

淺談牙科數位影像系統——如何選用適合的牙科數位影像系統 (上篇)

為何選擇數位影像

隨著電腦科技的日新月異，數位影像已逐漸引起牙醫界之廣泛注意，筆者針對數年來所收集的牙科數位影像資訊與實際臨床經驗，願意和各位牙醫師朋友們一起分享。

首先，我們來談及數位影像的優勢：

1. 影像立即顯現，可於電腦馬上為病人溝通，節省雙方的時間。
2. 數位影像資料儲存於電腦硬碟，存取方便也節省空間。
3. 數位影像無顯、定影劑化學物質污染，也節省花費。
4. 利用各式影像或 OFFICE 軟體，編輯影像及製作專業文件。
5. 可利用網路傳遞數位影像，遠距溝通。

而數位影像的好處當然不只是上述的好處而已，也可以利用專業的牙科影像軟體，快速地於電腦上和病患進行詳細且專業的治療評估，除了可樹立醫師的專業形象，也縮減彼此溝通之距離與障礙，增加病人的信賴感。因此，利用數位影像的臨床說明，對於病患將有下列優點：

- * 提昇病患教育的效果
- * 加強病患對治療或診所之鮮明印象
- * 幫助病患了解整體之治療計劃
- * 提昇病例的解說效率及品質
- * 有助於病患之回診率

