

出國報告（出國類別：考察）

發展牙科數位化治療流程 與深化數位技術研究

服務機關：國立臺灣大學醫學院附設醫院

姓名：楊宗傑

派赴國家：瑞士

出國期間：112年9月30日至112年10月17日

報告日期：112年12月21日

摘要

牙醫數位技術與材料發展日新月異，數位化系統的有效導入臨床治療流程中，已成為國際學界與各大醫療單位的發展重點項目。為接軌國際趨勢，發展卓越臨床研究，提升醫療作業效率，並提供更高品質醫療服務，此次考察前往歐洲數位牙醫技術發展與臨床實務運用的重鎮－瑞士日內瓦大學附設醫院牙科部與研究單位參訪學習。

此次考察，獲得許多關於數位工具輔助臨床治療的觀念與技術，從術前重建計畫規劃、各種精準輔具設計以協助精確執行。期間也參與病例討論，深入了解日內瓦大學各種臨床病例的治療方針和實際執行方式。同時，也藉由深入討論本院在該領域目前發展的現狀，擴展雙方臨床研究合作的機會。這些所見所聞，對本院在數位技臨床術的發展有極大的助益，有助於提升醫療品質，達到精準醫療的目標。進一步擴展在數位醫療領域的國際性研究合作，提升學術研究成果。

目次

| | |
|---|----|
| 壹、目的 | 1 |
| 貳、過程 | 1 |
| 簡介 | 1 |
| 瑞士日內瓦大學臨床牙科部 | |
| University of Geneva, University Clinics of Dental Medicine, CUMD | |
| 固定補綴學部門 | |
| Division of Fixed Prosthodontics and Biomaterials | |
| 一. 臨床治療狀況 | 3 |
| 1. 臨床治療與數位技術的規劃與訓練 | 3 |
| 2. 運用數位科技的精準治療 | 4 |
| 3. 病例討論會 | 5 |
| 4. 專題報告 | 6 |
| 二. 牙科臨床教育與訓練 | 7 |
| 三. 數位牙科技術與研究 | 9 |
| 1. 定期各項研究討論會與進度報告 | 9 |
| 2. 顏面掃描技術 | 10 |
| 3. 臺大相關研究討論與最新結果交流 | 11 |
| 參、心得 | 11 |
| 1. 臨床治療討論與兩院交流 | 12 |
| 2. 數位技術與現行治療流程的有效整合 | 13 |
| 3. 數位牙醫學教育與臨床訓練 | 13 |
| 4. 研究發展與結果整理 | 13 |
| 肆、建議事項 | 14 |

壹、 目的

牙科數位化已成為現在國際學界與臨床實務發展的趨勢。相關醫療技術、儀器設備與生醫材料，進展極為迅速。為接軌當前數位技術系統整合入現行治療流程體系的發展趨勢，提升精準醫療與整體醫療水準，因此有進一步深入學習考察的必要性。瑞士日內瓦大學在數位牙科發展，因為累積長期的臨床實務經驗與學術研究結果，在歐洲整體或世界上，皆處於領先地位，吸引各地臨床單位與研究者前往學習。此次考察單位的許多教授，不論在國際期刊或相關學會皆為重要參與者。藉由這些學術資源與臨床近距離觀察學習，除深入學習數位牙醫的最新觀念與技術外，希望能擴大臺大臨床和研究單位與國際其他中心的交流，提升臺大醫院臨床治療與學術研究水準。

貳、 過程

瑞士日內瓦大學臨床牙科部(University of Geneva, University Clinics of Dental Medicine, CUMD)

簡介

目前，日內瓦大學臨床牙科部(CUMD)(Fig. 1)在數位牙科發展領域，無論在歐洲或世界上，處於領先地位。其中，固定補綴學部門(Division of Fixed Prosthodontics and Biomaterials) Irena Sailer 教授目前為國際期刊主編(Chief editor)與數個重要學會主席與重要決策者。長期以來該部門有許多重要學術論文發表，近年特別在數位技術的臨床運用、牙科材料與全口重建術式上，有許多學術研究成果。同時，Sailer 教授等學者整理近期臨床與研究成果於 2021 年出版補綴學教科書(Fixed Restorations: A Clinical Guide to the Selection of Materials and Fabrication Technology, 2021, Quintessence)。活動補綴學部門(Division of Gerodontology and Removable Prosthesis) Frauke Müller 教授，長年在高齡者牙醫學與活動式義齒領域，有許多重要臨床病例與學術研究論文。近年，該部門更

