

頭頸部癌における頭頸部外科、形成外科、口腔外科3科合同 手術における口腔外科の役割：下顎再建症例における 3D石膏造形モデルを利用した術前プレート屈曲法

水川展吉^{a*}, 富永進^b, 木股敬裕^c, 小野田友男^b
 杉山成史^c, 山近英樹^d, 山田庸介^e, 木村卓爾^e
 竹内哲男^f, 植野高章^d, 高木慎^d

岡山大学医学部・歯学部附属病院 ^a口腔外科再建系, ^e口腔外科病態系, ^f医療技術部歯科系部門技工室,
 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 ^b耳鼻咽喉・頭頸部外科学, ^c形成再建外科学, ^d顎口腔再建外科学

The collaborative role of oral surgery with plastic as well as head & neck surgery in head and neck cancers : Preoperative plate-bending method in cases with mandibular reconstruction using plaster 3D models

Nobuyoshi Mizukawa^{a*}, Susumu Tominaga^b, Yoshihiro Kimata^c, Tomoo Onoda^b,
 Narushi Sugiyama^c, Eiki Yamachika^d, Yousuke Yamada^e, Takuji Kimura^e,
 Tetsuo Takeuchi^f, Takaaki Ueno^d, Shin Takagi^d

Departments of ^aOral and Maxillofacial Reconstructive Surgery, ^eOral and Maxillofacial Surgery and Biopathology,

^fDental Laboratory, Okayama University Hospital, Okayama 700-8558, Japan, Departments of ^bOtolaryngology, Head and Neck Surgery,

^cPlastic and Reconstructive Surgery, ^dOral and Maxillofacial Reconstructive Surgery, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama, 700-8558, Japan

The collaboration of various medical teams is crucial for the appropriate treatment of cancer patients. However, in Japan, it is very difficult for oral surgeons to cooperate with head and neck surgeons due to conflicts in the treatment of those patients. There have been few studies on this subject. In the current work, we report on the collaboration of head and neck surgeons, plastic surgeons and oral surgeons in operations on two patients with gingival carcinomas in the mandible. We first prepared plaster 3D models of the patients' mouths by means of ink-jet from CT data. We present the reconstruction plates using the preoperative 3D models. Therefore, we could save the time required to bend the plate. Plaster models are cheaper than resin models. It is also easy to model the surgery using the plate. During the operation, head and neck surgeons resected the tumors, plastic surgeons performed reconstruction with vascularized bone or skin graft, and oral surgeons (dentists) did plate fixation and took charge of the patients' occlusion. This method resulted in patients having good occlusion after the operation.

キーワード：チーム医療（medical team approach）、頭頸部癌（head and neck carcinoma）、3D石膏モデル（plaster 3D model）、インクジェット法（ink-jet method）、下顎再建（mandibular reconstruction）

緒 言

MD アンダーソンがんセンター やメモリアルスローンケタリングがんセンターなど海外のがんセンターにおいては、口腔を含む頭頸部癌において、腫瘍切除を頭頸部外科医が、再建を形成外科医が、咬合に関する部門においては、腫瘍歯科医（口腔腫瘍医）が、連携し手術を含め治療を行

っている^{1,2)}。しかし、本邦においては、口腔癌を、耳鼻咽喉科頭頸部外科（耳鼻科医）と口腔外科（歯科医）の双方が手術治療を行い、いわゆる境界領域であるため、両者が協力し、手術治療が行われた報告は、われわれの報告以外ほとんどない¹⁾。

一方、近年、CT 画像より作成された樹脂を用いた光造形法³⁾やインクジェット法⁴⁾などにより、手術部の立体モデルが可能となり、手術の検討や手術シミュレーションが容易となった。特に、石膏を用いたインクジェット法は、モデルサージェリイが容易であり、安価であるのが、最大の利点である。

