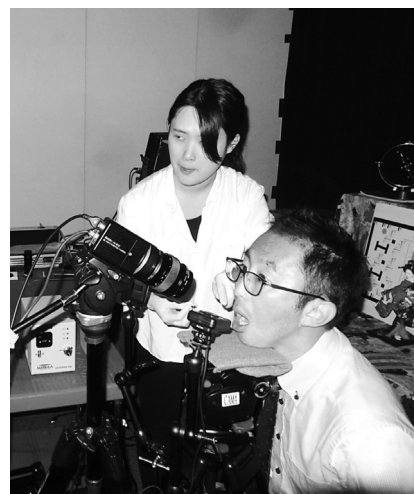


## 8K超高精細映像技術の 歯科医療応用の検討

筆者は現在、東京医科歯科大学高齢者歯科学分野に所属し、外来、医学部集中治療室（ICU）、病棟、訪問歯科診療など様々な場で診療に従事しており、主に高齢者や有病者、入院患者に対しチームの一員として歯科の診療や回診を行っている。そのような日々の診療に従事する中で気づいた課題の解決や先進映像技術導入による今後の歯科診療の方向性を探る目的で今回、8K超高精細医療用カメラと8K超高精細近赤外線撮影システムを用いて口腔内の撮影実験を行った。本稿ではこの実験の結果とそれをもとに検討した8K超高精細映像技術の歯科医療応用の将来展望について述べる。

東京医科歯科大学  
大学院医科学総合研究科 高齢者歯科学分野  
國澤 輝子



執筆者（歯科医師）による8K近赤外線撮影システムでの口腔内撮影の様子

### はじめに

歯・口唇（こうしん）・頬・舌・唾液腺などで構成されている口腔は、食べ物の咀嚼や飲み込み、発声、発音、呼吸、見た目など重要な機能や役割を持つ。口腔の健康状態は糖尿病や心疾患、誤嚥性肺炎、術後の合併症をはじめとする様々な全身疾患の発症や重症化に関係していると言われている。また、口腔機能が低下すると認知機能や身体機能も低下し、フレイル<sup>\*1</sup>、サルコペニア<sup>\*2</sup>、要介護状態、死亡の新たな発生リスクがそれぞれ2倍以上高くなるとされる [1]。

このことから、歯科医師は通常の歯科治療に加えて、口腔健康管理を行うことが求められており、外来、病棟、在宅など様々な場で安全で適切かつ円滑な歯科医療を提供するのみならず、住み慣れた環境で生活するための支援や、社会復帰のための支援も行なわなければならない。そのためには個々の患者の全身疾患の状態を踏まえながら、自らの専門分野以外の診療にあたる歯科医師や歯科衛生士、医師、看護師などの医療従事者は、それぞれの専門性を発揮し、互いに協力しながら診療することが重要である。

筆者は日々、歯科の診療や回診に従事する中で、上に述べた歯科医療の提供や、患者支援を行う上で次のような課題があると感じている。

- 歯周病やう蝕（しよく）（虫歯）があっても、加齢などで認知機能が低下している患者では自ら痛みなどを訴えることができず、重症化するまでそれらの疾患が発見されない場合がある
- 専門医による診察が必要であっても、居住区内に適切な医療機関がない場合がある
- 本来は定期的に専門医の診察が必要であるが、身体機能の低下に伴い通院困難となる
- 医療資源に乏しい地域に住んでいるため、医療を享受しづらい
- 口腔がんの治療後の見た目や口腔機能の低下が原因で社会復帰が難しい場合や、日常生活を送る上で制限が出る場合がある

これらの課題が8K超高精細映像技術を歯科医療に応用することで、どのように解決できるかの可能性について、映像機器専門メーカーや大学などの技術者、研究者の皆様からのご協力による口腔内の撮影実験で得られた8K超高精細映像をもとに検討した。

### 8Kと歯科診療応用への関心

8Kは、究極の高臨場感テレビの実現を目指してNHK放送技術研究所が中心となって開発した超高精細テレビシステムで、スーパーハイビジョンやUHDTV（Ultra-High Definition Television）ともよばれる。

8Kの画素数は約3300万画素と2K（通称：ハイビジョン／約200万画素）の16倍である。

<sup>\*1</sup>フレイル：加齢とともに心身の活力（運動機能や認知機能等）が低下し、複数の慢性疾患の併存などの影響もあり、生活機能が障害され、心身の脆弱性が出現した状態であるが、一方で適切な介入・支援により、生活機能の維持向上が可能状態  
（出典）厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）総括研究報告書 後期高齢者の保健事業のあり方に関する研究 研究代表者 鈴木隆雄 より

