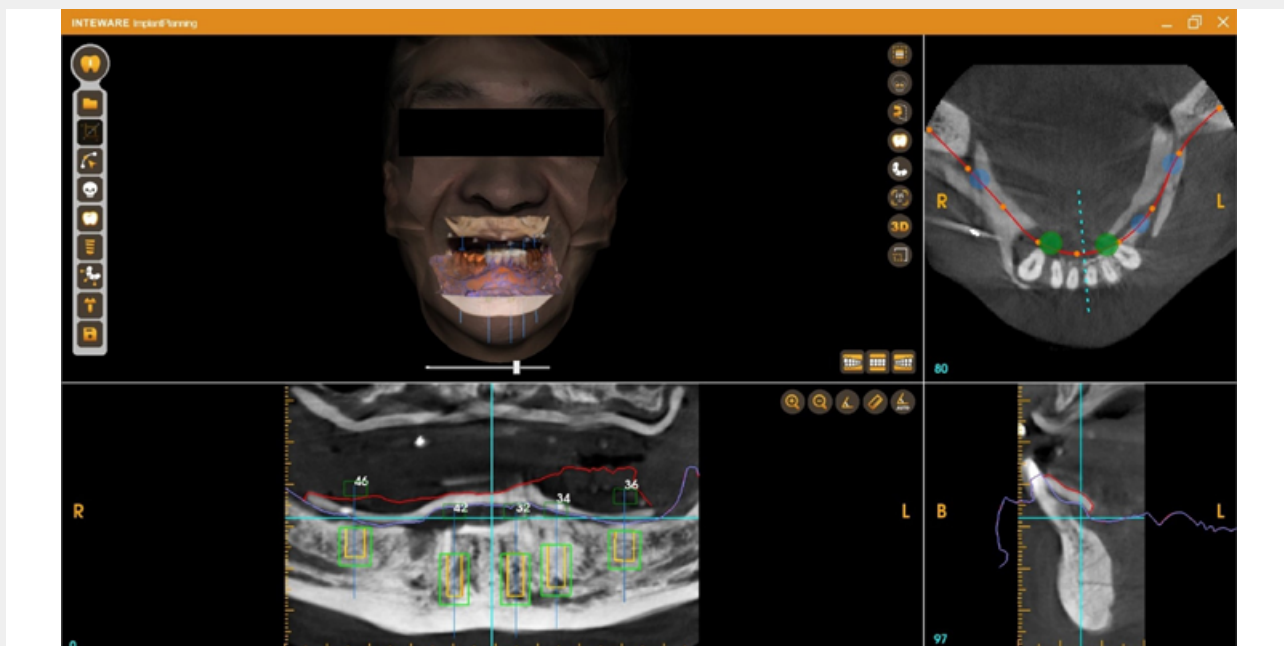


圖 4：美學植牙規劃

形狀，再請牙醫師與患者進行溝通討論，以製作出最適合患者的齒型與顏色。如今數位流程，牙醫師在資料取得後，即刻在患者面前使用軟體設計，待患者滿意設計的結果與模擬後，牙醫師可以選擇在院內直接製作或是寄出數位設計給牙技師製作。傳統製作方式為切削加工，現在則可透過 3D 列印技術，可以直接列印出樹脂貼片做為臨床使用。

其他（口罩壓條）

2020 年疫情肆虐全球，為了有效控制疫情，口罩成為人人必備的外出裝備之一。對於口罩的使用是民眾最關心的議題之一，不外乎口罩的貼合度問題，由於目前市面上除了 N95 醫療用口罩可以緊密服貼於臉上之外，現今一般醫療用口罩仍有無法滿足人人都能適用、貼合於臉上的缺點，對此議題，英特威也因應研發出相對應模組，結合臉部掃描機，讓臉部掃描機不僅可以運用於數位微笑設計，更可以發揮其特點並用來製作口罩壓條，改善一般醫療用口罩不服貼的缺點。只要透過臉部掃描機、快速 1 秒拍照，即可取得

個人的 3D 臉部模型，此筆 3D 檔案也因而紀錄了個人的鼻型和雙頰特徵。當 3D 臉部模型匯入英特威設計軟體後，便可以快速製作個人專屬且服貼於個人臉部的客製化口罩壓條，設計完成的口罩壓條即可使用 3D 列印機列印出來，並套於口罩外，令口罩不僅可以按照個人的鼻型貼合、兩頰的口罩也更加緊密貼合於皮膚上，達到最佳的防疫效果。

結論

數位牙科發展至今近 50 年，最早概念的發想是為減少傳統固定義齒複雜的製作流程，也減少患者看診次數，提供更好的醫療品質。透過掃描、設計與製造技術來達到上述的目的，贗復類是最早被使用，其中包括固定義齒與嵌體產品，透過上述相關技術發展，確實也為牙科帶來極大發展。但當時在推廣上還是有很大的障礙，特別是精確度、設備價格與操作難度，在近 10 年相關技術有極大突破，如掃描與加工精確度的提升、相關設備軟體操作介面友善化與軟硬體價格逐漸合理化。特別是費用也較初期易於被牙醫師與牙