平成20年7月2日受理

*〒700-8558 岡山市鹿田町2-5-1

電話：086-235-6697 FAX：086-235-6699

E-mail : mizukawa@md.okayama-u.ac.jp

今回われわれは、耳鼻科、形成外科、口腔外科の医科歯科連携チームにおける下顎歯肉癌の下顎再建症例、特にインクジェット法による3D造形モデルを利用した術前プレート屈曲法を報告する。

症例 1

患者：68歳 男性。

主訴：左側下顎臼歯部抜歯窩（左下6, 8部）の接触痛。
現病歴：平成19年に、左下6, 8を某歯科にて抜歯した。
しかし、同部に接触痛を認め、完治しないため、某歯科より、岡山大学病院口腔外科をすすめられ、同年当科初診となった。

既往歴：高血圧症

現症：左側下顎臼歯部歯肉（左下6から8のやや後方）に41×21mm大の易出血性の腫瘍を認めた（図1）。

パノラマX線所見：左側下顎大臼歯部に抜歯窩様の骨欠損像を認め、歯槽部上方に軟組織様陰影を認めた。骨欠損部周囲骨の硬化性変化は著明ではなかった。（図2）。

CT所見：左側下顎大臼歯部に抜歯窩を認め、抜歯窩上部に造影性の軟組織腫瘍を認めた。また抜歯窩底部付近にまで造影性軟組織腫瘍は観察され、骨浸潤が疑われた。リンパ節に関しては、左側頸下リンパ節が19×12mmで、転移が疑われた。

診断：左側下顎歯肉癌（T4aN1M0）

治療：当科による生検での病理診断は、扁平上皮癌であった。PET-CTにて、上咽頭にも集積を認め、病巣は、安全部域を考慮すると咽頭付近の処理も必要との判断から同年、当科より当院耳鼻科へ依頼した。しかし、手術後の咬合や再建を考え、耳鼻科、形成外科および口腔外科の3科合同で手術を行うことになった。また上咽頭のPET-CTの