<sup>\*2</sup>サルコペニア：加齢に伴う筋力の減少、又は老化に伴う筋肉量の減少  
<https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10901000-Kenkoukyoku-Soumuka/0000042643.pdf>  
（出典：高齢者 厚生労働省 2023年11月27日参照）

図1に示すように、8Kの画像は2Kと比べると格段に緻密で解像度が高く、情報量もはるかに多いことが分かる。8Kは2018年12月にNHKが世界に先駆けて放送を開始し、東京2020オリンピック・パラリンピックの中継放送でも使用された。8K技術は放送以外では、内視鏡手術、道路インフラの点検、深海探査などでの活用が知られている [2]。

筆者は国際規格としても認定されている8Kの歯科診療応用に強い関心を持ち、以前からその可能性の検討を続けていた。そのような中、今回、関係者のご厚意で8K医療用カメラ（カラーカメラ）[3]のみならず世界で初めて開発された8K近赤外線撮影システム（モノクロカメラ）などの機材を用いての口腔内の撮影実験の機会を得た。

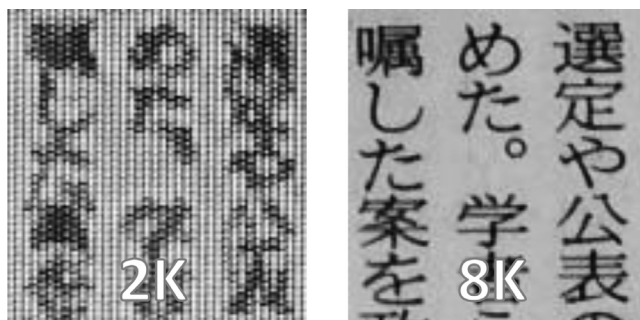


図1 2Kと8Kの比較（本誌表紙より引用）

## 8K 超高精細映像技術の歯科医療応用の検討

8K 超高精細映像技術の歯科医療への応用を検討するため、アストロデザイン株式会社、株式会社住田光学ガラスと帝京大学山下紘正特任准教授にご協力いただき、前述の2種類の8Kカメラで口腔内を撮影した。



写真1 本実験で使用した機材  
8K MULTIPURPOSE CAMERA AB-4841（アストロデザイン株式会社）  
硬性内視鏡（矢印）は株式会社住田光学ガラスからご提供いただいた。



写真2 アストロデザイン株式会社にて  
近赤外線対応カメラ8K MULTIPURPOSE CAMERAと  
50mmマクロレンズを用いて口腔内を撮影している様子。

今回は、口腔がん、う蝕（虫歯）の評価、早期発見等のほか、遠隔歯科診療での8K 超高精細技術の活用を念頭に置いて以下に述べる実験と検討を行った。

### ①口腔潜在的悪性疾患の悪性化の評価と口腔がんの超早期発見の検討

口腔がん（下記(b)で説明）の罹患数は人口の高齢化に伴い、増加傾向にある [4]。口腔がんは早期発見、早期治療を行うことで生存率が向上するだけでなく、口腔機能を維持し、社会復帰を促すことができることも知られている。

#### (a)口腔潜在的悪性疾患（OPMDs）について

口腔潜在的悪性疾患とは、現状では悪性とは言えないが、悪性化の危険性を有する病変である。口腔がんのほとんどは口腔潜在的悪性疾患を経て生じるとされ、悪性化する前の適切な時期にその部分を切除することが重要である。

#### (b)口腔がんについて

口腔がんとは舌、頬、口唇、歯肉など、口の中にできる悪性腫瘍である。口の中は直視や触診できる環境ではあるものの解剖学的には複雑な形態を有するため、口腔がんの早期発見や診断は困難な場合が多いとされる。

口腔潜在的悪性疾患や口腔がんの原発巣周辺における粘膜の表面には微細血管の走行パターンが変化し、微細血管ループの不規則な配列や拡張、蛇行など微細血管の形状の変化を認め、それらは悪性転化を示す重要な所見の一つである可能性があるとの報告がある。

口腔がんを超早期に発見するためには、異常微細血管の密な増生や集積像が重要な所見であるところこの報告に述べられているが、粘膜の性状によっては微細な血管の検出が難しい部位があるとしている [5]。

異常微細血管の密な増生や集積像の検出に8K近赤外線撮影システムを用いると、その高解像度性に加えて生体透過性の高い近赤外線による皮下の情報も得られることから、口腔がんの超早期発見を実現できる可能性がある。また、前述の経時的变化やループの種類、集積像の状態などのデータを病理組織など他の情報と併せてAIに学習させることで、口腔潜在的悪性疾患から悪性化する前の適切な時期に治療介入するためのシステムを構築できる可能性があると考えられる。