對於診所將有下列優點：

- * 建立整體的診所專業形象
- * 提昇病人的接受度
- * 提昇治療品質
- * 有效的病例影像記錄
- * 良好的診所行銷工具

李美玲醫師

1. 北醫牙醫學士 (21 屆)
2. 美國威斯康辛州馬楷大學齒顎矯正專科醫師及碩士
3. 李美玲齒顎矯正專科診所
4. 台北榮總兼任主治醫師

整體而言數位影像的好處遠比傳統的影像多許多，而實際上當牙醫師越深入數位影像的世界時，就會越來越著迷於數位影像的便利性和優越性。

牙科數位影像系統介紹

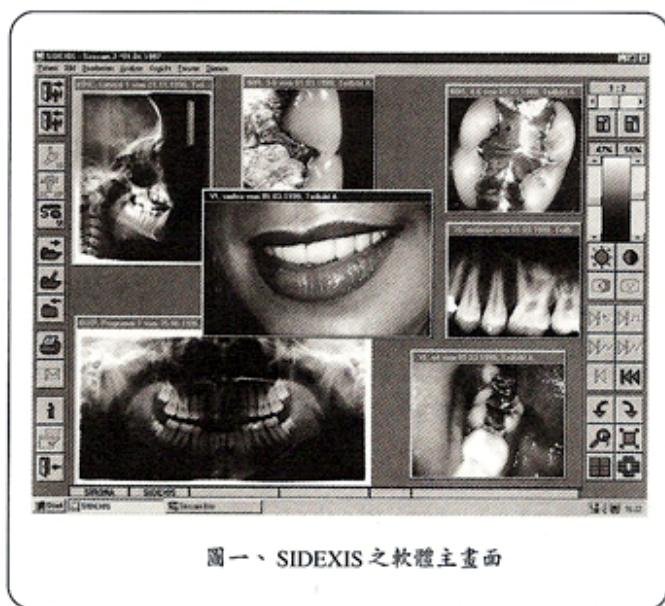
接下來介紹目前在牙醫界領域之數位影像系統，基本可分為：

1. 牙科 X-Ray 數位影像系統
2. 牙科口內攝影系統
3. 專業牙科數位影像軟體

筆者依序介紹如下：

1. 牙科 X-Ray 數位影像系統

牙科 X-Ray 數位影像系統可分兩大系統：一、為 CCD 數位影像系統，如 SIRONA 的 SIDEXIS (圖一)、Dent-X 的 Sens-A-Ray2000 (圖二)、Instrument Imaging 的 SIGMA 及 Orthopantomograph、Schick 的 CDR 及 CDRPan；另一系統為 PSP 磷性塗層數位影像系統，如 Trophy 的 DigiPan、DigiDent 的 CD-Dent 及 Combi-X (圖三、四)、Sordex 的 Digora (圖五)、Dentsply 的 DenOptix (圖六)。使用牙科 X-Ray 數位影像系統的最大好處是病患被照射的輻射劑最降低至 50%-90%，而醫師也無需花時間去沖洗底片，省時省事也具有環保意識，此外可快速評估根管治療、齒槽骨密度，或者藉由影像軟體迅速檢定牙骨的位置、份量和質量，也可利用專業牙科影像軟體進行牙週病或植牙手術評估。但是目前健保之 X-Ray 數位影像申報並未被核可，造成牙醫師不願購置 X-Ray 數位影像系統的重要因素，但 X-Ray 數位影像系統的立即性和方便性的優勢卻無庸置疑。



圖一、SIDEXIS 之軟體主畫面



圖二、Sens-A-Ray2000



圖三、DigiDent 的 CD-Dent



圖四、DigiDent 的 Combi-X



圖五、Sordex 之 Digora



圖六、Dentsply 的 DenOptix

兩大系統均有數位根尖片及全口與側顚X-Ray數位影像系統，而兩大系統的差異在於影像傳遞速度上，CCD數位影像藉由cable傳遞速度快，PSP磷性塗層感光片數位影像需藉由專用Scanner掃瞄，傳遞速度慢。但是CCD數位影像在照射全口與側顚X-Ray的時間較傳統X光機長些，因此病患在照射時之固定性非常重要。

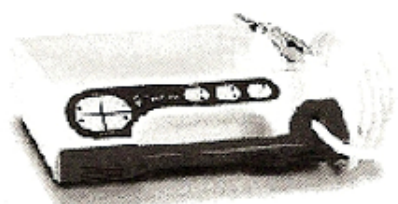
在經濟考量上，如果有意添購X-Ray數位影像系統，CCD數位影像系統價格昂貴，因為必須汰換整體全口與側顚X光機系統(除了數位根尖片影像系統)，而PSP數位影像系統只需購置專用掃瞄器及感應片即可，但是PSP數位影像是屬於磷性感應片，經X光照射數千次以後，感應片的反差及辨識率均會降低，因此，就長久經濟效益PSP數位影像系統仍是有耗材的經濟效益考量。

2. 牙科口內攝影系統

目前較知名的牙科口內攝影系統如 Cygnus Imaging (圖一)、DMD TeliCAM (圖二)、ViperCAM (圖三)、Digital DOC (圖四)、AcuCam (圖五)、UltraCAM、TrophyRVG、Sircam (圖六) 等，牙科口內攝影系統基本上都以 CCD 來感應影像，影像藉由光纖傳遞到電腦螢幕，因此傳遞的速度極快。牙醫師藉由立即影像資料，馬上就可以針對病患的病情進行溝通。



圖一、Cygnus Imaging



圖二、DMD TeliCAM



圖三、ViperCAM



圖四、Digital DOC



圖五、Densply 之 AcuCAM



圖六、Sirona 之 SirCAM

口內攝影系統基本上也分為三種：一為可接泊式(Docking)攝影器可抽離母機，攝影器可接於不同的地方的母機而進行操作攝影，若是診所治療椅較多可以考慮此種機款；另一為整體而不可分離之口內攝影系統，多數口內攝影機屬於此種機型；第三種屬於可攜式之口內攝影系統，內附專用電池，可輕易攜帶。

口內攝影系統是針對口內拍攝而設計，因此鏡頭都非常輕巧，操作也非常簡易。但也因為攝影鏡頭過小，在拍攝口外的影像就有些許變形的偏差問題，另外在影像的解析度最多只在640X480，因此在列印輸出上的品質也低於目前市面數位相機1800X1200之高解析度之影像品質。

如果口內攝影系統需要將影像儲存或者將影像列印輸出，則必須搭配電腦及專業影像截取卡及彩色噴墨印表機，當然影像管理軟體也是必須的，若不考慮專業牙科影像軟體，只是純粹管理影像，坊間影像管理軟體非常多，筆者推薦軟體如ACDSee32或ThumbPlus32都直接可上網路下載，既便宜又好用。

