

顎変形症治療における3Dシミュレーションの有効性と必然性

CAD/CAM技術とExtended Reality技術の応用

菅原圭亮

東京歯科大学口腔病態外科学講座

連絡先：〒101-0061 東京都千代田区神田三崎町2-9-18

Importance and Necessity of 3D Simulation of Orthognathic Surgery
Application of the 3D Simulation, Extended Reality Technology

Sugahara Keisuke

Department of Oral Pathobiological Science and Surgery, Tokyo Dental College

address : 2-9-18 Kanda-Misaki-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 101-0061

口腔がんの分子生物学の研究を行ってきた筆者が、デジタルテクノロジーの顎矯正手術への応用について寄稿することになるとは、筆者自身10年前には想像もしていなかった。あるミュージシャンのライブに後輩の医局員に誘われたのがきっかけで『Extended Reality(XR)技術を口腔外科領域に導入する』と強く思ったのが2016年の冬であった。そのライブではプロジェクションマッピング技術を用いてさまざまな演出がなされていた。ボーカル本人をキャンバスにし、映像を重ねているのを見た際に、手術に応用できると想像した。そのライブの終わりに“プロジェクションマッピング・手術”と検索してみると“杉本真樹医師・腹部手術にプロジェクションマッピングを応用”とヒットした。『私に想像できることは当然、現実になっているのだな』と思う反面、硬組織を対象とした取り組みではないこと、頭頸部領域では用いられていないことから臨床に直結する新規の研究テーマになると考え、片倉朗教授に『現状では突飛なテーマだが5年、10年先を考えると進まなければならない』と説明し、突き進む許可を得た。その直後に杉本先生と知り合い、共同研究者となり、

computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM)技術およびXR技術について、顎矯正手術を中心に口腔外科手術そして手術解剖学の教育にも応用し始めた。

本稿では、顎変形症治療と教育における3Dシミュレーションの有効性と必然性、CAD/CAM技術と急激に進化するXR技術のこれまでと現在、そしてこれからについて解説する。

デジタルテクノロジーと相性のよい口腔外科分野

歯科・口腔外科分野におけるデジタルテクノロジーの応用例として、紙カルテが電子カルテに、アルジネート印象が口腔内スキャナによる光学印象に、石膏模型からの高精度光学スキャナによるデジタルデータへの変換などが代表的である。加えて診断、治療計画の立案、処置においても、デジタルエックス線、CBCT、3Dプリンタ、ナビゲーションシステム、XR技術などを用いることが一般的になってきた。

顎変形症治療においては、1990年頃に3次元的な顎顔面評価システムが報告され、2000年に顎顔面変



図5 Extended Reality: XR技術の一例.
東京歯科大学口腔病態外科学講座が所有するHMD.

図6 a, b 3Dシミュレーションを導入しても… シミュレーションをプリントアウトして手術室の壁に貼る(a), 術野から目を離さなければならない(b)といった問題があった. これらはMR機能により解決できる.

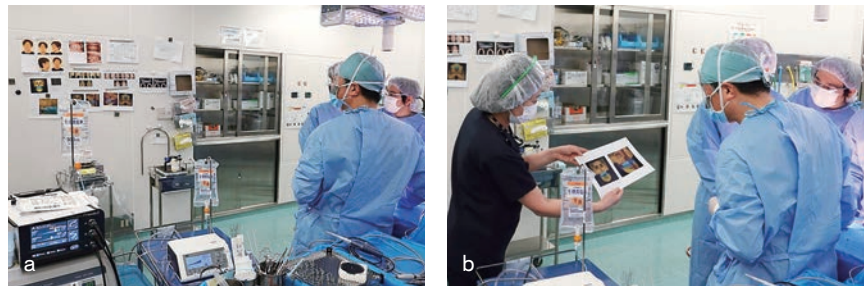
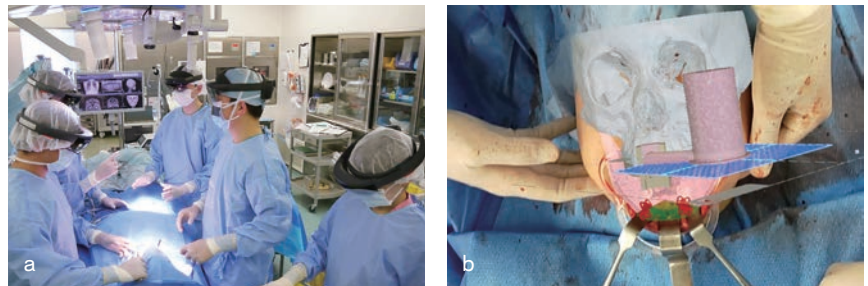