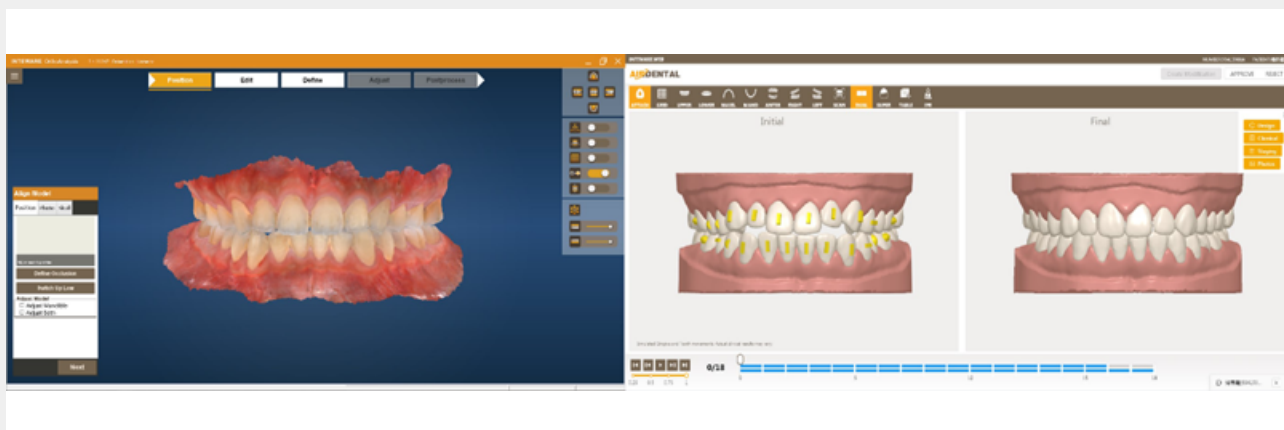


圖 5：隱形矯正規劃與雲端溝通平臺



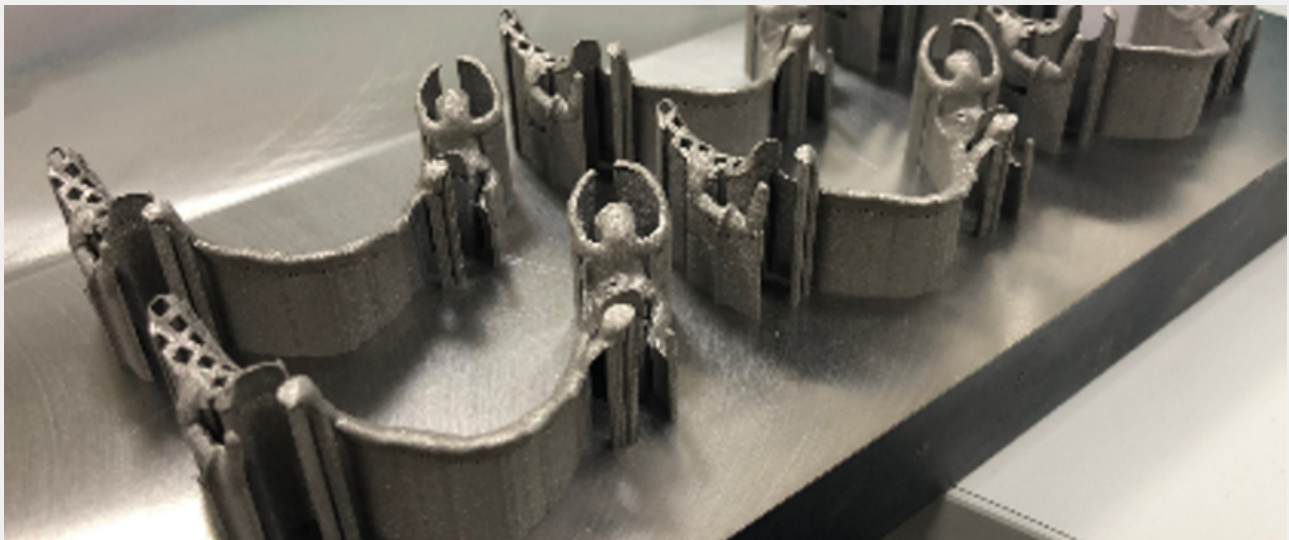
圖 6：3D 列印美白樹脂貼片

技師接受，故相關的研究與應用也延伸到植牙類的客製化支台齒與手術導版、矯正類的隱形矯正與美學。

未來可能發展的项目預期在口掃與臉掃可以取代電子面弓的資料收集方式；3D 列印會往高速連續列印方式與金屬列印發展；贗復類可以結合咬合力分析與虛擬咬合器來製作更貼近患者口內情況，甚至可以結合陶瓷列印技術，直接列印出牙冠與美白貼片；植牙規劃可以透過智慧植體擺放來簡化設計的流程；數位矯正規劃除了透過智慧排牙與貼片設計來簡化設計流程之外，更可結合患者電腦斷層的牙根與顎骨資料。除了上述各個品項技術改良的方向之外，透過雲端平臺，可以發展遠距數位設計中心。■



圖 7：3D 列印口罩壓條



數位化牙科設計與製造

■工研院雷射中心 / 蔡宗汶博士

簡介

活動式假牙 (Removable Partial Denture, RPD) 是一種簡單且具有成本效益的假牙，可用以修復牙科患者的缺牙，從而改善其生活品質。此類型治療對全世界數百萬患者的生活影響甚大；實際上，在北美和歐洲，超過 13% 的成年人口佩戴活動式假牙。一般而言，活動式假牙支架由鈷鉻 (Cobalt-Chromium, Co-Cr) 合金製成，因為它們具備低成本和較佳機械性能等特性，且具有良好的耐腐蝕性能和生物相容性。

傳統技術瓶頸

在傳統上，活動式假牙支架使用鑄造 (lost-wax, 失蠟) 技術製造，該技術已在牙科領域使用了一個多世紀。然而，鑄造技術是一種非常費力的手工製程，其涉及到利用蠟進行活動式假牙支架複製與活動式假牙支架模具製作，完成後再將熔化的金屬鑄造倒入模具中進行實際的活動式假牙支架製作。由於其複雜性，使得該技術的製作品質會與牙科技術人員的技能成熟

度息息相關。此外，通過鑄造技術生產活動式假牙支架不僅耗時且昂貴，且可能會有精度不佳導致成品不適用等狀況產生。

金屬積層製造於牙科應用之優勢

與傳統鑄造比較，金屬積層製造中的選擇性雷射熔化 (Selective Laser Melting, SLM) 是一種粉末床熔化過程，如圖 1 所示，其過程使用高能雷射以逐層的方式將金屬粉末熔化成 3D 實體物件。過程中，當雷射與粉末材料的表面相互作用時，雷射將粉體彼此融合，從而形成固體團塊。在形成一層金屬零件後，粉末床逐漸下降 (沿 Z 軸)，並用刮刀將表面上的粉體調平。在現有的層頂上依次建立新的層，直到完成該過程為止。目前 SLM 技術能夠產生幾乎 100% 的緻密度，且由於是 2D 逐層生成，因此可應用至不同領域的複雜形貌的製作。由此可知，在牙科技術中，SLM 製程可避免鑄造過程中的複雜程序，目前 EOS 德國 SLM 設備已可在 30 分鐘內構建標準活動式假牙支架。



圖 1：選擇性雷射熔融技術 [1]

數位化醫材設計

SLM 在醫療產品應用中，設計及製造的流程可區分為幾個階段，如圖 2 所示，在初期的設計準備階段 (Design Preparation) 中包含了從 CT/MRI 等資訊的擷取、轉檔，以及客製化的判讀，此過程主要由醫學影像軟體進行，目的是獲得產品的大致幾何外型輪廓。下一步則以結構優化軟體進行內部的仿生孔洞結構設計，此階段完成後，即可大致完成產品的設計草圖。

在完成幾何設計後將進一步進入 SLM 流程中的生產前準備，包含支撐結構與擺盤方式的設計，以及製造路徑的規劃與生成，完成後即可正式進入生產流程，流程如圖 3 所示。

然而目前臺灣大多數醫材廠缺乏醫學影像前處理以及自動生成客製化醫材產品的研發能量，且產品設計完成後於 SLM 製程中不易確認產品製造的風險與良率。因此近幾年來，工研院透過醫學影像處理技術結合智慧製造之精神，研發 SLM 產品製作風險評估之軟體 (ITRI AMSim)，以及最佳化拓樸結構產生模組等能量建置，可使醫材業者導入客製化 SLM 產品製作時的風險降至最低。

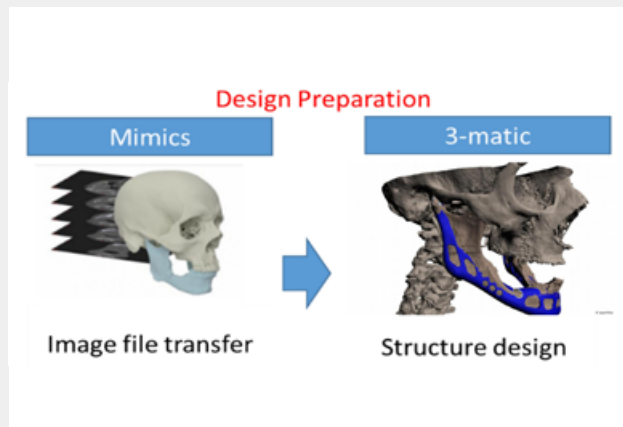


圖 2：初期的設計準備階段 [2]