將重心致力於數位技術整合傳統活動式義齒治療流程上，在學術上有許多的臨床報告與學術研究成果。另一方面，近年數位牙科技術發展在歐洲高科技工業廠商技術整合下，執數位醫療產業之牛耳。其技術包含數位影像紀錄技術的口內(oral)與顏面掃描(facial scanner)設備系統的研發，數位製程技術的切削(milling technology)和列印(printing technology)儀器的快速開發。因此在諸多新技術與資源的輔助下，日內瓦大學在數位牙醫各項技術(digital dentistry)與現有醫療流程的(treatment protocol)整合上非常成熟，吸引歐洲與全世界其他國家的醫師前往學習。

本次參訪，主要以 Irena Sailer 教授領導的固定補綴學部門為主，同時參與 CUMD 內- 活動補綴部門、矯正學部門的共同臨床病例與研究討論會，藉由兩周的實地參訪與交流溝通，近距離 chair site 參與醫院臨床門診業務、教學工作與研究討論，更深入了解日內瓦大學的治療觀念(Geneva concept)。



Fig.1 日內瓦大學臨床牙科部(University Clinics of Dental Medicine, CUMD)處於日內瓦醫學院區內。腹地包含前棟的臨床大樓與後棟的研究大樓。

一. 臨床治療狀況

1. 臨床治療與數位技術的規劃與訓練

參訪第一天，Sailer 教授親自介紹 CUMD 醫院和研究單位整體環境，並介紹科內外的重要成員。同時，也詳細說明日內瓦大學在傳統補綴學與數位牙科課程(Digital dental technologies program)(Fig.2)。其中，數位課程從基礎的數位影像擷取光學掃描技術訓練開始，口內外資料收集與治療計畫擬定，進一步到臨床實行操作步驟等，各項內容都確實的規畫在該課程裡。藉由詳細的說明，對該部門的治療理念(treatment concept)有了整體的認識。