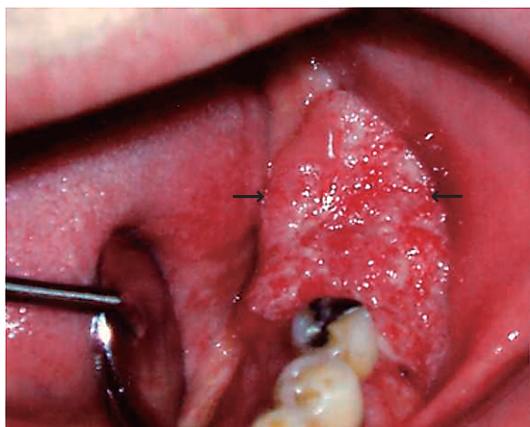


図1 症例1 術前口腔内写真
左側下顎臼歯部歯肉（左下6から8のやや後方）に41×21mm大の易出血性の腫瘍を認めた（矢印→, ←）。

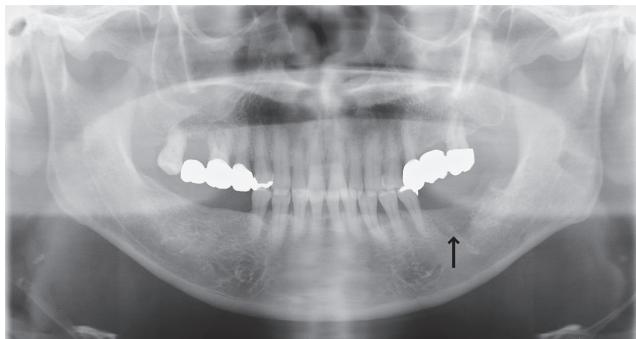


図2 症例1 術前パノラマX線写真

左側大臼歯部に抜歯窩様の骨欠損像を認め（矢印↑）、歯槽部上方に軟組織様陰影を認める。骨欠損部周囲骨の硬化性変化は著明ではない。

集積は、アデノイドであった。術前に耳鼻科にて、ネダプラチン140mg, 5 FU 1,300mgの術前化学療法後、当科にてCTデータより、インクジェット法による下顎の3D石膏造形モデルを作成し、術前プレート屈曲を行った（図3）。さらに術後の皮弁咬傷防止のためのエチレン酢酸ビニル樹脂によるシーネ（保護床）を作成し、術前に骨切除ラインの左下4を抜歯した。術前口腔ケアは、当院予防歯科にて行った。その後、全身麻酔下にて、耳鼻科による左側保存的全頸部郭清術および腫瘍切除術（頸部郭清術の皮膚切開は、T字切開で行い、副神経は温存、胸鎖乳突筋は、切断した。下顎は、下顎骨を区域切除する直前に、術前屈曲された再建用プレートを至適し、スクリューのホールを作成した。左下4から左側下顎角部まで下顎骨区域切除を施行した）、口腔外科にて、頸間固定および形成外科より採取された血管柄付き腓骨のプレート固定術[Universal Mandible Recon Module, Stryker, Leibinger, プライマリーコンプレート（1.5mm厚）]（図4），形成外科による血管柄付き腓骨皮弁の血管吻合（吻合血管は、上甲状腺動脈と腓骨動脈、総顔面静脈と腓骨静脈）および縫合が行われ手術が終了した。術後咬合状態、頸関節の位置も良好である（図5, 6）。

症例 2

患者：80歳 女性。

主訴：右側下顎歯肉の有痛性腫脹。

現病歴：3～4か月前から、右側下顎歯肉腫脹を覚え、某歯科にて、大臼歯部の抜歯、切開処置を行うも、改善せず、右下おとがい部に知覚麻痺を認めたため、平成19年当科へ紹介となった。

既往歴：糖尿病

現症：右側下顎臼歯部にプレート型インプラントを認

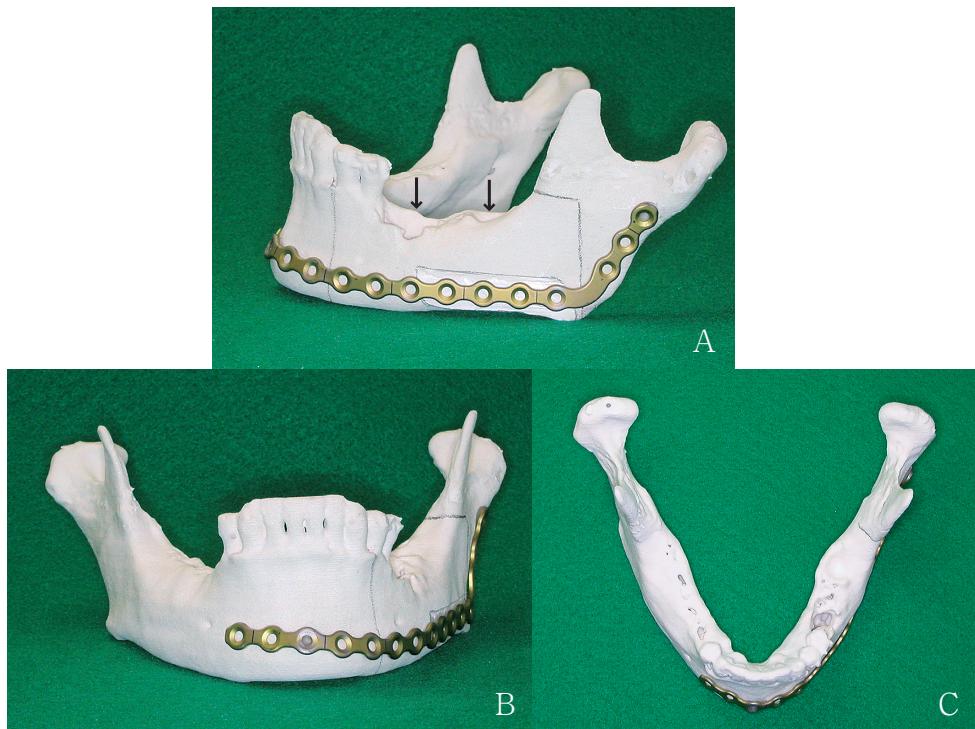


図3 症例1 3 D石膏モデルとプレート屈曲

CT データより、インクジェット法により、3 D造形モデルを作成し、術前プレート屈曲を行った〔側面（A）、正面（B）、上面（C）写真〕。左側下顎骨の腫瘍による骨吸収も視覚的にとらえることができる（矢印↓）。