結語

將上述數位化設計流程應用至客製化的活動式假牙支架製作，相關流程如圖 4 所示。有別於傳統設計方式，工研院可於設計完成後進行檔案列印前處理分析，目的為診斷設計檔案的製作風險點。在確認風險點後，製程人員可根據診斷結果進行製程的優化設計，例如支撐結構生成與風險點強化等調整，以達到如前所述製作時的風險降至最低以提高產品精度，並有利於產品上市時的品質管控。■

參考文獻

- [1].<https://www.designworldonline.com/what-is-direct-metal-laser-sintering/>
- [2].<https://www.theengineer.co.uk/jaw-strength-something-to-chew-on-from-additive-manufacturing/>

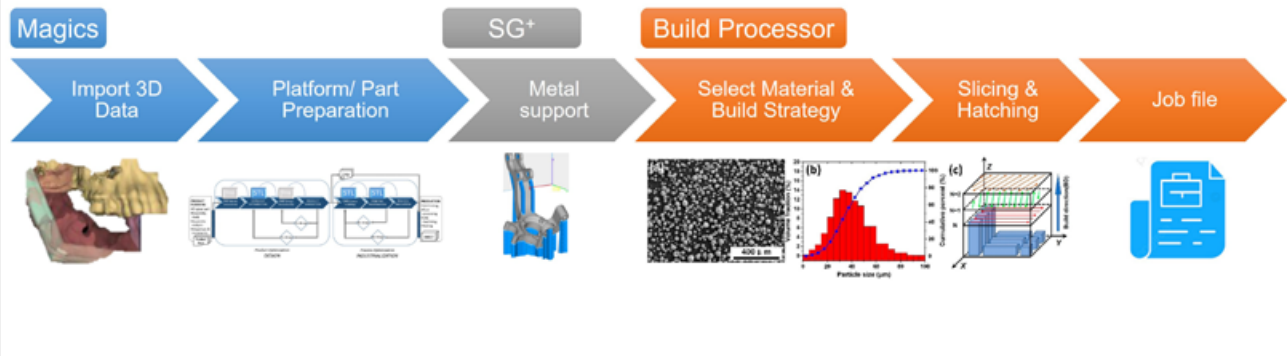


圖 3：積層製造產品設計流程

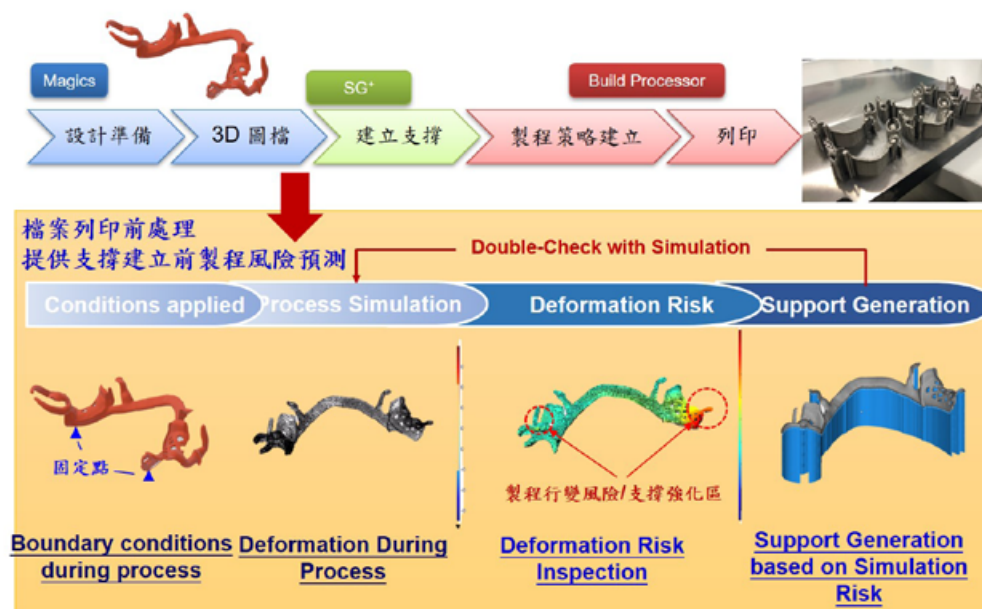


圖 4：數位牙材金屬積層製造生產流程



Chinaplas® 2021
國際橡塑展

第三十四屆中國國際塑料橡膠工業展覽會

新時代·新動力·永續創新

2021.4.13-16

中國·深圳國際會展中心

- 350,000 平方米展會總面積
- 3,600+ 國際參展商
- 3,800+ 機械展品
- 90,000 平方米橡塑原材料展區



www.ChinaplasOnline.com

☎ 香港 (852) 2811 8897 | 新加坡 (65) 3157 3101 | 微信 (852) 9602 5262

✉ Chinaplas.PR@adsale.com.hk | www.adsale.com.hk

主辦單位



協辦單位



贊助單位



大會指定刊物及網上媒體



廣告編號 2021-02-A11



根管治療臨床前訓練 3D 列印模型製作

■臺北榮民總醫院 / 何怡青 主治醫師

前言

牙髓疾病的發生乃由於微生物感染牙髓腔內的根管系統所引發 [1]，當牙齒因為齲齒、外傷或牙周疾病等，造成牙髓發炎甚至壞死，需要進行根管治療。而根管系統因為形態上錯綜複雜，大多為彎曲而狹小的孔道，在不同個體間變異多，且結構上包覆於齒槽骨內，因此進行根管治療時需因應複雜的根管系統，憑藉牙醫師的經驗，清創感染源及發炎組織。

由於根管治療的過程中，因為肉眼無法看到根管系統，需仰賴 X 光片影像進行整個根管治療流程，因此牙醫師可能因為無法掌握根管系統導致治療失敗。根管治療包括以下三個步驟：髓腔開擴 (access open)、根管清創與修型 (cleaning and shaping)，及最後進行根管充填 (obturation)。這些步驟，都有賴操作者對於牙齒形態的掌握，因此根管治療臨床前訓練對於牙醫師的養成是十分重要的。

目前在根管治療訓練主要運用拔除的自然牙進行模擬操作，然而收集適用的自然齒耗費相當大的人力成本，且有感控上的疑慮，各牙齒缺乏解剖型態的一致性，導致學員無法有齊一的評分標準。目前除自然牙外，亦有市售的模型可供練習，但因成本太高無法大量購買，在牙醫教育中並不普及。藉由 3D 列印製作標準化的人造牙，具有標準化型態且可大量複製的特性，可使學生在接受評估時有一致性的標準，增加評分的公平性，並確保學習成效。

另外，人造牙可模擬各式牙體型態的變異，也提供學生豐富的操作練習機會。隨著 3D 列印技術成本的下降，應用數位建模和 3D 列印來輔助根管治療牙醫教育的可行性大為提升 [2][3]。本團隊藉由 3D 列印技術製作根管治療臨床前訓練模型以方便教學及操作。因為此技術由臺灣研發及製作，教學成本亦可降低。