如果影像列印輸出不搭配電腦或影像截取卡，則需購買昂貴的熱感印表機，而其相片紙及色帶的耗材開支，就長遠經濟效益來看，是應該考量的重點。

3. 專業牙科數位影像軟體

對於專業牙科數位影像，第一要點當然是能夠吸引病患的目光與注意力，除此之外，對您診所業務提昇及形像改造上要有所幫助，而此助益將是雙向的：對您而言，提高了業務流程效率；對患者則經由數位圖片提供專業的醫療服務。

筆者認為利用專業優良的牙科影像軟體並搭配數位相機，其整體的醫療品質、效果皆高於口內攝影系統。因為口內攝影系統整體的影像或輸出品質皆略遜於數位相機的效果，而且軟體每年都會昇級，臨床的實用性會不地斷提昇，另外就筆者所了解，口內攝影系統的整體投資應高於牙科影像軟體及數位相機，因此利用好的牙科數位影像軟體及數位相機，將是一不錯的選擇。

你需要何種數位影像軟體及硬體

目前坊間的牙科影像軟體，除了專業牙科影像軟體，再者是病患教育之多媒體軟體，關於病患教育之多媒體軟體大多可直接上網路訂購，牙醫師可依實際之需求而訂購。而專業牙科影像軟體，筆者只提供購買之建議事項，讓牙醫師自行決定自己的需求。

對於購置牙科數位影像軟體的尋求重點不外乎：簡單易學，軟體的完整性與可信賴度及業者日後提供的服務。以下針對牙科影像軟體之實用性與軟體公司的選擇重點討論如下：

建立一套軟體系統比想像中複雜，更需配合診所工作流程做規劃，而組裝則是軟體系統公司對您的第一個承諾，同時您也可以由此一窺其對業務的投入，系統業者的用心與是否深入了解您的工作流程並且輔助您決定硬體之搭配。

影像系統：在數位相機鏡頭之後

眾多影像系統中，您如何確定所購買的產品符合其實嗎？擁有一部好的數位相機誠屬重要，但組成一套有效率的影像系統還需配合其他設備，其中“軟體”扮演了結合電腦、印表機、掃描器

及數位相機的重要角色，它讓您的電腦了解來自相機的圖片檔案，並讓您隨意調整影像圖片，它讓印表機列印圖文給轉診醫師或患者。另外，軟體亦可結合影像系統與管理作業系統，因此在診所內所有電腦皆可呈現患者相片。

專業能力：了解您的需要

軟體的真正價值在其可幫助您完成想做的和預期的方式，即使產品出自一位電腦奇才也未必一定適合您 - 使用者應為首要考慮，產品設計者不僅了解您現在的需求也必須清楚未來的趨勢，所以，您的影像產品必須是這個公司的主線而非只是點綴性的產品，唯有如此，他們才會將全副心力照顧您的需求且投入研發以掌握未來，擁有這些特點才是適合您的最佳產品。

研發：不進則退

一般來說，一個好軟體需不停地更新，譬如：Adobe Photoshop 每年更新一次；另外，Microsoft 微軟家族產品亦不斷改進，因為好軟體需將使用者的經驗及機經驗納入，尤其當使用者愈多愈複雜，這些定期更新不僅不該造成使用者的麻煩，反而使用上更加得心應手。另外，也必須跟得上其他科技設備的更新如印表機、掃描器等等，系統業者必須獨具未來的眼光，但也得小心其天花亂墜，畫餅充飢，反正一切眼見為憑。