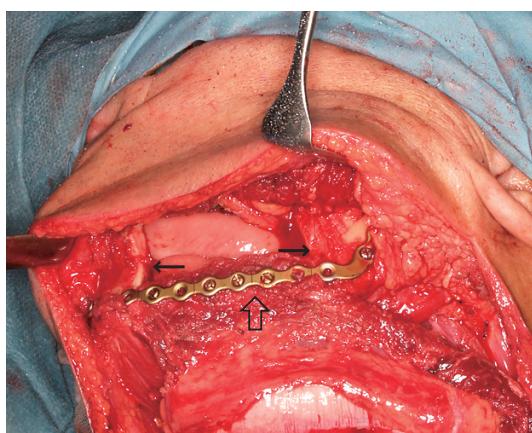


図4 症例1 術中写真 腓骨を下顎骨にプレート固定
採取された腓骨（矢印↑）を残存下顎骨（矢印←、→）に術前屈曲された再建用チタンプレートを用いてスクリュー固定された。

め、その周囲の歯肉に発赤腫脹を認めた（図7）。
パノラマX線所見：右側おとがい孔付近から、後方下顎角、下顎枝にかけて瀰漫性の骨吸収像を認めた（図8）。
CT 所見：右側上内深頸リンパ節が、27×19mmに腫大し、リンパ節転移を認めた。健側に比し、患側頸部リンパ節は、やや腫大し、複数個散見された。

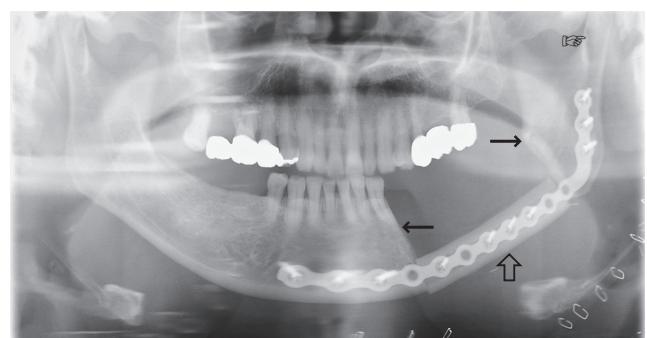


図5 症例1 術後パノラマX線写真
左下4から左側下顎角部まで下顎骨区域切除され、採取された腓骨（矢印↑）は、残存下顎骨（矢印←、→）に再建用チタンプレートにて、固定されている。左側頸関節（矢印⇨）の位置異常は認めていない。

診 断：右側下顎歯肉癌（T4aN2bM0）

治 療：当科での手術も考慮したが、広範囲に進展していたため、耳鼻科、形成外科、口腔外科の3科合同手術が望ましいと判断し、平成19年当院耳鼻科へ紹介した。生検の結果は、扁平上皮癌であった。当科にて、術前のCTデータからインクジェット法による下顎の3 D石膏造形モデルを作成し、プレート屈曲を行った（図9）。また、手術のときの骨切りラインとなる右下3を抜歯し、術後の感染源と