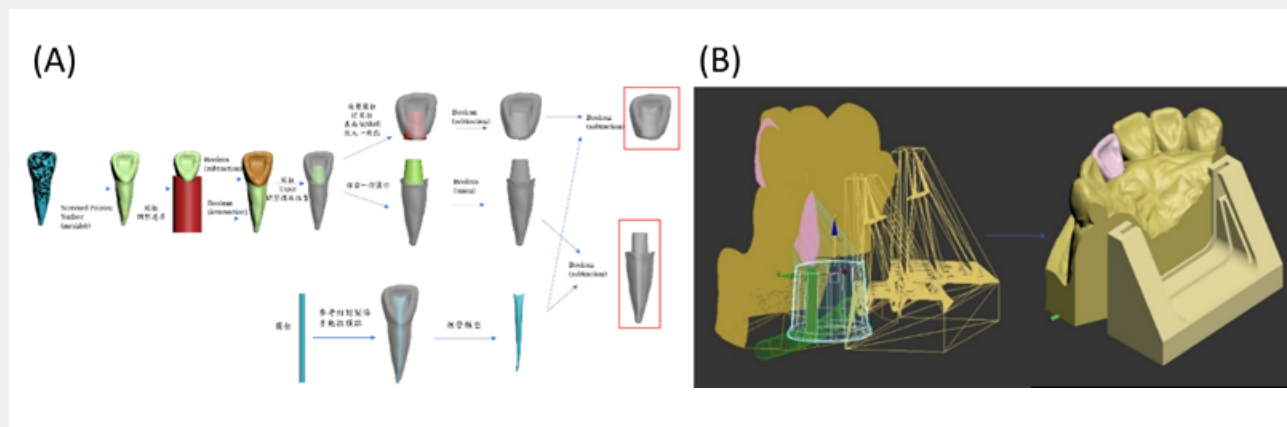


圖 1：根管治療臨床前訓練 3D 列印模型數位建模。(A) 牙齒數位建模流程；(B) 牙弓模型數位建模

根管治療臨床前訓練 3D 列印模型製作過程

根管治療臨床前訓練 3D 列印模型分為牙齒及牙弓模型兩部分，製作過程包含數位建模及 3D 列印兩部分進行。說明如下：

數位建模

- 1. 牙齒：**先將模型牙齒以模掃機 (Open Technologies SMART, Rezzato, Italy) 進行掃描，取得牙齒及牙根外型檔案，使用 3D 繪圖軟體 (3DS MAX, AUTODESK, San Rafael, CA) 分為牙冠、牙齒及根管三個部分，進行根管及牙根外型的繪製及調整，如圖 1(A)。
- 2. 牙弓模型：**同樣使用模掃機 (Open Technologies SMART) 掃描標準牙弓模型外型，將 3D 列印牙齒的位置以 3D 繪圖軟體 (3DS MAX) 進行扣除後，使牙齒可正好卡入牙弓模型內，如圖 1(B)。此外，牙弓模型更設計有放置放射照片的插槽，以利拍攝根尖 X 光片可保持一定角度，另外牙根處設計有孔洞可以在治療中使用根管測量器進行根管長度測量。

3D 列印

- 1. 牙齒：**列印牙冠的材料為 AA Temp(Enlighten

Materials, Taipei, Taiwan) 加入 8% 硫酸鋇；而牙齒部分因為根管治療需要，材料的放射線不透性經由不斷的改質與研發，使用材料為 DD guide (Enlighten Materials) 加入 10% 硫酸鋇。以數位光固化處理 (digital light processing, DLP) 3D 列印機 (Miicraft Ultra 100, Miicraft, Hsinchu, Taiwan) 分別列印牙冠與牙齒。牙冠及牙齒列印完成後，再使用牙科樹脂 ALIKE(GC America, Alsip, IL) 將牙冠與牙齒兩部分黏著。

- 2. 牙弓模型：**列印材料為 3D 列印線材 PLA(Spidermarker, Taoyuan, Taiwan)，以熔融沉積成型 (fused deposition modelling, FDM) 3D 列印機 (UP BOX+, Tiertime, Beijing, China) 進行列印。

根管治療用 3D 列印模型的製作成品牙齒及牙弓模型如圖 2(A)、(B) 及 (C)，根管治療過程中可方便將牙齒固定於牙弓模型內。牙弓模型更設計有放置放射照片的插槽，可依一定角度照射根尖 X 光片，牙根於根尖 X 光片清晰可判讀長度，根管治療過程包含照射初始根尖 X 光片、確定根管長度、確定主針長度及根管治療完成 X 光片如圖 2(D)。治療過程中也可使用根管長

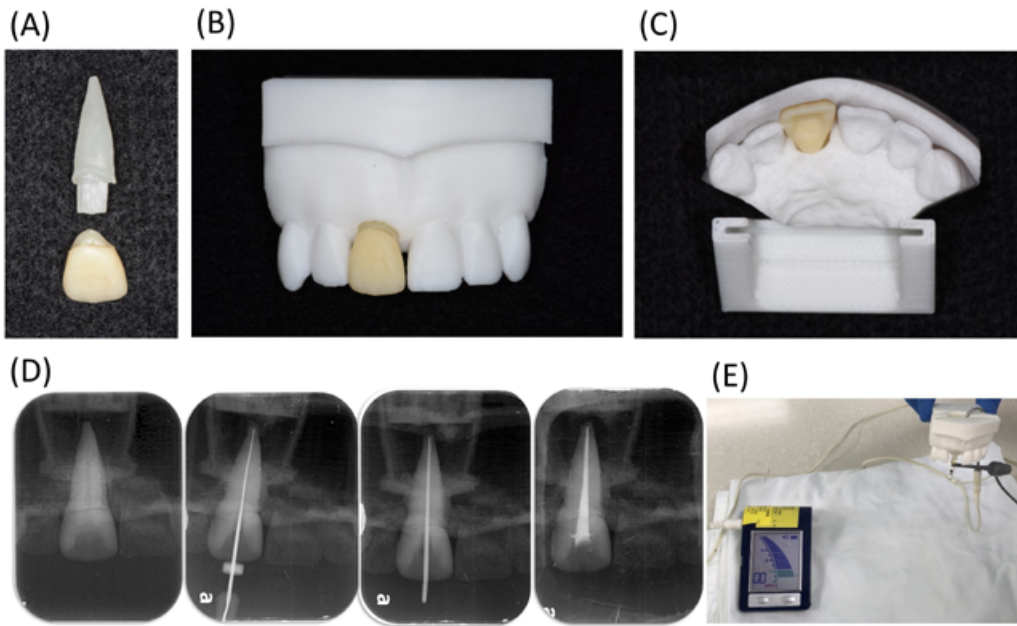


圖 2：根管治療臨床前訓練 3D 列印模型。(A)3D 列印牙齒；(B) 牙齒固定於牙弓模型之正面觀；(C) 牙齒固定於牙弓模型腭面觀；(D) 根管治療前中後之 X 光片；(E) 使用根管長度測量器

度測量器 (Root ZX mini, Morita, Saitama, Japan) 測量根管長度，放置生理食鹽水於牙根處的開口位置即可導電以進行測量，如圖 2(E)。