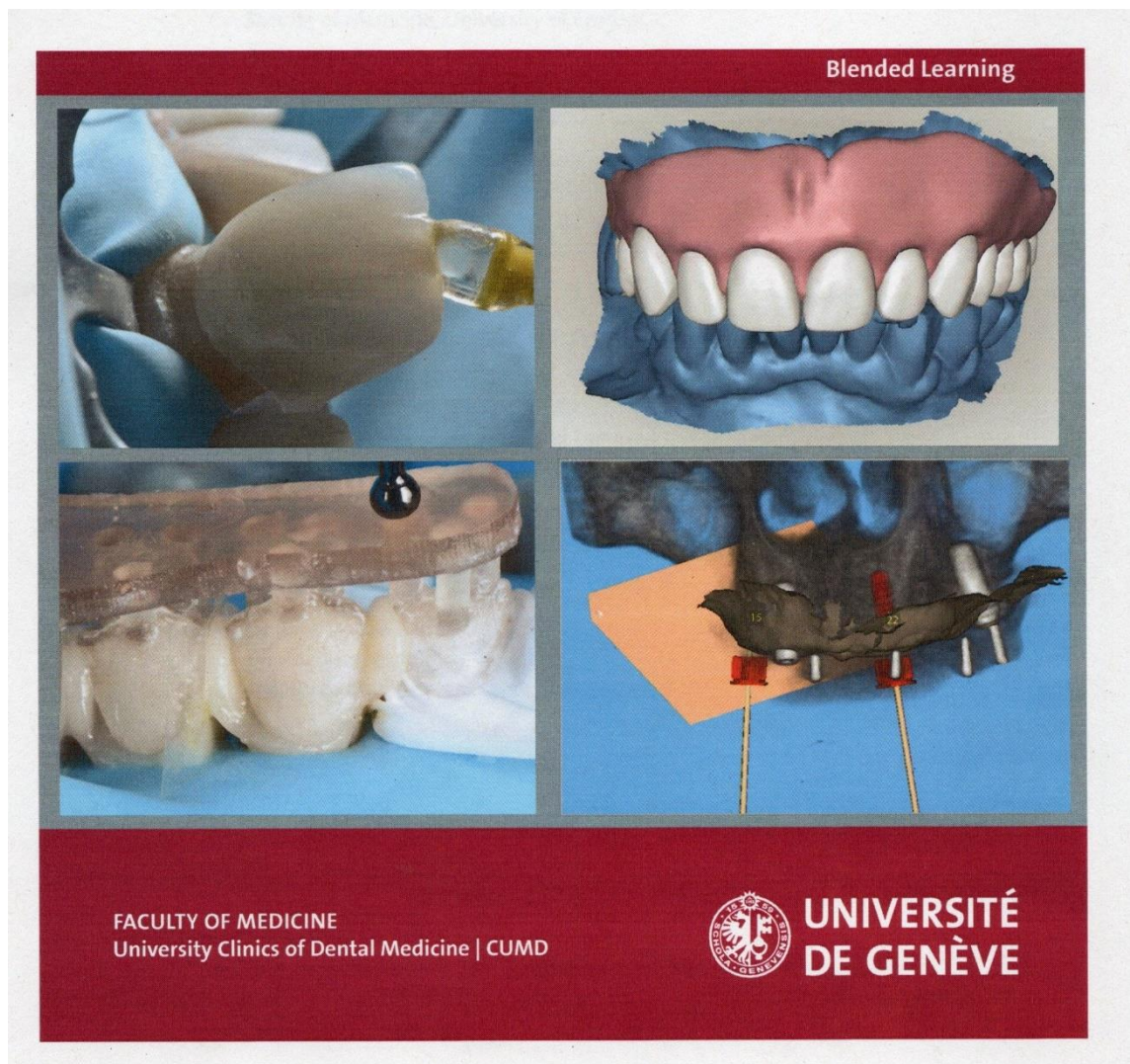


Fig. 2. 數位牙科課程規劃書(Digital dental technologies program)封面

2. 運用數位科技的精準治療

CUMD 所有診間，皆為獨立且透明式治療空間，除保持患者隱私外，也可讓周圍支援資深醫師、診間協助人員和臨床指導者可以掌握整體治療狀況(Fig. 3a)。另外，數位醫療也是該診間的特色，參訪的兩周當中僅見一次以傳統印模材紀錄口腔內型態外，一般藉由口內外光學掃描(scanner)方式記錄型態。同時，整個醫療系統資源共享，經由該部同仁介紹與實地操作醫療作業系統，在授權的前提下可以開啟、查詢和評估所有診間每個時段的治療內容項目，藉以提供 chair site 的即時臨床協助或進行學習者的臨床治療觀摩。同時，每項器具也有單獨的條碼，使用前後皆須掃條碼，藉以追蹤器械使用狀況和流向，這作業流程和本院相同。

CUMD 的特色醫療之一是磨耗齒列(worn dentition)的全口機能重建(oral rehabilitation)。因為飲食習與個人生活習慣造成的磨耗齒列，常伴隨牙齒結構嚴重喪失(tooth structure lost)、牙齒斷裂(tooth fracture)甚至導致咬合垂直空間(vertical dimension of occlusion)不足等，造成臨床上治療術式與重建材料選擇的困難。一直以來，CUMD 對於此病徵的治療上，於學界上有傑出的臨床成果，提出許多符合臨床操作的治療導引。近年，更引進數位科技的輔助，有效的提升治療的精確性。考察的這兩週中，在診間 chair site 實際觀察一位嚴重牙齒磨耗的患者，藉由全口齒列修形(tooth preparation)為黏貼式補綴物(bonding type restoration,; V-shape veneer for anterior teeth and overlay for posterior teeth, Fig. 3b)的完整過程。包含事前治療計畫擬定與材料準備，到實際臨床操作過程與數位導板輔具的精確定位支臺齒修形。之後，藉由光學掃描紀錄口腔狀況，並製作臨時補綴物(provisional prostheses)。再將口腔內數位的資料，以視訊會議方式與補綴物製作的技師詳細討論，檢討臨床操作問題點與討論修正辦法。接著，第二次的門診時，依之前討論結果，修正改善前次臨床操作不足之處，最後再利用光學掃描方式記錄全口牙齒型態，以完成最終補綴物(Final prostheses)。此次，經過近距離臨床觀察，更詳細了解每個操作細節的關鍵步驟，而該單位的諸位醫師也毫不吝嗇地分享臨床經驗，收穫甚多。