図7 a, b MR機能搭載HMDを用いた顎矯正手術.



5). MR技術は, 手術精度の向上のみならず, 術野から目を離さずに, 術中にプリントアウトした, もしくはモニターに映し出しされた3Dシミュレーションを確認することを可能にする(図6). また, 遠隔地から, オンラインで術野と画像, 3Dシミュレーションを確認することが可能で, 指示を3次元的にプロットすることもできる(図7).

CAD/CAM技術とXR技術を応用した顎矯正手術の実際

東京歯科大学口腔病態外科学講座では, 2017年からMR機能搭載HMD(Microsoft HoloLens™), 2020

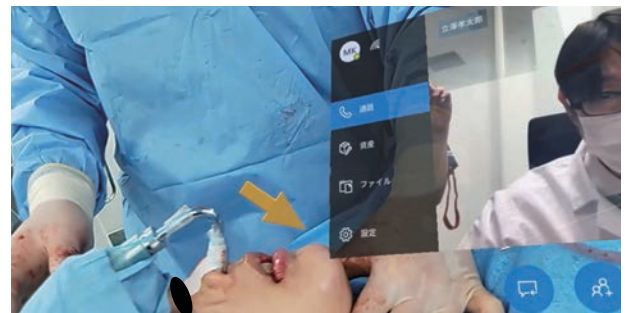


図8 MR技術を用いた顎矯正手術における遠隔地からの術中確認.

年からはMicrosoft HoloLens™ 2を用いてヴァーチャルオペレーションデータを術中の患者に投影し, 顎矯正手術を行っている(図8).

若手口腔外科医＆一般開業医のための

下顎水平埋伏智歯抜歯のかんどころ

畠山一朗

東京新橋歯科口腔外科

連絡先：〒105-0004 東京都港区新橋4-26-4 6F

Clinical Essentials for the Extraction of Horizontally Impacted Mandibular Third Molars

Hatakeyama Ichiro

Tokyo Shimbashi Oral Surgery

address：4-26-4 6F, Shimbashi, Minato-ku, Tokyo 105-0004

想定時間を大きく超えて抜歯が完了しなかった経験は誰にでもあるであろう。その原因の考察なくしては、技術力の向上や診断能力の向上は望めない。抜歯の難度と自分の技術を見誤ると、その代償は患者が被ることになる。そうならないためには、まずは抜歯の難度を把握し、己で対処できるかどうか、上級医や口腔外科に任せるべきかを適切に判断する必要がある。

何を基準に己で抜歯が可能と判断するのか、専門外来に紹介するべきか、その基準を明確にする必要があるが、術者の経験や技量に大きく左右されるため、その基準を明確にすることは難しい。本稿では抜歯の難度の考え方、上級医や口腔外科専門機関に依頼すべきかどうかについて、筆者の基準をふまえて考察する。

抜歯の難度判定

自分の技量を計るうえで、抜歯の難度を適切に評価し、自分ができる難度なのか、やらないほうがいいのか、自分の技量的な現在地を把握することが重

要である。抜歯の難度は、パノラマエックス線画像、CT、現病歴、年齢などさまざまな要素を考慮して判断する必要がある。

ここでは、パノラマエックス線画像、CTに絞り、エックス線画像をどう読み解き、どう考えるのか、難度を判定する際の基本的な考え方について示す。

処置に想定外の時間がかかることや、想定しない偶発症が起こることは、結果として患者を苦しめる。そのため、想定外が起こりうる可能性がある場合、または、その際に対応ができない場合や自信がない場合は、上級医や口腔外科に任せるほうがよい。