図6 症例1 術後の口腔内写真
腓骨皮弁は生着し（A矢印↓），術後の咬合状態も良好である（B）。

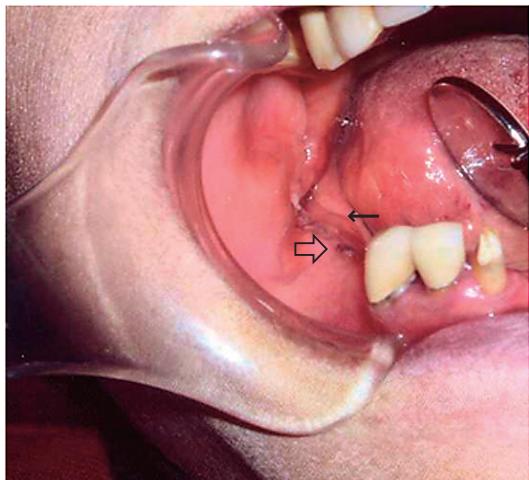


図7 症例2 術前口腔内写真
右側下顎臼歯部に上部構造が除去されたブレード型インプラントを認め（矢印△），その周囲の歯肉に発赤腫脹を認めた（矢印←）。

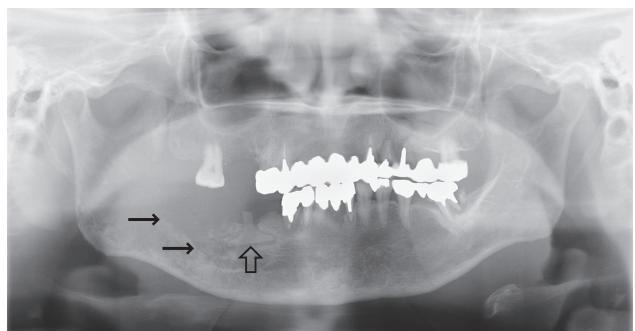


図8 症例2 術前パノラマX線写真
右側下顎臼歯部にブレード型インプラントを認め（矢印△），右側おとがい孔付近から，後方下顎角，下顎枝にかけて瀰漫性の骨吸収像を認めた（矢印→）。

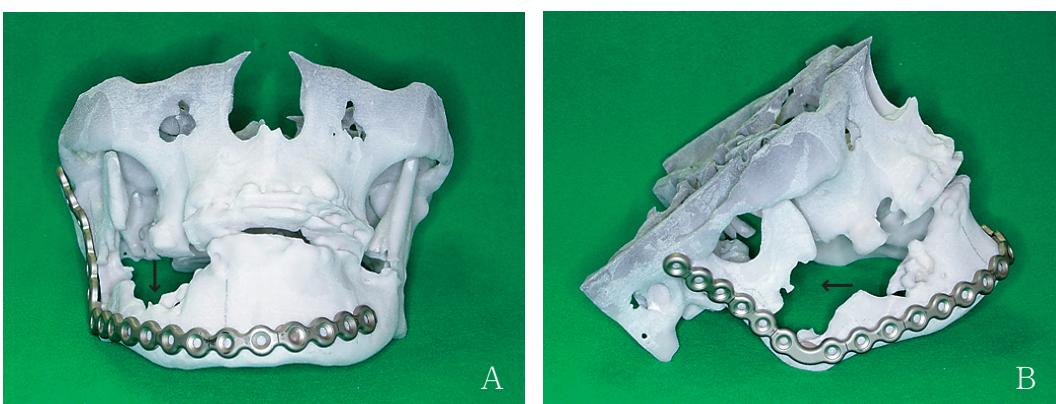


図9 症例2 3D石膏モデルとプレート屈曲
CTより，インクジェット法による3D造形モデルを作成し，術前プレート屈曲を行った〔正面（A），側面（B）写真〕。
右側下顎骨の腫瘍による骨吸収も視覚的にとらえることができる（矢印↓，←）。

なる右上7もあわせて抜歯した。術前口腔ケアは、当院予防歯科で行った。手術は、平成20年全身麻酔下にて、耳鼻科による右側頸部郭清術及び腫瘍切除術（頸部郭清術は supraomohyoid 郭清術が行われ、右下3の遠心部から右側関節突起まで下顎骨切除を行った）、口腔外科による顎間固定および再建用プレート固定術[Universal Mandible Recon Module, Stryker, Leibinger, 再建プレート(2.8mm厚)]（図10）、形成外科による血管柄付き遊離前外側大腿皮弁による再建術（吻合血管は、動脈は、上甲状腺動脈、静脈は、内頸靜脈と吻合された。また再建プレート上端は、頸関節の関節窩付近へ大腿筋膜により、つり上げられた）が行われた。術後、開口障害を認めず、咬合状態も良好である（図11、12）。

