8K映像技術の医療応用に関する シンポジウム開催の報告

山下 紘正[†]

筆者らは、2009年より8K映像技術の医療応用を開始した。動物による8K術野撮影（開腹下）と硬性内視鏡と接続しての8K腹腔鏡観察を経た後に、ヒト臨床応用に踏み切った。8K腹腔鏡下胆嚢摘出手術と8K手術顕微鏡下眼科手術を通して得られた知見を広く共有するため、日本大学での国際シンポジウムと日本臨床眼科学会での特別シンポジウムを開催したので報告する。

キーワード：8K映像技術，超高解像度，医療応用，内視鏡，手術顕微鏡

1. まえがき

わが国が先導的に開発してきた画素数3,300万の超高精細テレビであるスーパーハイビジョン（8K）の医療応用の重要性に早くから着目し、8K内視鏡用小型カメラを開発するとともに、これを用いた世界初の実験的検討（2009年～）や臨床応用（2014年～）を試み、その応用における有効性や課題を明らかにしてきた。8Kに関わるイメージセンサ、カメラ、ディスプレイ等のテレビ技術および内視鏡などの光学系技術は、日本が最も得意とする技術である。このような背景を基に、8Kがもたらす医療技術の進歩や、それによる新産業の創出などについて、映像技術やその医療応用研究の第一人者らが世界中から集結して研究成果や将来展望等を発表、討論する初の国際シンポジウムを開催した。

また、2014年12月には医療法人湘山会眼科三宅病院にて、8K手術顕微鏡による眼科手術を行い、8Kは当初想定していた内視鏡だけでなく、顕微鏡への応用可能性の高さも確認することとなった。第69回日本臨床眼科学会の学会長枠シンポジウムにて、得られた11症例の8K手術画像を大画面のスクリーンで供覧し、眼科三宅病院の執刀医や8Kディスプレイの開発者等による討議を行った。

本稿では以上二つのシンポジウムにおける発表および討議の内容を紹介し、世界をリードする8K映像技術の医療応用における現状につき報告する。

2. 医工連携国際シンポジウム『8K映像技術で医療を変える』の開催

2015年7月10日，東京都千代田区の日本大学会館大講堂

[†] 日本大学総合科学研究所/一般社団法人メディカル・イメージング・コンソーシアム

"Symposiums for Medical Applications of 8K-UHD Imaging Technology: Medicine Definitely Jumps Up with 8K" by Hiromasa Yamashita (University Research Center, Nihon University, Tokyo/Medical Imaging Consortium (MIC), Tokyo)

図1 使用した8Kプロジェクタ（JVCケンウッド）

にて、医工連携国際シンポジウム『8K映像技術で医療を変える』が開催された。日本大学が主催、メディカル・イメージング・コンソーシアム（MIC）と国際光工学会（SPIE, The International Society for Optics and Photonics）が協賛、後援にはJVCケンウッド、シャープ、アストロデザイン、タムロン、日本医師会が名を連ねた。本シンポジウムには、映像・放送・光学機器関連のメーカ技術者や、大学・医療機関の医師や研究者など、およそ300人が参加した。特に世界初の試みとして、通常のプロジェクタの他に8K用のプロジェクタを設置し、参加者全員が8Kの高精細映像を大スクリーンで供覧できるようにした（図1）。また、会場の入り口である1Fロビーには85インチの8K液晶モニタと8Kカメラが設置され、ライブ映像と、これまでにMICが撮影してきた医療応用映像を参加者が間近に体験できるようにした（図2）。

最初に、主催者である日本大学の大塚吉兵衛学長により、国内外の技術者や医師が一同に会し、8Kの映像技術をいかに医療分野へ持ち込めるかという新しい試みとして、長時間にわたり8K映像の魅力について考えていきたいとの開会の挨拶を行った。次に総務省情報流通行政局の渡辺克也官房審議官により、8K技術の概要を示すスライドを交えながら来賓の挨拶が行われた。また、午前の部の講演を前に、