實用性：軟體與您

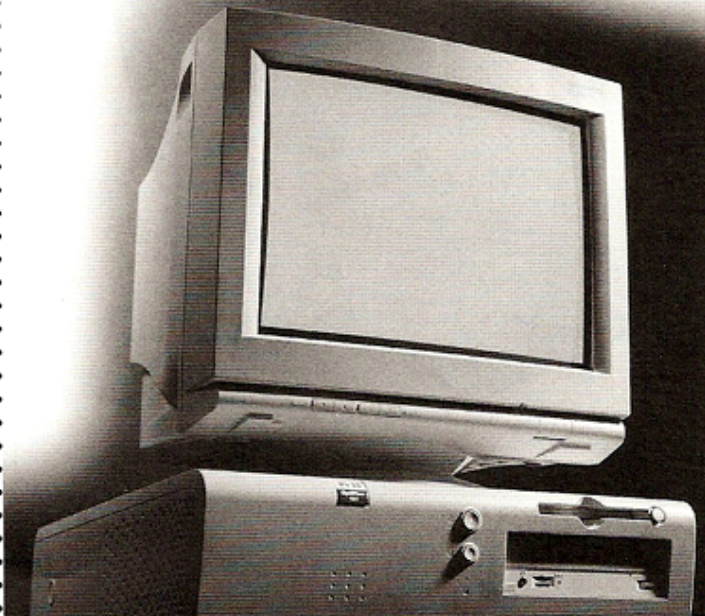
有效率的軟體必須是天衣無縫的，不只簡單易學且可相互為用，有些產品是將獨自作業的各種功能“湊合”在一起，非但降低了整個流程的效率且使整體功能無法全然發揮，拿照相來作比方，過程複雜耗時或事半功倍？不妨請教同僚吧！另外，值得注意的是軟體的介面，如色彩、音效等，一個完善的介面設計可以聲光動畫來增強效果。

售後服務：服務，服務，服務

作為消費者的您必須是此產品公司的重心，一個以技術為導向的公司很難將客戶服務同時併重，這個公司做得到這一點嗎？一個好的公司必須隨時回應客戶的需求並加以改進其產品。因為對他們來說，純粹販售產品遠比與客戶建立良好售後服務關係來得承受的風險較低，如果您的助理人員將使用此系統，則他們也必須接受良好訓練，此時來自系統公司的訓練人員需足以提供完整的訓練，遇到實際狀況時，他們也可隨時支援以解決問題。

數位影像軟體之硬體搭配：

優良的牙科影像軟體當然要搭配適當的硬體，但要如何搭配呢？實際上依照目前市場多媒體電腦之配備，都可以符合數位影像軟體之基本需求，如前面所提的重點，系統業者的用心與是否深入了解您的工作流程並且輔助您決定硬體之搭配，是一考量重點。



以下電腦硬體最基本的需求：

- 處理器：Pentium 233 CPU
- 記憶體：64MB RAM
- 硬碟：4GB hard drive
- 影像卡：2M Video RAM - 800(x600 及 24-bit color
- 音效卡及喇叭
- 17吋平面直角之螢幕
- 數據機
- 光碟機

週邊硬體部份：

- 數位相機之讀卡機
- 含光罩之掃描器
- 備份 MO 硬碟機
- 彩色噴墨印表機
- 數位相機



數位相機選購重點：

硬體配備其中以數位相機為整體的重心所在，一台適合牙醫師的數位相機，如果牙醫師能熟練地使用操作，並搭配適合的軟體，在臨床上的溝通絕對是一得心應手的好伙伴。但如何選擇一適合的牙科數位相機呢？有幾個重點要注意：

1. 數位相機的畫素是否足夠？一般如果有200萬畫素以上的數位相機，在臨床上的使用就很足夠。
2. 數位相機是否有提供近拍的功能？最近拍攝距離為多少？一般醫師可能會希望拍到單顆或雙顆牙齒，這時近拍的功能要特別注意，是否有提供超近拍的功能？就筆者所了解，目前市場有超近拍在2公分的有Olympus C-2500L及Nikon Coolpix 950二種。
3. 數位相機的閃光燈最好在鏡頭上方，因為鏡頭若在側方時，在拍攝口內的影像容易造成陰影。但最好的解決辦法是另外購置數位相機專用之環型閃光，就筆者所了解，目前可搭配環型閃光的機種有Fuji MX-2900及Olympus C-2500L二種。
4. 數位相機的對焦是否可以靈活操作？筆者建議實際操作對焦功能，尤其是注意近拍的對焦是否靈活？近拍的拍攝結果解析度是否清晰？
5. 數位相機的拍攝結果，經過電腦螢幕觀看顏色是否自然？是否偏藍或偏紅？而影像經過放大解析度是否差異太大？