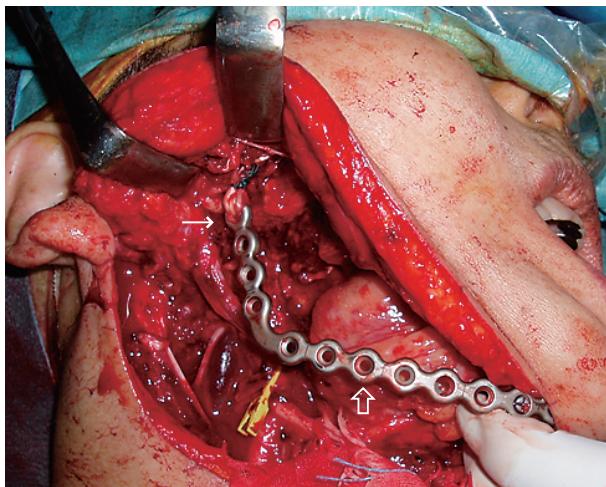


図10 症例1 術中写真 再建用プレートによる下顎再建
右下3部から右側頸関節の関節突起まで下顎骨は、区域切除され、術前屈曲された再建用チタンプレート（矢印↑）が、残存下顎骨にスクリュー固定された。また再建プレート上端は、頸関節の関節窩付近へ大腿筋膜によるつり上げを行った（矢印→）。

考 察

現在、癌治療においては、米国の MD アンダーソンがんセンター やメモリアルスローンケタリングがんセンターで、行われているような各専門領域をいかし、役割分担を決めた他職種で構成された集学的医療が望まれている^{1,2,5)}。上記米国がんセンターでは、具体的には、口腔を含む頭頸部癌において、腫瘍切除を頭頸部外科医、再建を形成外科医、咬合に関する部門は腫瘍歯科医（口腔腫瘍医）、抗がん剤治療は腫瘍内科医、放射線治療は、放射線科医、その他、術後のリハビリ部門など様々な部門のスペシャリストが連携し、治療を行っている。腫瘍歯科医の役割として、1：上顎歯肉癌や下顎歯肉癌などで顎切除がある場合には、手術に入り、術中の咬合チェック、顎間固定、再建用プレートやミニプレートなどのプレート屈曲および移植骨や残存顎骨へのプレート固定、2：がん患者の抜歯を含む歯科処置、3：デンタルインプラントや顎顔面インプラント、4：顎義歯や顎顔面補綴物の作成、5：口腔ケ

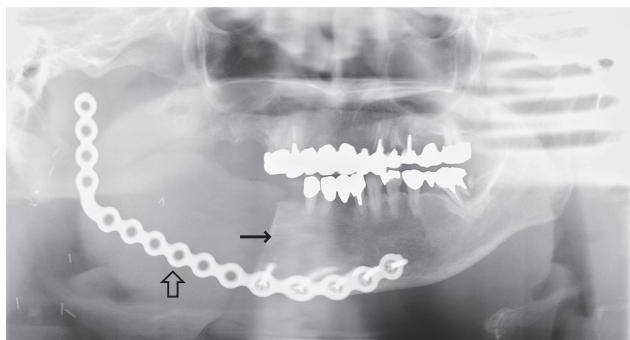


図11 症例2 術後パノラマX線写真
右下3の遠心部から右側下顎骨関節突起まで下顎骨は区域切除され、残存下顎骨（矢印→）に再建用チタンプレート（矢印↑）が固定されている。