結論

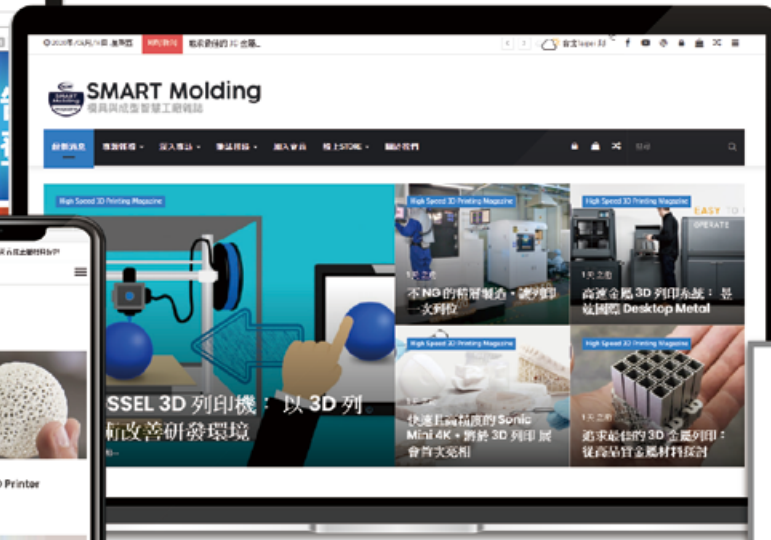
利用 3D 列印的技術製作根管治療用 3D 列印模型，以因應根管治療不同學習需求，未來更可應用於牙醫師考試標準化的客觀結構式臨床技能測驗 (Objective Structured Clinical Examination, OSCE)。牙醫學系學生經標準化牙髓病治療的訓練過程，達到一定的學習成效，並利用 3D 列印的技術來客製化各種複雜型態牙齒，提供不同學習情境，重複練習以進行自主學習。對教學者而言，此新教具能增加教學之有效性，也能藉由學生學習成果提供教學者教學方向的調整，以達到雙向回饋的目標，因此本研究之根管治療用 3D 列印模型教育訓練值得在牙髓病學教育廣為推廣。■

本文由何怡青醫師與陽明大學 李士元教授共同撰寫。



限時免費

— 超過500篇以上技術內容 全冊免費線上閱讀 —



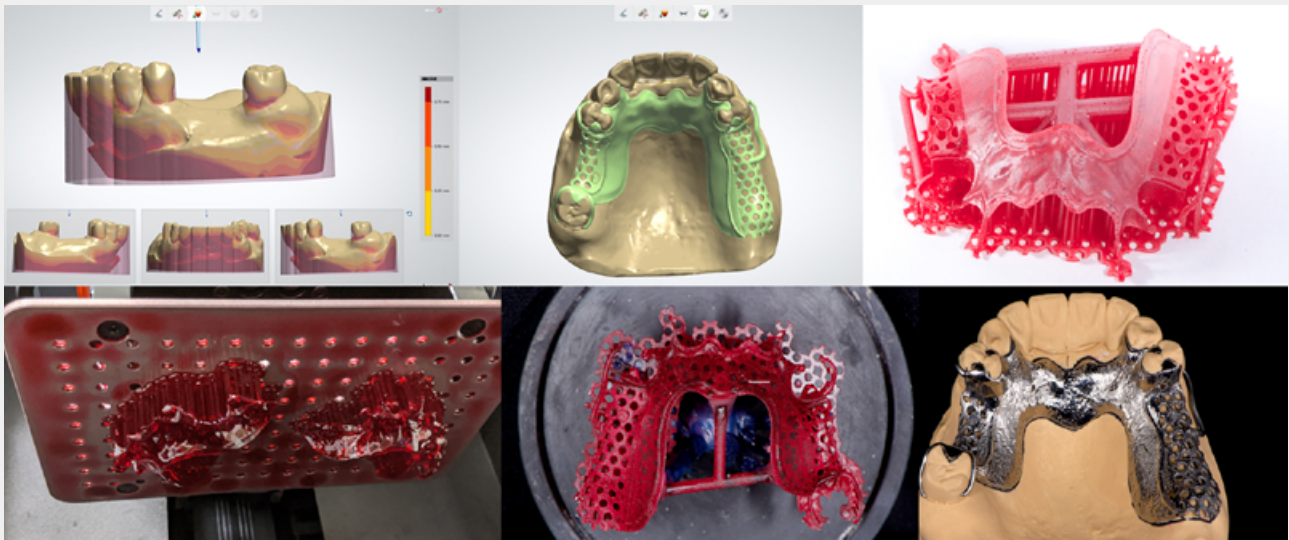
www.smartmolding.com



更多內容請上

內容特色

- 擴展橫向產業範圍增加【3D列印】、【粉末冶金】、【壓鑄模具】、【自動化】、【數位化轉型】、【智慧工廠】等領域。
- 每月內容涵蓋模具成型相關最新材料、技術、設備及應用案例，至2017年創刊已出版43期。
- 原創內容-針對台灣、華東、華南及東南亞地區的企業進行採訪報導，了解這些企業的成功經驗及競爭力。
- 邀請成型技術各領域行業專家擔任主編增加不同製程觀點。



活動義齒支架的各種數位製程應用

■達爾文牙技所 / 莊政洲 & 莊佳欣 & 蘇雅微

前言

隨著牙科數位化時代的來臨，其應用範圍也拓展到了活動義齒支架。傳統的製程是由脫蠟鑄造的方式，逐漸轉變為數位製作模式。透過 CAD/CAM 軟體直接設計製作活動義齒支架，或是三維列印 (3D printing) 的方式完成最終的成品，進而提高製程效率與精準度。

製作流程

本篇報告整理了幾種不同數位化製程，從中分析其時間與成本之差異，進而找出較適當之製程，藉此追求更高效率與品質。先修整好石膏模型或是口掃機的掃描檔案，使用掃描機與設計軟體 (3 Shape Dental System) 依以下步驟設計出活動假牙牙架 (framework) 的數位檔：設定置入途徑 (surveying)、填補倒凹 (blockout)、修正蠟型倒凹 (wax trimming)、緩壓設計 (retention grids)、設計主連接體 (major connector)、鉤子 (clasp)、槓 (bar)、與樹脂交界的完成線 (finishing line)、細雕型

態 (sculpt RPD)、添加 stopper (add tissue stop)、完成設計 (finish design)。以此設計好的 stl 數位檔為基礎，進行四種不同製程的生產，分別為「銑削 (CAM) 64 鈦金屬料盤 (disc)」、「雷射列印 (SLM) 64 鈦金屬粉末」、「銑削 (CAM) 蠟塊再包埋鑄造鈷鉻金屬」、「列印 (DLP) 光固化蠟型再鑄造鈷鉻金屬」，並比較其優缺點。

加工設備

銑削 64 鈦金屬和蠟塊的加工機 (CAM) 是 Xtcera 的 XMill-600 正五軸加工機 +98mm 圓盤夾具；列印 64 鈦金屬的列印機 (SLM) 則是漢邦科技的 HBD-150；列印蠟型的 3D 列印機臺 (DLP) 為黑格科技的 A2D 與其搭配的 375nm 波長的光固化漿料。

結果比較

銑削 (CAM) 64 鈦金屬料盤 (如圖 1)

優點：原子鍵結強、精準性高、變形度低、材料有選



圖 1：銑削 64 鈦金屬料盤

擇性、組織面較為平滑、省人工。

缺點：成本高，倒凹部分難以突破機器限制而銑削不完整，機臺、刀具等費用高，花費時間多，銑一床牙架約需 4 小時，排版操作人員須經訓練並累積經驗。

雷射 (SLM) 列印 64 鈦金屬粉末 (如圖 2)

優點：因自由度較高，可產出不同的設計或更複雜的形狀，體積小的設計會需要維持一定厚度，列印速度快，產生廢料較少，最省人工。完成精準度高。

缺點：成本最高，支撐擺放位置無法避開重要部位，去除支撐費時，金屬後固化及酸洗清潔較麻煩。

銑削 (CAM) 蠟塊再鑄造鈷鉻金屬 (如圖 3)

優點：經濟，不需經過後固化處理，減少輕微變形的可能性，節省去除大量支撐的時間。

缺點：須額外加上支撐來避免鑄造時的微量變形，蠟塊銑削時間長，且加上鑄造，整體流程費時更長，倒凹部分難以突破機器限制而銑削不完整，材料相對強度較低，若產生鑄巢等鑄造常見問題，導致容易變形或斷裂。