Fig. 3a
CUMD 獨立透明診
間



Fig. 3b
利用數位技術精準規劃
治療目標。並依計畫列印製作
輔具以確認牙齒型態能更精準
修形。

3. 病例討論會

在考察的兩周中，參加包含固定、活動補綴科與矯正三科的跨科病例討論會。病例討論會上，先由當日負責醫師報告病例概況，例如唇顎裂年輕女性(Fig. 4)，並詳細說明口內外檢查結果(clinical findings)與問題點 (problem list)。然後，矯正與補綴部門的教授為此會議主持人，讓分屬不同部門的醫師分小組討論，包含臨床發現、提出診斷與治療方式。組員之中因為各科訓練背景不同，常提出不一樣的看法，需要組長溝通協調以取得彼此共識。等各組已經對該病例整理出治療計畫後，依序上台說明治療方向與採用方法。這時候，主持人依據提出的治療方法，以詢問的方式評估各種治療選項的優缺點，並在最後分享長年臨床經驗與文獻資料等。會議的最後，再回到該次病例討論的負責醫師，報告

該病例的完整治療流程，並說明回診追蹤的臨床發現。日內瓦大學的醫學教育相當注重個人意見的理性陳述，同時也強調橫向溝通的重要性與團隊合作。會議中，主持人站在較高的位置，誘導討論的方向，一旦發現方向偏離，會主動提出明確意見來修正討論內容。整體而言，日內瓦大學在問題導向學習方面，長期以來經由討論歸納出單位內的治療準則(Treat guideline)，因此教師和學員較能依照一定的步驟與準則有效的進行討論。該校注重共同討論與溝通方式的臨床報告，有我們能多加學習之處。



Fig. 4. 跨科病例討論會狀況。該病例為唇顎裂患者，首先由當日報告醫師簡介口內外狀況。

4. 專題報告

每周一次由科內研究生來發整理專題報告。考察期間，參與專題報告一根管治療後的牙齒，以牙冠（crown）和黏貼式嵌體(onlay)修復的臨床效果比較(Fig. 5)。這是該部門長期關注且有許多代表性臨床病例與研究發表的課題。在報告中，首先定義的各種形式修復補綴物（types of different restorations）型態與材料的差異，並佐以大量病例與該單位研究結果，提供更 evidence-

based treatment concept，令人印象深刻。



Fig. 5. 專題討論－Onlay vs crown on vital and non-vital teeth

二. 牙科教育與訓練

考察期間，全程參與數次臨床前的實際操作課程與評核，評核通過者才能取得在醫院進行臨床治療的資格。該大學有兩間實習室，每台座位附有光學高倍顯微鏡輔助治療視野(Fig 6a)。除了設備齊全外，更重要的是詳實的實習手冊(Fig. 6b)，完善詳細的說明每個操作步驟，並附上圖表分析各項術式與材料的適應症與優缺點。雖然只是大學校內的教學手冊，其內容與說明不遜色於牙科用教科書，且定期更新調整部分內容。由此詳細且內容豐富的手冊，感知該學校對牙醫教育的長期經驗累積與傳承，值得本院學習。