難度を判定する際のさまざまな要件(図1)をもとに、患者に苦痛を与えずに30分以内に抜歯を完了できるか、自分の技術がどこまで到達しているか、などをふまえて、よく考えていただきたい。

〔1〕傾斜度(Winter分類¹、図2)

智歯の歯軸の傾きは、抜歯の難度に影響を及ぼす。さまざまな傾斜度があるが、そのなかでも、歯軸がやや斜めの智歯は初心者向け、それ以外は自分の実力に応じてできるかどうかを判断する。

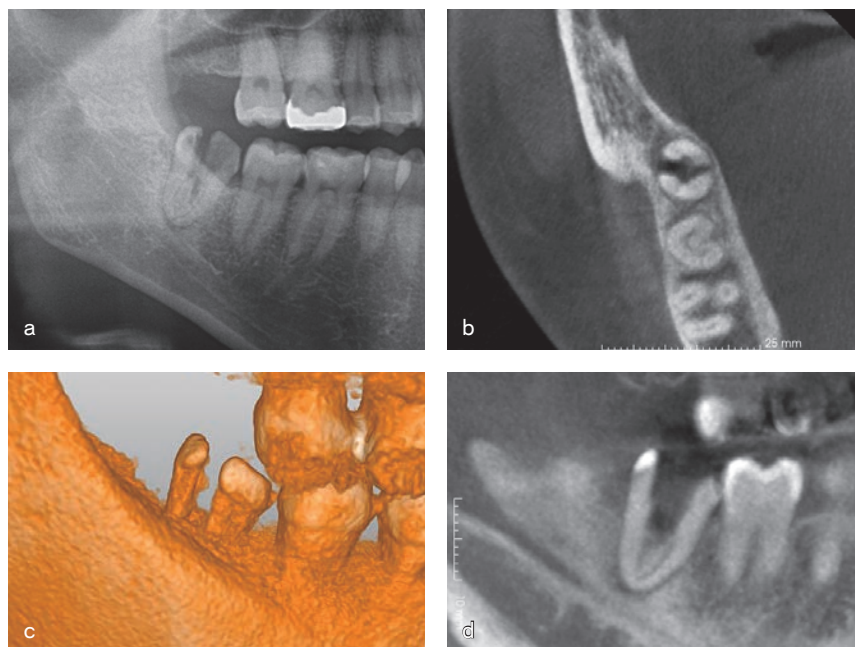


図6 a～d 他院で3時間かかった後、抜歯を中断した[8]。a：パノラマエックス線画像。b～d：CT。中断当日に抜髄が施行されていた。単根に真ん中から歯根分割が行われており、理解に苦しむが、もっとも苦しんだのは患者本人であることは間違いない。