以上就“如何選用適合的牙科數位影像系統”提出筆者的一些經驗及想法，如果有遺漏之處還請讀者海涵，並請不吝賜教。

在下一期，筆者將就數位影像臨床使用心得與數位影像與診所管理系統，做進一步的介紹，敬請期待。☺

口腔顎面的三次元模型

陳亮宏

1. 北醫牙醫學士 (11 屆)
2. 日本京都大學醫學博士
3. 日本口腔外科學會認定醫暨指導醫
4. 大津赤十字病院齒科口腔外科部長
5. 京都大學醫學部非常勤講師

顎面外科手術除了改善咬合機能外同時也修正顏面的形態。手術前分析以及手術計劃檢討上必須包括有牙齒咬合、顎骨和顏面形態等資料。一般臨床上，通常使用平面照相、側面顫顏規格 X 光攝影 (Cephalogram) 和齒列石膏模型等資料做各別的分析，不過僅有這些平面或單獨的資料並無法對手術計劃做整體的檢討。

近年來，三次元計測技術 (Three-dimensional measurement)、電腦製圖技術 (Computer graphics) 及電腦周邊機器等非常發達普及，結合這些技術可以做出種種三次元模型，對病態的分析、模擬手術的操作以及對病人、家族的說明等非常有幫助。現在利用電腦技術製作的口腔顏面三次元模型可以大分為電腦製圖技術生成的影像模型 (Computer-generated imaging model) 和電腦輔助設計 / 製造技術作成的實體模型 (Solid model)。前者提供視覺情報，後者則提供觸覺情報，臨床應用上各有長短，以下簡單介紹幾種代表的模型製作方法。

1. 電腦生成影像模型

1) 三次元顎骨和顏面形態的影像合成模型

首先利用數位板 (Digitizer) 將日常使用的正面及側面 Cephalogram 上解剖特徵點的座標值直接輸入電腦，再連結各個特徵點而構成顎骨的立體形狀圖。簡言之，即是從正面 Cephalogram 讀取特徵點的 X 座標，從側面 Cephalogram 讀取其對應的 Y 和 Z 座標，分別輸入電腦而完成一組三次元座標值。然後結合這一群空間點的小三角面 (facets) 就可構成簡略的顎骨立體圖形。

其次是用雷射光形態計測機器 (Laser surface scanner)，以 1mm 或 2mm 間隔在顏面部掃描，CCD 照相機同時記錄下光束的位置。影像處理機 (Image processor) 瞬時將光束的位置轉換為數位數據。這些空間座標數據再輸入個人電

腦即可構成三次元顏面形態圖。然後利用電腦影像技術將這兩種影像組合起來，就可生成一個複合的三次元顏面硬軟組織影像模型 (圖 1A-C)。

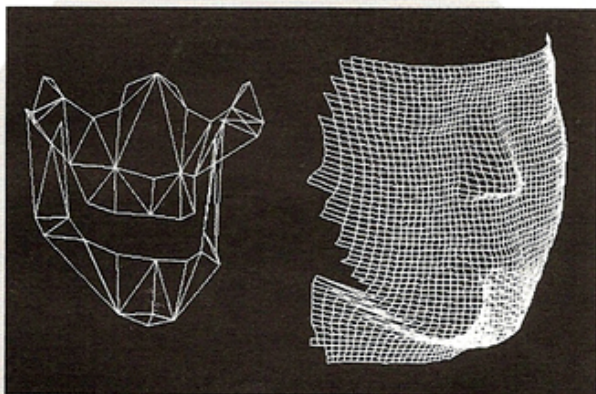


圖 1A. 顎骨和顏面三次元形態影像的合成



圖 1B. 三次元顎骨和顏面形態的影像合成模型 (正面)