Fig. 6 a. 臨床前實習教室。每台模擬 chair，付有光學高倍顯微鏡與氣動手機、電動馬達增速手機與低轉速手機。

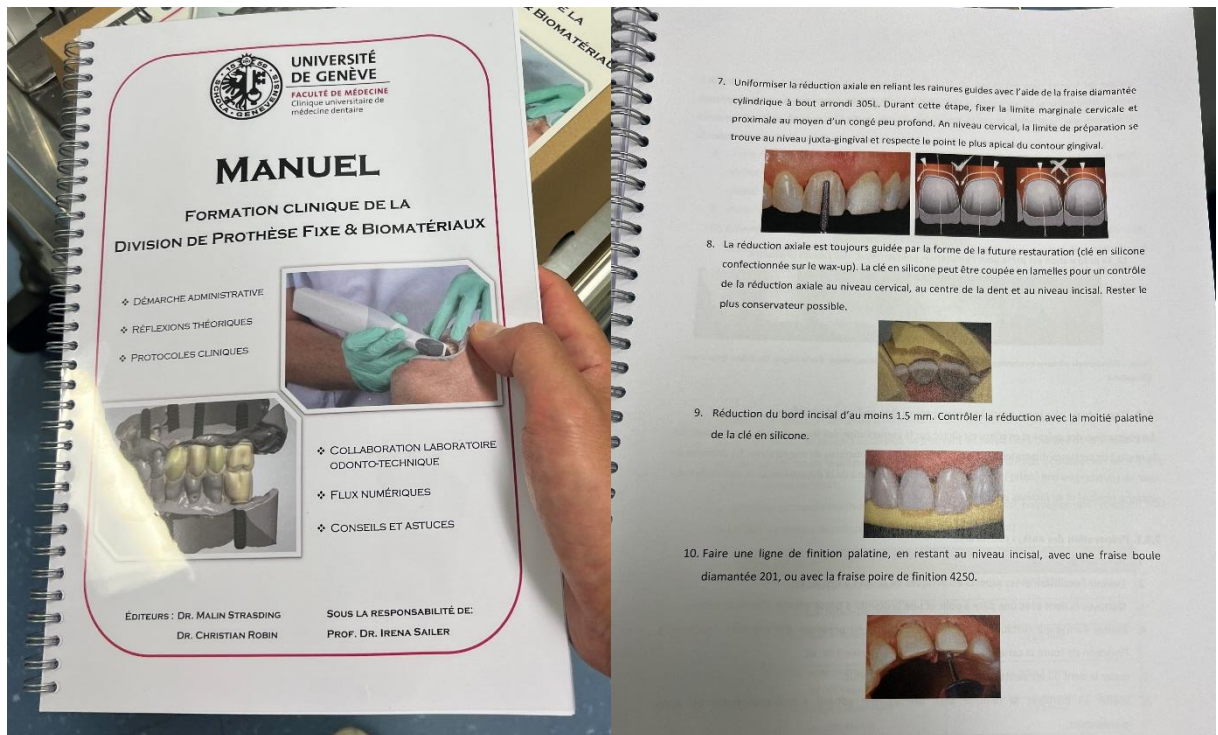


Fig. 6 b. 實習手冊。

三. 數位牙科技術與材料研究

1. 定期各項研究討論會與進度報告

日內瓦大學相當注重各項研究進度的確認，考察期間參與一次部內研究討論會。會議中藉由研究人員的說明，了解該單位內正在進行的各項實驗內容與最新研究結果。在 Sailer 教授的主持下，每位研究者需要報告實驗進度與面臨困難點，在小組每位成員互相討論下，共同找出能解決的方法。其中，對實驗結果整理與論文投稿的要求更令人印象深刻。因為學校與部門對這結果發表的高度關注，持續有質與量皆佳的學術論文發表，也能增加該校的國際能見度，進一步吸引更多人才加入該團隊。在臨床治療術式整理和學術研究報告上形成良性循環。



Fig. 7a. 部內各項進行中與論文投稿進度確認

2. 顏面掃描技術(facial scan technology)

近年，顏面部位的影像擷取系統與設備發展迅速，提供全口重建治療時，更多有效資訊以利治療計畫擬定與術後結果預測。日內瓦大學在顏面掃描資訊處理與治療流程整合上有其獨特之處，並發表許多臨床運用該技術的病例。此次參訪中，除了能和研究者討論臨床實際運用外，討論各影像處理系統與取像方式不同的各種設備的使用經驗外，還有機會了解該部門特有 Medusa system 的設備配置與取像流程，包含由多台高機能照相機(12 cameras)取得不同角度的影像，再藉由定位技術將影像處理軟體裁切結合，使平面影像結成像成精準度高變形率低的3D 顏面影像。藉由此次與該單位研究人員的討論與臨床實際操作經驗分享，有利於本部門日後發展顏面掃描設備系統的選擇與臨床應用。



Fig. 7b. 顏面掃描系統 Medusa system。包含 12 台高機能數位相機與三維條碼定位器

3. 臺大相關研究討論與最新結果交流

在臺大醫院牙科部，新型材料複合陶瓷樹脂(hybrid ceramic materials)因具有彈性材料特質，臨床上使用於磨耗齒列的全口重建上以減少術後補綴物斷裂等併發症的發生，而本人為該臨床研究計畫的主持人。日內瓦大學也使用同樣材料運用於大範圍牙齒形態修復上，並進行 splint mouth 的臨床測試。這一次的考察期間，有機會和該部門執行該計畫的醫師與研究人員深入討論彼此對該材料技術的臨床使用經驗與材料優缺點，更進一步分享彼此常見的臨床問題與合併症的解決方法。因為臺灣與瑞土地域不同、人種型態、飲食生活習慣與醫療體系的差異，有一些不同的臨床發現。期間透過許多討論與病例分享，加深 CUMD 和 NTUH 在治療理念(treatment concept)的相互了解，收益良多。同時，因為彼此都在最後資料整理分析的階段，彼此期待早日能見到學術成果發表。