図12 症例2 術後の口腔内写真
遊離前外側大腿皮弁は生着し（A ↓）、開口障害も認めない（A）。術後の咬合状態も良好である（B）。

ア（放射線療法、化学療法、骨髄移植などの移植前後、手術の前後）などである^{1,2)}。

MD アンダーソンがんセンターにおいては、頭頸科の中に歯科部門がくみこまれ¹⁾、メモリアルスローンケタリングがんセンターでは、頭頸部癌チーム（disease management team）があり、その中に歯科部門が入っている（The Head and Neck program 1992-2004, Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, New York）。いずれにしても口腔を含む頭頸部癌領域において、医科歯科連携がきわめて大切であるということである。しかし、本邦においては、前述したように口腔癌の治療を耳鼻科（医師）、口腔外科（歯科医師）の双方で行い、また境界領域のため両者の協力が得られにくく、医科歯科連携が遅れてきた事実は否めない。

われわれは、口腔を含む頭頸部癌治療において、前述した米国がんセンターをモデルした治療、すなわち腫瘍切除を耳鼻科医（頭頸部外科医）が、再建を形成外科医が、咬合に関する部門においては、口腔外科医（歯科医）が、連携し手術を含め治療を行い報告した¹⁾。

今回は、それをさらに発展させ、インクジェット法により3D造形モデルを石膏で作成し、術前にモデルにあわせてプレート屈曲を行った。この方法により、骨とプレートの接合の精度を高め、かつ術中のプレート屈曲時間が必要ないため手術時間短縮にもつながった。

インクジェット法は、3次元CAD（computer aided design）上で入力された形状データを用いて一層ずつ積層しながら立体モデルを直接生成するラピッドプロトタイピングの一種である。当初、医学の分野においては、紫外線や可視光線をスポットで照射して、硬化造形する光造形法が実用化された。しかし、精度は高く、強度も確保されているものの高コストやモデルサーチェリーが行いにくいという点が問題であった⁴⁾。インクジェット法は、粉末や硬化触媒を吐出させ積層する方式でマサチューセッツ工科大学で発明された⁶⁾。当院のインクジェット方式3Dプリンター（Z Printer 310 Plus システム、DICO社）は、石膏を基剤とし、表面がアクリル系樹脂硬化剤でコーティングされ、頭蓋骨全体が造形可能である⁴⁾。DICOM（Digital Imaging and Communication in Medicine）データから3D造形を行い、造形コストは、材料費のみで症例1で約7,300円、症例2で約7,900円であった。コストに関しては、石膏モデルは、光造形法に比べ、極めて安価であり⁴⁾、光硬化式モデルとの比較において、ランニングコストは1/4程度に、造形時間は、約1/5へと大幅に低減することが可能であると述べている^{7,8)}。また、材料となる石膏粉末の粒子径も20~30μmと非常に細かく、頭頸部外科や口腔外科の手術シミュレーションを行うのに必要な精度は確保されてい

る⁴⁾。ただ、強度においては、樹脂で作成された光造形法の3Dモデルには及ばないが通常の石膏模型と同等の強度は、確保されている⁴⁾。

古森ら³⁾は、顎変形症を例にした樹脂製3D立体モデルの利点として、1) 術前に患部を実際に目で見、手にとって検討できる。2) 切断、切削、骨固定装置の穴位置の決定などが、手術と同様に行える。3) 画像では、認識が困難な患部の微妙なひずみを把握できる。4) 術中に随時参照し、全体像が把握できる。5) 欠損部に用いる人工骨を作前に作成できる。6) 患者へのインフォームドコンセントに利用できる。7) 模擬手術に使用できる。と述べている。第5項の人工骨を骨に変えれば、そのまま悪性腫瘍切除における石膏を用いた3D立体モデルの利点におきかえることが可能である。こういった3D立体モデルの利用は、耳鼻科領域においては、耳の手術シミュレーションに⁹⁾、歯科口腔外科の分野においては、顎変形症の文献が多く^{3,4,7)}、腫瘍においての報告は、樹脂モデルのもの¹⁰⁾、石膏モデルの報告が散見されるのみである⁴⁾。