図2 会場入口に展示された8Kモニタと8Kカメラ

図4 8K映像技術の初期研究開発から今後達成すべき目標まで話す愛媛大学大学院理工学研究科の藤田欣裕教授

図3 英国BBCより招かれたJohn Zubrzycki主任研究技師

図5 フォトニクスポリマ技術の8K応用について講演する慶應義塾大学理工学部の小池康博教授

本シンポジウムの代表者として、2009年から8Kの医療応用に精力的に取り組んでいる日本大学総合科学研究所の教授でありMICの理事長でもある千葉敏雄医師より挨拶がなされた。「8Kは単に2Kから4K、4Kから8Kという技術の延長上にあるものではなく、また、画素数競争の中で生まれたものではない。放送に用いられることは当然として、人類の福祉のメインテーマである医療に応用されていくことは極めて合理的な話であり、本シンポジウムの参加者とともに今後の価値観を共有していきたい」と述べられた。

午前の部はエンジニアリングセッションとして、8K映像技術を中心とした講演が行われた。座長は元NHK放送技術研究所の所長であり、MIC副理事長の谷岡健吉氏が務めた。午前の部1人目の演題は、英国BBCのJohn Zubrzycki主任研究技師による「ロンドンオリンピックにおける8Kスーパーハイビジョン」として、2012年にNHK放送技術研究所と協力で実現した8Kによるロンドンオリンピックの撮影と編集、放送について紹介された(図3)。光ファイバで8K映像データを伝送し、特設した8Kオペレーションセンターで編集を行った後に、大容量ネットワークを介してEU、米国、日本にて、主にパブリックビューイングという形で8K映像の放送が行われた。講演の途中では8K用のプロジェクトに切り替わり、8Kで撮影したロンドン市内の様子を供覧し、遠景に映る人々の一人ひとりの様子をくっきりと捉えることができた。

午前の部2人目の演題は、愛媛大学大学院理工学研究科の藤田欣裕教授による「8Kスーパーハイビジョンの技術動向～初期の研究から最新技術まで～」であった。NHK放送技術研究所での研究開発経験から、8K映像技術の初期から現在、未来について述べられた(図4)。1995年から始まった超高解像度テレビ技術の研究開発は、8Kカメラや8Kディスプレイの急激な進歩により、さまざまなイベントやオリンピック、ワールドカップ等での放送を経て、今年にはついに試験放送が始まるに至ったが、この8K映像技術は、ヒトの視力で究極の臨場感を得るために行われた基礎研究結果を基にスペックが定められたものであることが紹介された。

午前の部3人目の演題は、慶應義塾大学理工学部の小池康博教授による「8K医療用ディスプレイと8K遠隔医療を実現するフォトニクスポリマ技術」であった。小池教授が研究開発を推進している世界最速のGI型プラスチック光ファイバと高精細ディスプレイにより実現する真のリアルカラー8K映像システムの現状とその展望について述べられた(図5)。液晶パネル構造の抜本的な改良により、斜めから見てもカラーシフトのない新しい液晶ディスプレイ技

図6 米国の放送技術の第一人者であるMark Schubin氏

図8 8Kによる動物実験の経験を中心に講演する筆者

図7 国際光工学会 (SPIE) CEOのEugene G. Arthurs氏

図9 8K腹腔鏡手術を執刀した杏林大学の森俊幸医師

術と、ボールペン先端のボール構造を利用したプラスチック光ファイバ接続・伝送技術について、今後の8K映像技術の医療応用には欠かせない技術として紹介された。

午前の部4人目の演題は、米国放送技術の第一人者であるMark Schubin氏による、「動画技術における解像度の増加：過去，現在，未来」であった（図6）。1967年よりテレビ技術分野で活躍し、エミー賞を幾つも受賞してきた経験から、ごく初期のテレビカメラとディスプレイ技術から、ハイビジョンを経て8Kに至った流れと、特にフレームレートの向上がなぜ重要になるのか、事例を交えて解説された。

午前の部最後の演題は、国際光工学会 (SPIE) のCEOであるEugene G. Arthurs氏による「光学分野における8Kの相乗効果」であった。世界最大規模の会員数を誇る学会のCEOとして、8K映像技術への大きな期待を述べられた（図7）。2015年は光と光技術の国際年であり、高解像度・高精細の光学技術が医療分野へ応用されることで、現在の医療の大幅な質の向上が見込めるだろうと締めくくられた。

午後の部が始まるまでの休憩時間には、アストロデザインによって撮影された海中の8K映像がスクリーンに投影された。参加者はスクリーンの直前にまで近づいて見ることができ、それでも画素が見えないほどの8Kの威力を実