參、心得

本次考察，能在 CUMD 長時間與近距離實地觀察學習，首先感謝 Sailer 教授信任 (Fig. 8)，賦予與單位同仁一樣的身分參與日常個各項臨床、教學與研究活動。也因為該單位提供短期識別證，能進出醫院的臨床區域與學校的教學區域。同時，也很感謝臺大院方對於本次考察能順利成行的諸多協助。

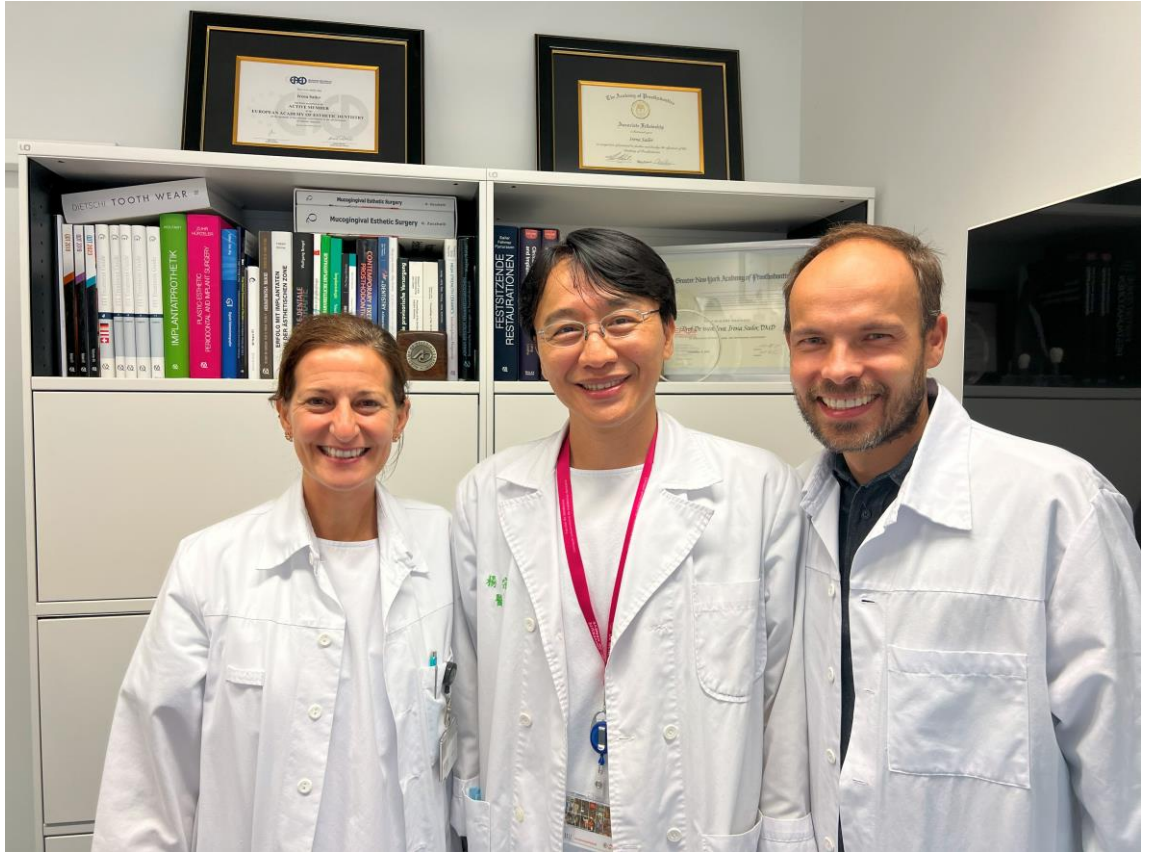


Fig. 8. 日內瓦大學固定補綴學部門(Division of Fixed Prosthodontics and Biomaterials) Irena Sailer 教授(左)與該部門國際知名技師 Vincent Fehmer(右)。兩人在考察期間給與專業方面許多的建議和經驗分享。