われわれは、症例1においては、腓骨再建を行ったが、術前下顎骨に、あわせ術前プレート屈曲を行うと、プレートと移植骨の間に死腔が生じる可能性があったため（下顎骨は、若干湾曲しており、腓骨は、概ねストレートであるため）、形成外科医により移植骨に、あらかじめ筋体をつけ、死腔を防止した。その他、死腔防止の方法として腓骨を分割固定するあるいは術前に3Dモデルにおける腫瘍切除部の石膏を削除し、モデルサーチェリーを行いプレート屈曲させることも可能である。ただし、その場合、骨切断前にプレートホールの穴あけは、困難となり、骨切断後にプレートを至適し、ホールの穴あけをしなければならない。顎位がずれないような工夫が必要である。

症例2においては、右上7以外にも、術前の歯周病などによる要抜去歯が、他部位にも存在したが、術中の顎間関係の維持を最優先に考え抜歯を行わなかった。また、再建用プレートの重みにより、プレートの下方への移動を防ぐため形成外科により、大腿筋膜が採取され、大腿筋膜により再建用プレートの上端は、顎関節の関節窩につり上げられた。興味深い試みと思われる。

今回、われわれは、下顎再建症例における3Dモデルの有用性を報告したが、上顎再建症例や顎顔面骨折など他の多くの分野にも応用できると思われ、今後、他分野を含めさらに症例数を増やし、3Dモデルの有用性を報告したい。

文 献

- 1) 水川展吉, 富永 進, 木股敬裕, 小野田友男, 野宮重信, 杉山成史, 川本知明, 山近英樹, 植野高章, 高木 慎：頭頸部癌における耳鼻咽喉科, 形成外科, 口腔外科3科合同手術の意義：2症例における口腔外科の役割を中心に. 岡山医誌 (2008) 119, 267-272.
- 2) Shah JP, Johnson NW, Batsakis JG : Oral cancer, Martin Dunitz, New York (2003) pp 401-457.
- 3) 古森孝英, 高戸 肇, 宮本 学, 中津留誠, 森 良之, 坂本泰宏, 赤川徹弥：顎変形症に対するレーザー硬化型3次元実体モデルの利用. 日口外誌 (1993) 39, 871-878.
- 4) 小山貴弘, 西山明慶, 岸本晃治, 塚本剛一, 目瀬 浩, 竹内哲男, 有地秀裕, 皆木省吾, 佐々木朗：顎顔面手術におけるインクジェット法3D造型モデルの使用経験. 岡山歯誌 (2007) 26, 141-145.
- 5) 清水千佳子, 上野直人：M.D. Anderson Cancer Centerにおけるチーム医療の現状. 血液・腫瘍科 (2004) 49, 609-612.
- 6) 萩原恒夫：ラピッドプロトタイピングの最新動向. 機械と工具 (2001) 78-81.
- 7) 西條英人, 井川和代, 鄭 雄一, 米原啓之, 高戸 肇：三次元積層造形による立体モデルを用いた手術シミュレーションシステム. 日形会誌 (2005) 25, 746-751.
- 8) 上田康夫, 會田英紀, 二宮隆明, 佐藤範幸, 奥田耕一, 高道 理, 大畑 昇, 佐藤嘉晃, 大井一浩, 尾田充孝, 山口博雄, 井上農夫男：積層造形法を用いた三次元 CT データからの生体模型作製のための新たなデータ生成方法. 顎顔面補綴誌 (2001) 24, 17-24.
- 9) Suzuki M, Ogawa Y, Kawano A, Hagiwara A, Yamaguchi H, Ono H : Rapid prototyping of temporal bone for surgical training and medical education. Acta Otolaringol (2004) 124, 400-402.
- 10) Resten A, Guedon C, Piekarski JD, Laffite F : 3-dimensional computed tomography with model preparation before mandibular reconstruction. J Radiol (1998) 79, 871-876 (in French).