感することができた。

午後の部（メディカルセッション）では、座長が千葉敏雄医師に交代した。また講演に先立ち、本シンポジウムの応援に駆け付けた衛藤晟一内閣総理大臣補佐官が登壇され、政府としても日本発・世界初の映像技術である8Kの医療応用には非常に期待しているとの挨拶が行われた。

午後の部1人目の演題は、筆者による「8K映像技術の医療応用と課題について」であり、2009年に開腹下動物実験から開始された8Kの医療応用の経験とそこから得られた課題について述べた（図8）。2009年にはクレーンにつられていた8Kカメラの小型軽量化が急激に進んだことで、2013年に世界で初めての8K内視鏡下ブタ実験を行った¹⁾。従来の内視鏡では観察できなかったような毛細血管、肉眼でも見づらい極細の縫合糸さえも明瞭に認識することができた。その一方で8Kカメラの感度の低さが問題であり、動物実験では通常の2倍の光源装置を用いた。硬性鏡はレンズとして光学的に不利であり、現在の最大の課題は8Kイメージセンサの感度向上と8K解像度に適した光学設計の実現と考えていることを述べた。

午後の部2人目の演題は、杏林大学外科の森俊幸教授による「高精細画像と内視鏡外科手術」であり、硬性内視鏡の解像度向上の変遷と、それに伴い進化してきた手術手技に

図10 8K内視鏡と8Kディスプレイによる胆嚢摘出手術

図12 再生医療への8K応用の可能性について話す国立成育医療研究センター研究所の梅澤明弘副所長

図11 8Kの超音波応用を進めるMU研究所望月剛氏

図13 8Kの眼科顕微鏡手術応用について講演する眼科三宅病院の三宅謙作理事長

つき講演された(図9)。現在の硬性内視鏡手術では解像度以外にも明るさや輝度、色情報や陰影、輪郭線や前後の重なり、動きなどを総合的な手がかりとして、3次元的な空間認識と内視鏡手技を実現している。2014年11月に世界で初めて執刀した8K内視鏡による腹腔鏡下胆嚢摘出術では、超高解像度映像によって従来の内視鏡では視認することのできなかった組織構造を確認できた(図10)²⁾。カメラの小型軽量化、蛍光観察機能、広角化、3次元立体視等の機能追加により、内視鏡手術はさらに進化するだろうと締めくくった。

午後の部3人目の演題は、MU研究所の望月剛所長による「超音波画像の8K高精細化の試み」であり、従来の超音波画像を飛躍的に高解像度化し、8Kディスプレイへ表示するための手法につき講演が行われた(図11)。8Kディスプレイは高解像度、高コントラスト分解能、高フレームレートの実現できる性能を備えており、超音波画像表示に適している。平面波送信を含む非フォーカス送信法と開口合成および適応信号処理により、従来に比べ高分解能の超音波画像を構築できることから、信号・画像処理の高速化を達成できれば、リアルタイムでの高精細超音波画像表示を実現できる可能性が高いとの見解が述べられた。

午後の部4人目の演題は、国立成育医療研究センター研究所の梅澤明弘副所長による「再生医療の現状と展望」として、臨床研究が急速に進められている再生医療において、8K映像技術が活用できる可能性について講演された(図12)。再生医療技術によるES細胞やiPS細胞をヒトの臓器に適切に届けるためには、高精度の移植技術が必要となる。内視鏡や顕微鏡が8Kレベルの超高解像度画像を得ることで、これらの手技の実用可能性が高まるとの期待が述べられた。

本シンポジウム最後の演題は、眼科三宅病院の三宅謙作理事長による「8Kを用いた眼科顕微鏡手術の観察：予報」であり、2014年12月に実施した8K手術顕微鏡による緑内障、白内障、および網膜硝子体手術の結果と課題について講演がなされた(図13)³⁾。緑内障と白内障の前眼部の観察では8K本来の超高画質が確認されたが(図14)、特に網膜の観察ではヒトの眼球を構成する複数の光学系と照明量の低下により、画質の劣化や色調の低下が確認された。これらの改良点としては、8Kイメージセンサの画素数を維持しながら感度を高めていくことが必要であると結論づけられた。