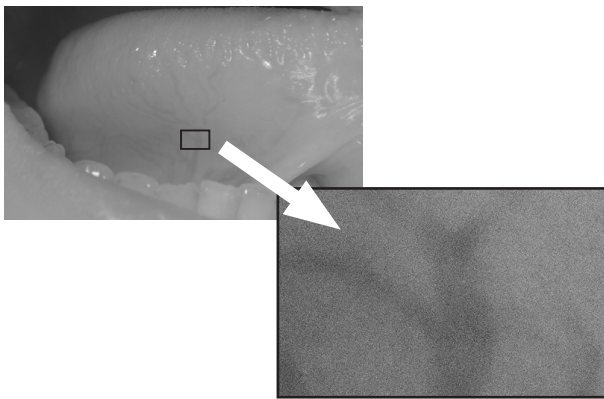


図2 近赤外線対応8Kカメラと近赤外線光(850nm±20nm)を用いて撮影した舌と□部分の映像を拡大した様子。舌表層の微細な血管を確認することができる。

以上の考えをもとに8K近赤外線撮影システムで健康な実験協力者の舌を撮影した画像を図2に示す。同図にはその□の部分拡大した画像も示した。この撮影の照明には近赤外線LED(850nm±20nm)のライトを用いた。図2の拡大画像から舌表層の微細な血管がはっきりと確認できるが、実験の現場で大画面の55インチ型8Kモニターを用いて動画での血管評価を行った筆者は、日常の歯科診療で用いられることがある従来の2Kなどの映像技術では困難と思われる微細な血管が鮮明に捉えられていることを確認した。

またこの紙面上に示すことはできないが、今回の8K動画(60コマ/秒)からは、写真等による静止画像の場合に比べて、診察・診断に際しての有用情報がより多く得られるのではと感じた。これについては、動画撮影時には被写体は厳密にいわばわずかではあるが常に動いている場合が多いことから、そこから得られる映像は実質的に多視点からの撮影による情報を含んでいるためと考えている。なお今回の実験では2K

カメラによる撮影は行わなかったが、8Kカメラでは撮影画角が同一の場合、原理的に2Kカメラで捉えられる最小血管の1/4の径のものまで見分けることができると考えられる。

以上の他、今回の実験では光学系に硬性内視鏡を用いた撮影も試みた。

## ②う蝕(しよく)(虫歯)の範囲推定の検討

う蝕とは、歯牙(歯)のエナメル質や象牙質の表面が細菌によって生産される酸で崩壊してその部分に欠損が生じる疾患であり、進行度合いによっては削って詰めるなどの治療が必要となる場合がある。

う蝕の状態を8Kカメラや8K近赤外線撮影システムで観察したとの論文等は見られないが、筆者はこれらのカメラを活用することで詳細なう蝕の範囲の推定が可能になると考え、下記の撮影実験を行った。

図3に8K近赤外線撮影システムと前述の近赤外線光源を用いて撮影した健全な前歯の様子を示す。透明感があるエナメル質と白く濁った象牙質との境界がはっきりと捉えられているのが分かる。図4に初期う蝕のある前歯の様子を示す。健全な白く濁った象牙質の部分とそれに比べてさらに一段と白く濁った初期う蝕の部分(矢印)との境界がはっきりと認められる。

肉眼での観察ではその境界は同図のように明瞭に見えなかったことから、ここでは8K近赤外線撮影システムによる不可視情報の可視化の効果が現れているものとみられる。そのことから、超高解像度の特徴も有



図3 健全な前歯の様子



図4 白く濁った初期う蝕の部分(矢印)

するこの8K近赤外線撮影システムを活用することで、きわめて小さなごく初期のう蝕も捉えられる可能性があると考えられる。

### ③遠隔診療への応用の検討

テレビ技術を活用する遠隔診療は、新型コロナウイルス感染症蔓延下で感染予防対策としてのニーズの高まりを受け、この感染症収束後もそのニーズは継続すると言われている [6]。また遠隔診療は、医療機関への通院が困難な患者に対して受診機会を確保したり、へき地や離島など歯科医師が不足する地域での医療を支えたり、さらにはそれらの地域の診療所等の歯科医師が遠方にある大学病院等の高度な専門知識を有する歯科医師による助言を受けることで安全で質の高い医療を提供できるとされる [7]。ところで口腔を診察するための市販の口腔内動画撮影カメラは2K程度の解像度のものである。