1. 臨床治療討論與兩院交流

此次因為能長期持續在同一院所中活動，實際與臨床醫師、牙科技工室諸位資深技師與研究人員多方討論交流，更深入了解日內瓦大學醫院實際運作狀況，也更清楚了解該單位在數位技術整合導入現有治療流程中，所遇到各項困難與挑戰，與該單位採用的解決策略。同時，在數次的討論過程中，介紹臺大醫院在處理的相似臨床狀況時所採用的方法與面臨挑戰，對方也善意的提出不同意見給予參考。例如，因為大範圍牙齒喪失後的口腔機能重建一直是臺大補綴科團隊長期關注的領域，累積一些臨床病例與術後長期追蹤報告，統計分析收集的臨床數據。這次的考察期間，能和 CUMD 的成員互相分享治療觀念、採用術式與術後追蹤發現。藉由不同單位間不同訓練背景人員的良性提問與建議，重新整理本團隊的 treatment

concept 外，更重要的是增加兩單位間的交流，延伸後續共同研究的契機。

2. 數位技術與現行治療流程的有效整合

將數位技術於治療開始階段，即有必要導入整體治療中。有別於傳統方式中相片、石膏模型、診斷蠟形等個別資訊，在數位流程中利用光學掃描有效紀錄口腔內外資訊，再透過設計軟體整合所獲得的影像資訊，更精準規劃全口重建後的型態建外型。再將以數位技術預期的臨床結果以影像圖示和患者溝通。治療過程中，利用 3D 列印技術等製成輔具導板，達到口內更精準齒列形態修型，更有效率地製作最終全口補綴物。透過此次長時間考察，更能明瞭數位技術如何有效與傳統製程整合。另外，近距離 chair site 的觀察，實際觀察每項器具與材料的使用時機與操作方式。對於本院後續數位牙科的整合與發展，受益良多。

3. 數位牙醫學教育與臨床訓練

數位技術扎根從在日內瓦大學的牙醫學系基礎教育即開始，因此在學生通過 preclinical examination 進入臨床治療後，能較順利使用光學掃描等數位工具於實際臨床操作上。同時，也需要詳細的操作手冊與資深醫師考核機制，兩者缺一不可。在考察期間詳細的詢問了每項評核的標準，希望後續能導入本院教育系統中。

4. 研究發展與結果整理

此次考察期間，得以深入了解該部門進行中的各項研究，從人工植體重建術式評估與力學分析，陶瓷類材料臨床運用與材料表現評估、藉由光學掃描紀錄大範圍多顆植體的精準度分析、顏面光學掃描技術評估等。除了更清楚目前牙科補綴學發展的趨勢方向外，更藉由雙向溝通，增加將來後續共同研究的機會。另一方面，該校十分注重研究結果的整理、判讀和論文撰寫。增加研究成果的學術呈現，有助於提升單位的能見度，吸引更多優秀人才的加入。同時，高品質論文的整理與撰寫需要多方面資源的協助，例如基礎科系的對材料性質提供建議、統計單位的協助資料分析等。該校的研究單位與其他科部間的運作連結狀況，能提

供本院參考。

肆、建議事項

1. 牙醫數位教育的深入化與設備材料的充足

數位技術的臨床運用是目前發展趨勢。本院應更加深該技術的臨床教育，讓受訓醫師能在完成訓練評核之下，使用於臨床治療中。同時，相關設備與材料的也須充足，讓使用的機會增加。這些需要本院與各單位間的長期規劃。

2. 數位技術與傳統臨床治療流程整合的挑戰與解決策略評估

各項新技術的導入，需要一定的磨合期。考察期間雖然詳細詢問過該單位磨合期的各項狀況與解決策略，但是因為區域、醫療體系等的差異，在本院在導入數位技術時，參考 CUMD 的經驗讓磨合期縮短。

3. 3D 列印技術的廣泛運用

藉由設計軟體與 3D 列印技術，能廣泛的製作治療過程中的精準輔具。在考察期間見到各式各樣的列印輔具設計，盼能廣泛運用在牙科臨床治療上。目前 3D 列印技術發展迅速，因應不同列印方式也有不同機器開發，希望能整合院內各種 3D 列印資源，達到臨床上有效利用。

4. 兩院的持續交流

這次的交流，盼能成為更深入合作的起點。藉由後續舉辦線上聯合病例與研究討論會等活動，或進一步短期交換互訪，加深彼此在臨床和學術的連結，也盼院方能再這方面多一些協助與支持。