圖 1C. 三次元顎骨和顏面形態的影像合成模型 (側面)

2) 三次元顎骨和齒列形態的影像合成模型

顎骨的立體形狀圖再構成方法除了前述利用 Digitizer 輸入點座標的方法外，再介紹影像輸入數據的構成方法。

預先將正常人的正面及側面 Cephalogram 平均值輸入電腦做個立體顎骨形狀的原型圖並貯存起來。

其次利用影像掃描機 (Image scanner) 把病人的正面及側面的 Cephalogram 分別輸入電腦且顯示在電腦多視窗畫面上 (Multi-windows)。再把預先貯存的原型圖在畫面上投影重合 (Superimpose)。然後隨著病人解剖特徵點的位置，利用滑鼠 (Mouse) 把原型圖上的各個對應點移動 (Dragging) 修正、變形，這樣很快的就可構成病人的顎骨立體圖形。

其後將病人齒列印模做出石膏模型。利用雷射光形態計測機器以 0.25mm 間隔在石膏模型上掃描攝像。由這些攝入的影像算出空間座標值而構成三次元齒列形態圖。再利用兩者共同基準點 (電腦影像數據輸入時各別輸入三點共同基準點) 即可組成三次元顎骨和齒列形態的影像合成模型 (圖 2A-C)。現在電腦多視窗畫面，可以同時顯示出不同角度的影像，對從二次元影像轉構成三次元圖形，影像的重合、修正等過程可以很正確的處理。

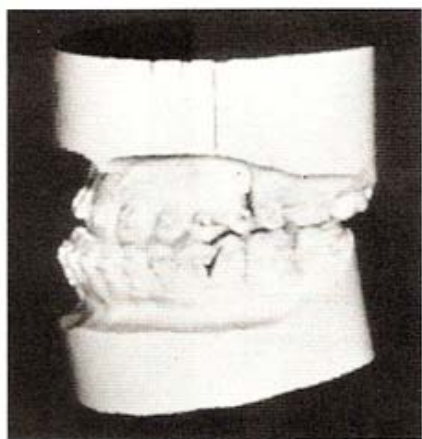


圖 2A. 三次元齒列形態影像

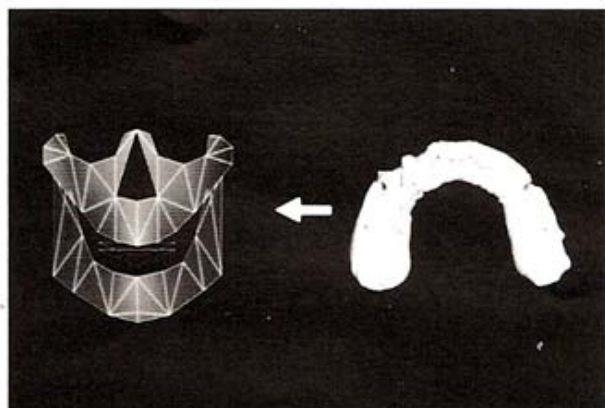


圖 2B. 齒列和顎骨三次元形態影像的合成

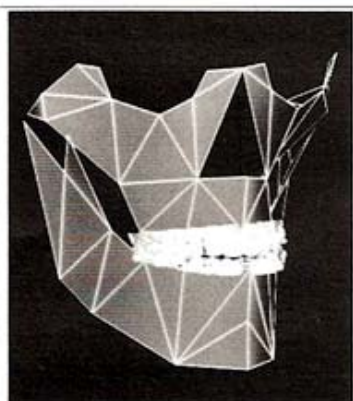


圖 2C. 三次元顎骨和齒列形態的影像合成模型

2. 電腦輔助技術製造的實體模型

即是利用電腦輔助設計 / 製造 (CAD/CAM: Computer-aided design/manufacturing) 的系統，把從 CAD 上得到的資料，轉送到 CAM 的加工機器，然後做出實物大的實體模型。模型製造技術上主要有數值控制切削法 (Numeric control milling machine) 和光造形法 (Laser lithography) 兩種方法。