DLP 列印光固化漿料蠟再鑄造鈷鉻金屬 (如圖 4)

優點：最經濟，自由度高，可產出不同設計或更複雜

的形狀，列印速度快，產生廢料少，花費金額少。

缺點：須額外加上支撐來避免鑄造時的微量變形，增加了鑄造後切除支撐時的工作量。鑄造時光固化蠟型難以完全燃燒是最大的困難點，燃燒後較難流出且留下殘渣無法排出，造成鑄造不完整，同樣也有鑄巢等鑄造常見問題。

結論

數位化是現在的趨勢，考慮到各牙技所的設備、人員工作內容設定不同，實際應用上恐怕沒有所謂最好的製程，只有最適合的製程。因為每種製程所花費的時間、人力與材料成本皆相互影響，所以在選擇製程時，需清楚瞭解不同製程的特點，搭配自身工作場所最方便的模式，方能以最合適的製程去最大化的滿足醫師與病患之需求，利用數位化製程達到提升效率與提高品質的結果。臺灣牙技所規模較小，絕大部分牙技所沒有能力購買 SLM 的金屬 3D 列印設備，若以規模經濟而言，相信此製作方式將成為未來 5 年後活動假牙牙架製作的主流。也期望在牙科數位化的路程上，能漸漸發展出更有效率、更經濟實惠的材料與製程，讓牙技師的製作過程更便利快速又省力，也讓醫師和患者在臨床端能有更好的裝戴體驗。■