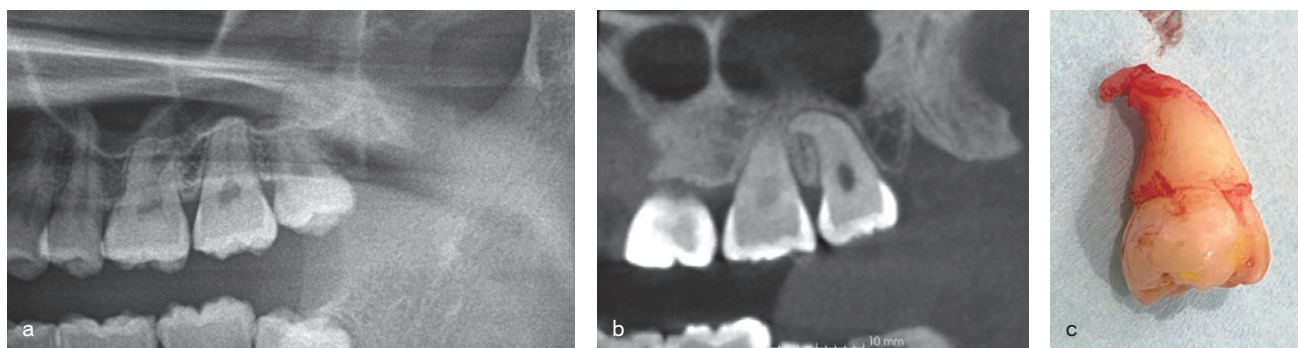


図7 a～c 根が近心に湾曲した[8]。a：パノラマエックス線画像。b：CT。c：抜去歯。近心から遠心方向に力を入れると容易に根が折れるか、抜歯に苦慮する可能性があり、頬側からゆっくりと、かつ遠心から力を加えて慎重に抜歯した。

2) 湾曲根・離開根

根が湾曲していると、脱臼をさせても取り出すときに引っ掛かり、抜去に難渋する場合がある。湾曲の方向を考慮し、無理な力をかけなくてもよい方向に取り出すことがコツである。ただし、根が近心に湾曲している場合は、遠心から近心に力を加える必要があり、操作に難渋することがある(図7)。方向を間違えると破折し、根尖部を取り残すこともあるため、注意を要する。

3) 肥大根

単純に抜けないことが多く、抜歯に難渋すること

が多い。また、歯根周囲の骨硬化や癒着しているケースがあり、歯根分割をするか、周囲の骨を削除する必要がある。どちらが良いか明確な決まりはないが、骨を削ると出血や偶発症が起こるリスクが高まるため、筆者はなるべく骨を削らず、根を削るよう心がけている。

【3】近遠心的な位置(Pell & Gregory分類², 図3)

下顎枝の立ち上がりの分類に、第二大臼歯遠心面から下顎枝前縁までの距離に基づいたClass分類Ⅰ～Ⅲがあり、ClassⅢすなわち下顎枝の前縁が前

インプラント治療における 抗菌薬の使い方

上田美帆／徳本佳奈／岸本裕充

兵庫医科大学医学部歯科口腔外科学講座
連絡先：〒663-8501 兵庫県西宮市武庫川町1-1

Appropriate Use of Antibiotics in Dental Implant Therapy

Ueta Miho, Tokumoto Kana, Kishimoto Hiromitsu

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Medicine, Hyogo Medical University
address : 1-1 Mukogawa-cho, Nishinomiya-shi, Hyogo 663-8501

インプラント治療では、埋入手術や骨造成手術時の予防的投与やインプラント周囲炎などに対する治療的投与など、抗菌薬を使用する頻度は高い。2026年に厚生労働省より「抗微生物薬適正使用の手引き 第四版 歯科編」¹が発出された。前版(第三版)までは「歯科編」はなく、今回新たに作成されたもので、歯科医療機関における抗菌薬の適正使用がより強く求められている。本稿では、「手引き」をもとに歯科編策定の背景および現在の抗菌薬適正使用の考え方

を解説したうえで、実際の当科での処方例について私見も交えて解説する。

薬剤耐性(AMR)

抗微生物薬(抗菌薬など)の不適正使用により、抗微生物薬が効かなくなる、あるいは効きにくくなることを「薬剤耐性(antimicrobial resistance: 以下、AMR)」という(図1)。AMRの問題は、密かに感染が拡大しているという意味合いで「サイレントパンデミック」とよばれている。AMRに対して、このまま何も対策がとられないと、薬剤耐性菌の増加にともなう感染症の増加により、2050年には全世界でAMR関連の死亡者数は毎年1,000万人に上ると推定されている²。

厚生労働省 AMR 対策アクションプラン(2023-2027)

WHO(World Health Organization: 世界保健機関)では、AMRを公衆衛生と開発を脅かす世界最大級の脅威と位置づけ、2015年のWHO総会でAMRに対す

薬剤耐性(AMR: Antimicrobial Resistance)