1) 數值控制切削模型

從電腦斷層掃描裝置或雷射光掃描形態計測機器等直接取得的物體三次元數據或是由 CAD 所設計的形態模型 (Geometric model) 數據，作成加工機械用的數值控制指令數據。然後轉送到切削加工機，按電腦指令的工具徑路 (tool

path)，從一整塊的臘 (Wax) 或發泡樹脂 (Styrodur) 自動的刻出實體模型 (圖 3)。

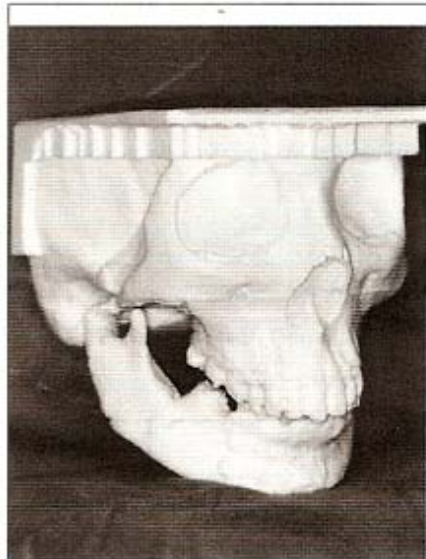


圖 3. 顎骨的發泡樹脂模型

現在臨床上常使用的發泡樹脂模型一個造價約日幣七、八萬，價錢稍為便宜經濟負擔較小，而且硬度低切離容易適合於對骨切斷、骨移動等症例的手術檢討。但是數值控制切削法受制於研磨工具的精度，較難精確的刻出具有精細表面和複雜內部構造的模式。

2) 光造形模型

即雷射光照射樹脂硬化模型，又為一般所指的 Rapid prototyping model。

同樣的將三次元的形態數據，轉換成加工機器用數據。然後接續到光造形機器，利用電腦控制紫外線雷射光束分層照射液狀樹脂，使斷面形狀逐層硬化而製成硬質樹脂模型 (圖 4)。

此法從細部積層硬化而製成模型，對於突出部位或中空的部位比較容易加工，如顏面骨內的複雜構造或齒列咬合面的微細表面可以很精確的複製出來。硬質樹脂模型的硬度與觸覺和骨骼類似具有真實感。但是製作成本較貴，一個顏面骨樹脂硬化模型約要日幣二、三十萬。

影像模型提供視覺情報，可以充分利用日常使用的 Cephalogram 及石膏模型等既有資料經電腦影像處理而合成影像模型。資料取得方便且可



圖 4. 顏面的硬質樹脂模型

以多次取得，對長期追蹤的病例可以一貫性的作出影像模型來評價觀察。影像模型適合於對軟組織的變形模擬，又模型可以重複模擬操作，沒有經濟上的負擔。實體模型除了提供視覺情報外也提供觸覺情報，非常適合於手術前對骨切削、移動、移植等骨骼構造的模擬手術操作。但是實體模型不適合對於軟組織的變形模擬操作，而且實體模型無法重複模擬使用，經濟上負擔較大。

現在個人電腦發達，各醫院可以共同利用三次元計測機器，將資料轉送個人電腦組合成所需要的影像模型，或者把設計的三次元形態資料轉送給製造業者做出實體模型，然後再依治療計劃做試驗的模擬操作。

參考文獻

1. Yukiharu Yokota, Lianq-Horng Chen, et al. Development of a visual 3-D maxillofacial model for combined hard and soft tissue images in patients with jaw deformities. Jpn J Oral Maxillofac surg. 42:1038-1042, 1996.
2. Lianq-Horng Chen, et al. A CAD/CAM technique for fabricating facial prostheses. Int J Prosthodont. 10:467-472, 1997.
3. Hideki Okumura, Lianq-Horng Chen, et al. Three-dimensional virtual imaging of facial skeleton and dental morphologic condition for treatment planning in orthognathic surgery. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 116:126-131, 1999