本シンポジウムの締めくくりとして、SPIEの谷田貝豊彦会長による閉会の挨拶がなされた。8K映像技術の素晴ら

図 14 8K顕微鏡による緑内障手術8K映像の供覧

図 15 およそ600人が参加したシンポジウム会場

しさとその医療分野への活用の意義の高さを共有できた一方で、8Kカメラの感度向上や8Kに適した光学系の改善に加え、8Kの映像データの保存方法についても検討を重ねる必要があるという課題も確認することができた。最後に、このシンポジウムを8K医療応用の国際化の出発点として、8Kの国際会議の開催を目指して活動を進めていきたいとの提案がなされ、盛会のうちに本シンポジウムは終了した。

3. 第69回日本臨床眼科学会学会長枠シンポジウム『映像技術の眼科手術への応用』の開催

2015年10月24日、愛知県名古屋市の国際会議場にて、第69回日本臨床眼科学会学会長枠シンポジウム『映像技術の眼科手術への応用』が開催された。第69回日本臨床眼科学会が主催、メディカル・イメージング・コンソーシアムと眼科三宅病院が共催、協力にはアストロデザイン、シャープ、JVCケンウッドが名を連ねた。本シンポジウムには、全国の眼科医や関連医療機器メーカーの技術者等を中心に、およそ600人が参加した(図15)。会場中央には8K用のプロジェクタ(JVCケンウッド)を設置し、大型スクリーンに8K映像を投影し供覧できるようにした。また、同時開催として、展示会場にて85インチの8Kディスプレイを用いた8K映像上映会を行った。オープニングは本シンポジウムのオーガナイザーである眼科三宅病院の三宅謙作理事長が務めた。8Kとは何かを参加者が理解しやすいよう、シャープがフランスで撮影した高精細8Kイメージ映像を巨大なスクリーンに投影しながら、本シンポジウムの開催意義について述べられた。本シンポジウムの前半は眼科三宅病院の三宅謙作理事長を座長として、2Kの約16倍の3,300万画素を有する8Kの眼科手術用顕微鏡を用いた初の手術応用について報告がなされ、後半は座長を長崎大学の北岡剛医師に交代し、技術改革が進んだ3D映像システムの眼科応用可能性につきディスカッションが行われた。

1人目の演題は、眼科三宅病院の太田一郎院長による「スーパーハイビジョン(8K)で観察する眼科顕微鏡手術と問題点」として、2014年12月に眼科三宅病院で執刀した

図 16 8Kディスプレイを真横に置いての顕微鏡手術

8K顕微鏡による臨床応用の結果を中心に講演がなされた。眼科手術における手術用顕微鏡のほとんど唯一の欠点は、生の高画質の術野が執刀医と助手の2人でしか観察できないことであり、カメラを取り付け術野をディスプレイに表示することはできるものの、解像度の面ではまだ不充分であった。8Kは3,300万もの画素数により、この問題を解決できる可能性が期待できるとの見解が述べられた。実際の8K顕微鏡手術では、85インチの大型液晶ディスプレイが執刀医と患者のすぐ真横に配置されたわけであるが、そのシーンの写真を示したところ、フロアより大きななどよめきが起こった。普段眼科医が目にする手術風景とまったく異なり、巨大なディスプレイに患者の眼球が大写しに表示されていたからである(図16)。8K顕微鏡手術の概要を説明した後に、8K用のプロジェクタに切替え、会場の参加者と8K顕微鏡手術映像を供覧した。最初に緑内障手術におけるトラベクトミー(線維柱帯を切開し房水の流出を良くする繊維柱帯切開術)、エキスプレス手術(房水流出経路の役割を果たすステンレス製の管を挿入する)、トラベクトーム(電気メスにより繊維柱帯の一部を切開・除去する手術)の様子を順番に示した。次に白内障手術における白く濁った水晶体皮質の吸引と、眼内レンズ(IOL)の挿入の場面を示した。いずれも前眼部の手術であり、手術顕微鏡を覗いて観察するのと同様の充分な明るさと高精細な術野

を得ることができていた。ただし8Kカメラは、一眼構造であるために2Dでの画像であり、立体視可能なものではなかった。最後は硝子体手術と糖尿病網膜症の治療であり、眼球奥の後眼部の手術であったことから、十分な明るさの視野が得られなかった。染色したERM(網膜前膜)やILM(内境界膜)を剥がすことは可能であり、網膜内の厚みや血管の深さについては確認することができたものの、カメラの感度の低さという課題が示された。