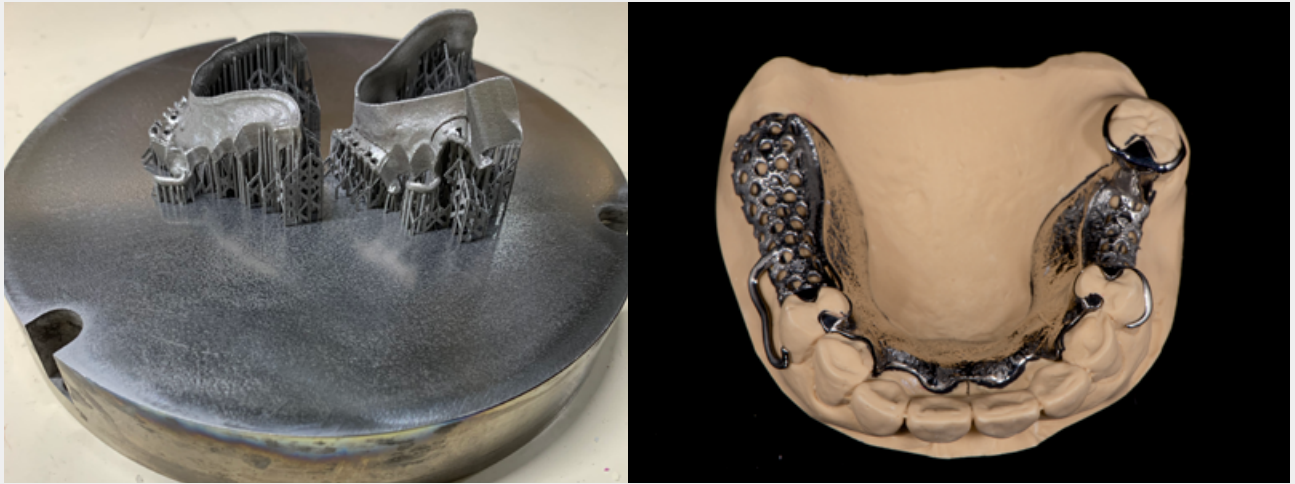


圖 2：雷射列印 64 鈦金屬粉末

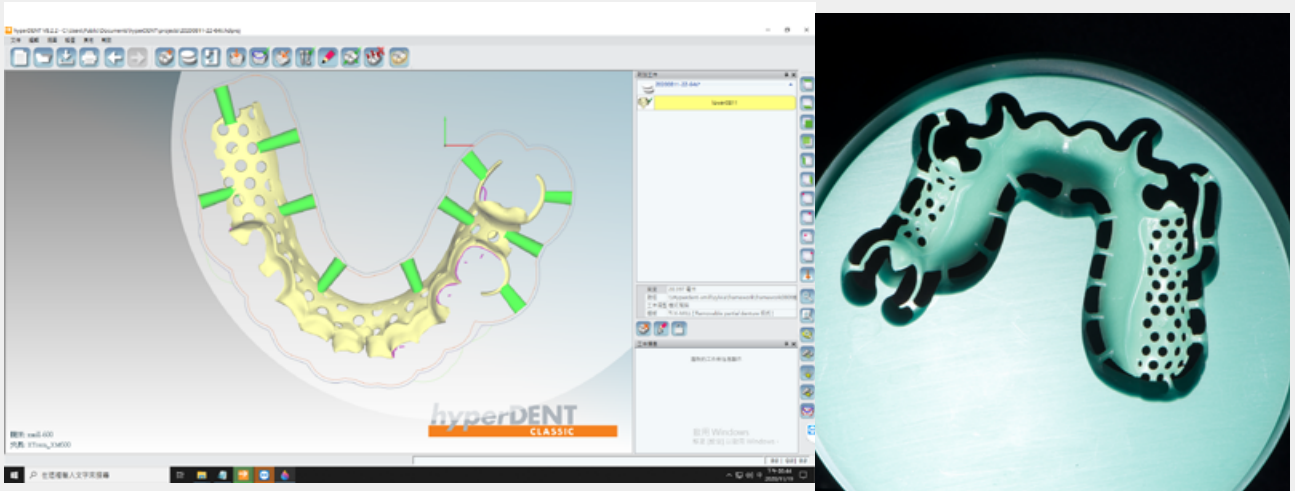


圖 3：銑削蠟塊再鑄造鈷鉻金屬

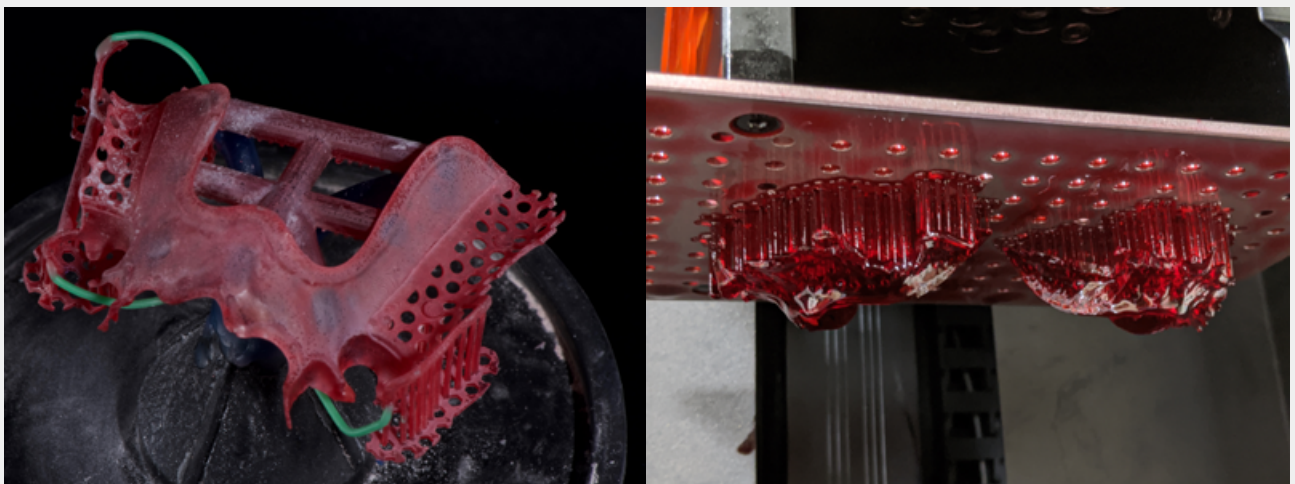


圖 4：列印光固化漿料蠟再鑄造鈷鉻金屬

全台首創 數位行銷領導品牌

專注科技業及製造業資訊共享平台



1 活動資訊曝光

進修課程刊登、研討會、展會
活動等主題性數位行銷曝光

3 業務資訊推廣

獨立業務資訊專區，可推廣自身所負責產品
並且使用線上洽談功能媒合商機

5 品牌形象設計

平面文宣品、產品DM、視覺
公司LOGO、企業簡報公版

2 產品技術曝光

公司新品、新技術
新代理資訊發佈推廣

4 文案行銷建構

新聞稿、專欄、腳本
標語、企劃案

6 影音行銷方案

公司形象、產品形象、一般拍攝
官方活動影片攝影及剪輯

新媒體曝光推廣 多元訪談影音趨勢



▲專業團隊採訪拍攝，邁向國際化。





3D 列印於數位牙科的應用

■德威國際口腔醫療體系 / 林佳萱 技師

前言

牙科數位化盛行多年，從使用口內掃描機（以下簡稱「口掃機」）取得患者口內影像、數位植牙規劃，到製作出假牙或其他牙科輔助工具，新科技的發展不僅為牙醫師、技師以及病患省去大把時間，高精準度的儀器生產製作亦帶給患者更加舒適完善的醫療。

傳統的製程中，利用印模材料以及石膏翻模來模擬患者口內的狀況時，總是要考慮各材料間的膨脹收縮，相互平衡才能達到完美的精準度。數位取模則是使用口掃機，無論是藉由拍照疊圖或者攝影的原理均能一比一忠實呈現口內環境，加上成熟的 3D 列印技術，補足傳統製程難以避免的人為誤差，所製作出的成品更臻完美。

數位模型在牙科設計的應用

數位模型在牙科的應用範圍相當廣。配合 3D 列印，不僅可以完全取代傳統以石膏作為模型的製程（以牙

冠、牙橋等贗復體為例，如蠟雕刻牙型、金屬鑄造、燒附陶瓷等多項工序皆可使用數位模型及設計軟體來完成，甚至達到更佳的效果）；而數位設計在隱形矯正、微笑曲線、手術導引板等需要模擬口內實境變化的製作上，其方便性及準確度更是石膏模型無可比擬的，加上有了即時畫面輔助，醫師和病患之間的溝通得以順暢無阻，達到以往所不能及的快速和精準。如圖 1 為微笑曲線設計的前後對比，微笑曲線為一種治療計畫。技師可根據患者所需的微笑制定高度美觀的贗復計畫。透過數位軟體的輔助，患者可即時看到術後的模擬，以利後續治療的進行。

數位取模的工作流程

牙科數位模型的取得方式一般來說可分為兩種。一是使用印模材印模後轉印成石膏模型，再利用掃描機將石膏模型轉換成數位檔案進行後續的製作（圖 2）；雖然是偏向傳統的方式，但在某些口內死角多，或是需要軟組織加壓後取模的病人身上，印模這個步驟還



圖 1：微笑曲線設計的前後對比

是有其方便性。另一種則是使用口掃機直接將口內影像轉換成數位模型，在一些以硬組織型態為主的案例上，像是牙冠、牙橋、或嵌體等，這樣的作法簡化了印模的步驟，降低材料轉換的誤差外，也讓資料的傳送更加簡單、有效率。

使用口掃機進行掃描的步驟

- step 1：建立訂單；
- step 2：掃描（主要模型→對咬牙→取咬合）；
- step 3：檢查、傳送；
- step 4：數位設計；
- step 5：加工製造；
- step 6：裝戴。

3D 列印技術用於牙科案例

若數位模型是牙科數位化的第一步，那麼 3D 列印就是將牙科數位設計的概念具象化成產品呈現的關鍵。

數位模型的列印

有了數位模型以及設計軟體，下一個重要步驟便是製造出成品。目前數位設計牙冠、牙橋、貼片等復體多使用切削的加工方式。

雖然使用數位模型不需要製作出實體模型即可完成復體的製作，但在某些較複雜的案例中（多顆前牙或

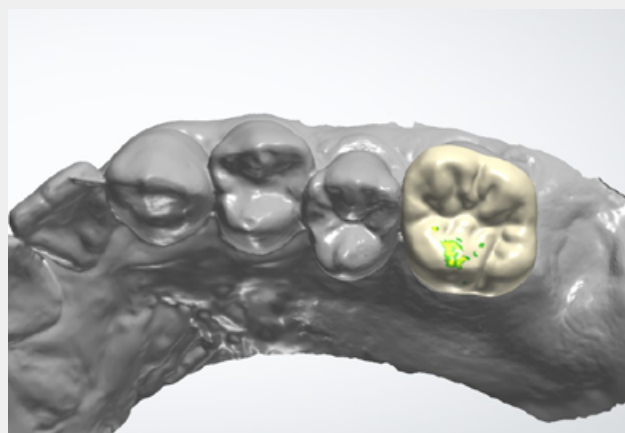


圖 2：嵌體的設計及咬點分布

是較小的嵌體），不少醫師仍希望先將數位檔案列印成實體模型（如圖 3、4），由技師先進行口外的試戴，確認置入途徑及邊緣密合度後，再交由臨床端進行後續的完成工作。有了這個重複確認的動作，可確保醫師進行的療程更加順暢。

手術導引板的製作

在人工植牙方面，取得患者鼻翼到下巴區段的電腦斷層掃描影像，與數位模型一同輸入設計軟體中，重建患者面部的三維模型（包含外部的型態及內部的解剖構造），接著在軟體中進行手術規劃、模擬植體位置（圖 5），確認設計後即可輸出手術導引板（圖 6），輔助醫師進行植牙手術。

隱形矯正

3D 列印在牙科中亦可應用於隱形牙套的列印。以前在製作過程中，醫師和技師往往需要來回修改、調整，才能完成令人滿意的治療，相當耗時。現在使用數位模型與矯正軟體，我們可以用模擬影像直接與患者解釋治療過程，討論預期的效果，配合快速精準的 3D 列印技術列印出客製化的透明隱形牙套，患者只需按照治療計畫配戴及更換牙套，即可達到矯正效果。