8K超高精細医療用カメラを用いると図5に示すように、通常通り口腔内を撮影できる。それに加えこのカメラでは、超近接でのアップ撮影やデジタルズームによる拡大画像を得ることができる。それらの理由でこのカメラでは、顕微鏡のように細かい部分まで見えるだけでなく、広い視野での観察も可能となることから、より詳細な情報が得られて安全で適切かつ円滑な遠隔診療を提供できる可能性がある。

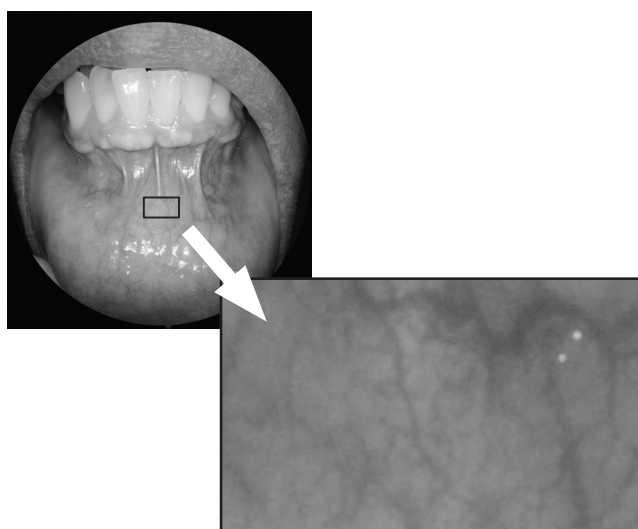


図5 8K超高精細医療用カメラを用いて撮影した下唇と□の部分拡大表示の様子。

### 今後の課題と展望などについて

今回の撮影実験などから、8K超高精細映像技術の将来における歯科分野への実用化導入を考えると、そ

の有用性には期待できるものの、新たに取り組むべき課題も多いと感じている。その中で特に重要と思われるいくつかを以下に示す。

- 口腔内を8Kで鮮明に撮影するための専用の超高分解能光学系機材の開発
- 病院や診療所、在宅診療など使用する場を選ばず、医療従事者や専門職以外が撮影しても正しい診断に役立つ同じ階調の高画質画像が常に確保できる技術の開発
- 遠隔診療や在宅診療などで容易に使用できる低コスト、低遅延で情報管理も確実な安定した8K伝送技術の開発
- 8K関連機材の超小型化、低廉化
- 今回の実験で使用したもの(850nm±20nm)とは異なる波長の光源を用いることでどのような新たな情報が得られるかの検証

本研究のさらなる発展のために、既にご協力いただいている方々に加え、様々な分野の皆様にもぜひ、本研究に参画していただきたい。他分野の「あたりまえ」や「柔軟な発想」が今後直面するであろう課題や困難を突破するきっかけとなり、先に挙げた課題の解決につながると強く信じている。

### おわりに

今回の口腔内撮影実験にご協力とアドバイスをいただいたアストロデザイン株式会社、株式会社住田光学ガラスの関係者の皆様、帝京大学山下紘正特任准教授、谷岡健吉元NHK放送技術研究所所長に感謝申し上げます。また、本誌への寄稿の機会を与えてくださった電波技術協会の杉山博様、東京医科歯科大学高齢者歯科学分野の水口俊介教授に深謝いたします。

#### <参考文献>

- [1] Tanaka T, Takahashi K, Hirano H, Kikutani T, Watanabe Y, Ohara Y, Furuya H, Tsuji T, Akishita M, Iijima K. Oral Frailty as a Risk Factor for Physical Frailty and Mortality in Community-Dwelling Elderly. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2018 Nov 10;73(12):1661-1667.
- [2] <https://www.astrodesign.co.jp/category/products/video/8k-super-hi-vision> (アストロデザイン株式会社 8K活用事例 2023年12月4日参照)
- [3] 山下紘正: 8K医療の実現とICT ~ 8K内視鏡と8K顕微鏡による医療の未来~, 電波技術協会報 FORN 2020. 7 No.335, pp.28-31, 2020
- [4] [https://ganjoho.jp/reg\\_stat/statistics/stat/cancer/3\\_oral.html](https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/cancer/3_oral.html) (がん情報サービス 2023年11月12日参照)
- [5] 口腔早期がんの新たな見つけ方ー拡大内視鏡による観察ー 柴原孝彦 田中陽一 口腔腫瘍 22巻1号29頁 2010
- [6] *Diabetes Metab Syndr*. 2020 September-October; 14(5): 933-935. Published online 2020 Jun 16.
- [7] 厚生労働省第8次医療計画に向けて (へき地の医療)