2人目の演題は、シャープの吉田育弘氏による「8Kディスプレイ；その開発経緯と医療応用における技術的特長」であり、次世代の超高精細映像技術の柱としてシャープが推進している8K映像システム、特にNHKと共同で開発を進めてきた大型の8K液晶ディスプレイについて講演がなされた。また、8K映像信号のフォーマットやインタフェースの最新情報についても述べられ、ハード面からの8Kの医療応用に対する展望で締めくくられた。

シンポジウムの後半は3D映像技術の眼科応用可能性につき、京都大学の鈴真潔准教授による「3D手術記録システムを用いた硝子体手術教育」、および西葛西・井上眼科病院の大野尚登副院長による「3Dヘッドアップサージャリーの未来を見据えて」の講演がなされた。現在の手術顕微鏡は2つの接眼レンズを執刀医が両目で覗き込むことで、立体視による精緻な眼科手術が可能になっている。これに対し執刀医の左右の眼に入る映像を2つのカメラで受光し、3D対応のディスプレイに表示した術野画像を見ながら手術を行うヘッドアップサージャリーの実用性につき論じられた。

最後に、4名の演者にMIC副理事長の谷岡健吉氏、横浜市立大学附属市民総合医療センターの門之園一明教授、ならびに本学会の大会長である岐阜大学の山本哲也教授を加えたパネルディスカッションが行われた。8K手術顕微鏡映像については、特に後眼部の観察における明るさの確保が大きな課題と考えられるが、8Kカメラのイメージセンサは改良が進み感度が着実に向上しており、課題の克服も時間の問題であるという見解が論じられた。現在の8K画像は2Dであるが、これに3Dが組合さると超高精細の立体視が可能となる。従来の顕微鏡術野画像をディスプレイで再現できれば、目が疲れにくく、かつ自然な姿勢で手術ができることで、執刀医にとっても優しい顕微鏡手術が実現する

であろうという意見が出た。また眼科顕微鏡手術への8Kの導入は、執刀医が見ている術野をそのまま大人数で観察できることから、まずは優れた教育ツールとしての使われ方が先行するだろうとの見解が述べられた。さらにカメラで術野画像を撮影するもう1つのメリットとしては、デジタル画像処理を自由に加えられるようになることであり、薬剤投与による染色などを用いることなく注目部位が観察可能となれば、患者に対する毒性も最小限に抑えられ、より低侵襲の眼科手術につながるとの期待が述べられた。

4. むすび

本稿では、日本発・世界初の8K映像技術の医療応用をテーマに開催された2つのシンポジウムについて紹介した。放送分野の最新技術として研究開発が開始された8K映像技術であるが、その医療分野への応用に対する期待の高さが伺われた。臨床応用はまだ始まったばかりであるが、8Kの威力が実感されたと同時に、超えるべき課題も多いことが認識され、今後も幅広い専門的分野の英知の結集が求められることだろう。医療分野で成熟した8K映像技術は、いずれ放送分野やそれ以外のあらゆる分野へと還元され、8K映像技術全体の底上げにつながるものと確信している。

(2016年2月14日受付)

〔文 献〕

- 1) 山下紘正：「8K内視鏡カメラシステムの最新動向」, Medical & Imaging MOOK, 1, pp.48-57 (2014)
- 2) 森俊幸, 青木久恵, 谷岡健吉, 千葉敏雄：「内視鏡外科手術と高精細画像：8Kビデオシステムの将来性」, 月刊新医療, 42, 9, pp.96-99 (2015)
- 3) 三宅謙作, 太田一郎, 三宅豪一郎, 山本哲也, 谷岡健吉, 山下紘正, 千葉敏雄, 鈴木茂昭, 吉田哲男：「スーパーハイビジョン (8K) 技術による眼科手術用顕微鏡手術の観察」, Medical & Imaging MOOK, 2, pp.13-21 (2015)

やました ひろあき
山下 紘正 2007年、東京大学大学院情報理工学系研究科博士課程修了。同年、国立成育医療センター臨床研究員。2008年、東京大学大学院情報理工学系研究科助教。2010年、国立成育医療研究センター臨床研究センター研究員。2013年、(一社)メディカル・イメージング・コンソーシアム理事。2015年より、日本大学総合科学研究所准教授となり、現在に至る。日本コンピュータ外科学会評議員、日本看護理工学会評議員・編集委員。専門は医用画像・ロボット・ナビゲーション、機械工学など。博士(情報理工学)。