抗微生物薬[抗菌薬(抗生物質および合成抗菌薬を含む)など]の**不適正使用***により、抗微生物薬が効かなくなる、あるいは効きにくくなること。

*不適正使用

- **不必要使用**: 必要でない病態において抗微生物薬が使用されている状態。
- **不適切使用**: 抗微生物薬の選択、使用量、使用期間、タイミングが標準的な治療や投与方法から逸脱した状態。

図1 薬剤耐性(AMR: Antimicrobial Resistance)。

表 4 歯科で第一選択とされている供給不安のある経口抗菌薬とその代替抗菌薬(文献 1 より引用)。

供給不安のある経口抗菌薬	代替抗菌薬
アモキシシリン クラブリ酸／アモキシシリン	セファレキシン，クリンダマイシン Access 薬
	アジスロマイシン，クラリスロマイシン Watch 薬

い場合に、どの抗菌薬が代替薬として使用できるかを把握しておき、そのなかから入手可能な抗菌薬を選択する必要がある(表 4)。

当科での抗菌薬処方例

[1] 予防抗菌薬

周術期の抗菌薬の適正投与についてのガイドラインなどを根拠に説明しても、患者の希望に一致せず、同意を得られないことも少なくない。ガイドラインの周知徹底と患者教育の継続はもちろん重要であるが、従来の慣例(たとえば第 3 世代セファロスポリン系抗菌薬を 3 日間投与)を、まずはアモキシシリン 1 日間(術前+術後)投与へ変更し、さらに術前単回投与へと段階的に移行するなど、現実的かつ継続可能

な形で適正投与を推進していくことも、有効な選択肢の 1 つと考えられる。現在の当科でのインプラント治療における予防抗菌薬の処方について、手術侵襲や既往歴を考慮した筆者の私見を交えて例を示す(図 9～11)。

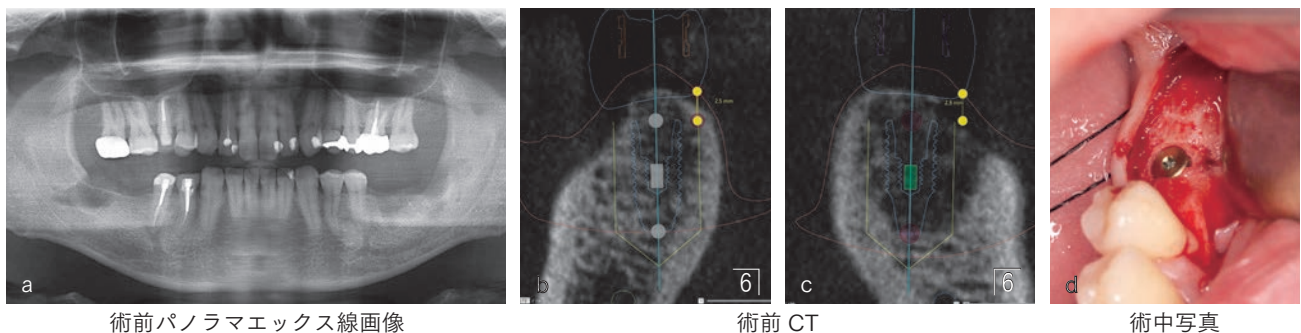
[2] 治療抗菌薬

菌性感染症でも、局所処置が可能で全身症状をともしない根尖性歯周組織炎などでは経口抗菌薬は不要とされており、インプラント周囲炎についても洗浄や切開排膿などの局所処置が基本で、抗菌薬は不要である。ただし、インプラント関連顎骨壊死・骨髓炎のような顎炎に該当する場合には、抗菌薬の投与期間が数か月に及ぶことや、抗菌薬の適宜変更が必要な場合がある。

患者：42歳，男性。

既往歴：なし。喫煙歴：なし。アレルギー：なし。

治療内容：6，[6]部インプラント埋入。



予防抗菌薬投与なし

※ただし、周術期に抗菌薬を投与しないことに同意を得られない場合は、アモキシシリン 500mg を術前 1 時間前に単回のみ投与。

図 9 a～d 既存骨へのインプラント埋入時における抗菌薬の予防的投与の例。