圖 3：前牙貼片



圖 4：數位檔案轉化成列印實體模型後試戴

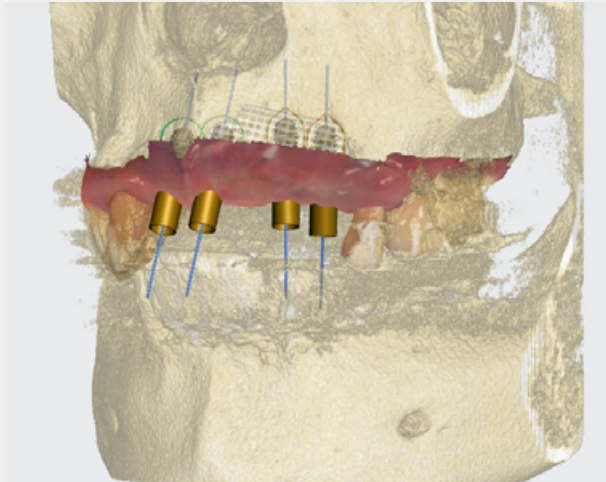


圖 5：進行植牙規劃

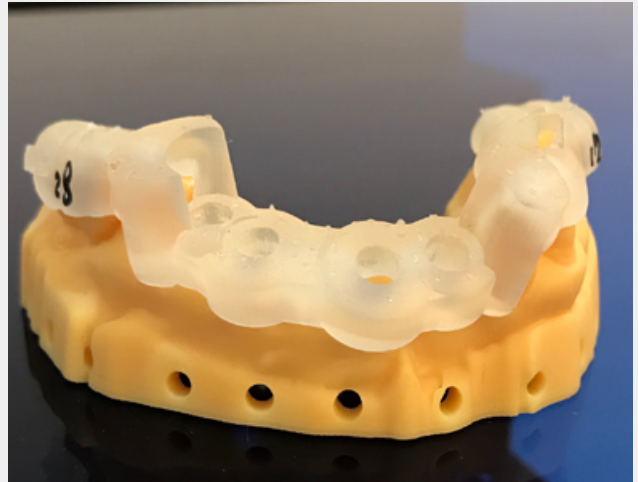


圖 6：手術導引版及 3D 列印模型之成品

3D 列印於牙科未來的發展趨勢

目前廣復牙科的最終產品中，數量佔最多數的當屬牙冠、牙橋。無論是臨時的樹脂假牙還是正式的全瓷冠，在數位牙科的製程中，這些多是採用 CAM 的方式，以減法的原理將料塊切削成型。這樣的方式雖然發展完整，加工速度也相當快，但在製作的過程中，不免因為切削這動作產出不少廢料。如今，3D 列印這種積層製造的技術發展越來越成熟，假牙的製造也不再讓切削機器專美於前，相信不久後 3D 列印的全瓷冠便能普及化，提供患者更多元的選擇。■

2021 新會員雜誌訂閱方案



【SMART Molding】雜誌介紹 |

全球華人最專業的模貝與成型技術雜誌(ACMT會員月刊)

ACMT協會於2017年3月發行了《CAE模貝成型技術雜誌》，將這些技術介紹與交流想法寫進雜誌，將之保存記錄下來，至今已發行40期。於2020年7月份將改版為《模貝與成型智慧工廠雜誌》(SMART Molding Magazine)雜誌主題專注在報導射出成型產業相關之最新材料、技術、設備，以及應用案例等相關議題，並同步發行於臺灣、大陸、東南亞等地區。

四大特色

1. 每期挑選技術重點做主題報導
2. 產業界最新先進技術介紹
3. 專業顧問深入淺出講解
4. 報導企業競爭力特色

會員種類 會員權益	網路會員	普卡會員	銀卡會員	金卡會員
	免費	定價:NT\$360/年 優惠價:NT\$300/年	定價:NT\$3,600/年 優惠價:NT\$3,000/年	定價:NT\$3,960/年 優惠價:NT\$3,000/年
· 活動訊息電子報	✓	✓	✓	✓
· 閱讀電子雜誌	✓ (部分開放閱讀)	✓		✓
· 收到紙本雜誌			✓	✓
· 課程活動優惠 (限ACMT特定活動)		95折	92折	9折

會員訂閱資訊(請勾選填寫)

方案勾選	<input type="checkbox"/> 網路會員免費 <input type="checkbox"/> 普卡會員:NT\$300/年 <input type="checkbox"/> 銀卡會員:NT\$3,000/年 <input type="checkbox"/> 金卡會員:NT\$3,000/年		
收件者姓名	E-mail		
電話	(手機)	(公司)	
收件地址	□□□		
公司名稱	部門名稱		
統一編號	職務名稱		
備註	會員確認簽名: _____ 日期: _____		

付款方式 (ATM轉帳)

戶名: 型創科技顧問股份有限公司

銀行名稱: 台灣銀行板新分行 / 銀行代號: 004 / 銀行帳號: 243-0010-10583

備註: 1、匯款後請註明或來電告知帳號後5碼。2、匯費須自付手續匯費。

※【SMART Molding】雜誌是由ACMT協會發行,委託型創科技顧問(股)公司出版製作及訂閱等服務。
※ACMT 協會保留變更及終止之權利

IT與OT | 設計解析 | 生產應用 | 檢測技術與其他應用

模具與成型智慧工廠

2021 技術研討會

3/24 台中 3/31 高雄

熱烈報名中!

ACMT菁英會員/SMART Molding金卡會員免費



主會場

- 智造新未來 – 模具、生產與檢測
- 塑膠射出工廠的數位轉型佈局
- ACMT射出機聯網相容性計劃(ACMT)
- 智慧射出成型最新發展與未來趨勢
- 工業4.0時代智慧製造之數位分身與T0量產

第一分會場**智慧設計****第二分會場****智慧生產****第三分會場****智慧檢測****第四分會場****先進技術****更多關於研討會事宜,歡迎來電洽詢!**

諮詢: 簡小姐Sylvia Jian

傳真:+886-2-89690410

電話:+886-2-89690409#232 E-mail:sylvia.jian@caemolding.org





Sodick

新世代電子束(EBM)加工技術 發表應用說明會與測試體驗



主辦單位: 型創科技顧問公司

協辦單位: ACMT協會

活動名稱	新世代電子束(EBM)加工技術發表應用說明會與測試體驗
主辦單位	型創科技顧問公司(minnotec)
協辦單位	ACMT電腦輔助成型技術交流協會
會議日期	詳細日期請至QR內查閱
會議地點	中原大學智慧製造研發中心-中原大學知行領航館
會議費用	NT\$1,800 (ACMT菁英會員免費參加!!【每間單位限制兩位參加】)

使用EBM電子束加工特點

- 表面改質3~5 μ m
- 提升耐腐蝕性和脫模性
- 提升模具壽命去除生鏽
- 提升表面光潔度

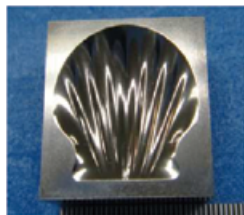
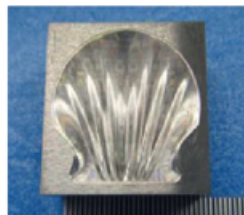
卓越的耐用性

放置於大氣環境, 經過1年後, 比較生鏽情況



貝殼形狀加工

提高表面光度, 節省手工拋光時間



瓶口精加工

短時間內可加工複雜的形狀, 大幅減少加工時間



廣告編號 2021-02-A15

更多關於【新世代電子束(EBM)加工技術發表會 操作和應用說明】事宜, 歡迎來電洽詢!
黃小姐(Ariel) 電話: +886-2-8969-0409#25 E-mail: ariel.huang@minnotec.com4

訂閱SMART MOLDING MAGAZINE

掌握每月最新射出成型產業技術報導

SMART MOLDING MAGAZINE每月定期提供最新產業
訊息、科技新知，並規劃先進技術專題報導。讓
您輕鬆掌握每月最新射出成型產業技術報導，且
同時享有多種會員專屬優惠。

