

# AMCoR

Asahikawa Medical University Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

日本遠隔医療学会雑誌 (2014.05) 10巻1号—遠隔医療を推進する旭川医科大学の取り組み(特集):40~42.

旭川医科大学における眼科遠隔医療システムの現状と将来計画

林 弘樹、三上大季、守屋 潔、石子智士、吉田晃敏、廣川博之

# 旭川医科大学における眼科遠隔医療システムの現状と将来計画

林 弘樹<sup>1)2)</sup> 三上 大季<sup>1)2)</sup> 守屋 潔<sup>1)2)</sup> 石子 智士<sup>1)</sup> 吉田 晃敏<sup>2)3)</sup> 廣川 博之<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 旭川医科大学医工連携総研講座 <sup>2)</sup> 旭川医科大学病院遠隔医療センター  
<sup>3)</sup> 旭川医科大学眼科学講座 <sup>4)</sup> 旭川医科大学病院経営企画部

## The Present Status and the Future Planning of Telemedicine System for Ophthalmology in Asahikawa Medical University

Hiroki Hayashi<sup>1)2)</sup> Daiki Mikami<sup>1)2)</sup> Kiyoshi Moriya<sup>1)2)</sup>  
Satoshi Ishiko<sup>1)</sup> Akitoshi Yoshida<sup>2)3)</sup> Hiroyuki Hirokawa<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Medicine and Engineering Combined Research Institute,  
Asahikawa Medical University

<sup>2)</sup> Telemedicine Center, Asahikawa Medical University Hospital

<sup>3)</sup> Department of Ophthalmology, Asahikawa Medical University

<sup>4)</sup> Department of Management Planning, Asahikawa Medical University Hospital

**Abstract :** The Department of Ophthalmology, Asahikawa Medical University, has been engaged in research and development of telemedicine systems to observe affected parts in three dimensions since 1998. We currently use a telemedicine system composed of commercially available high-definition (HD) pictures device. We can use the technology to transmit ultra-high-definition (UHD) pictures of the region of interest (ROI) among doctors preferentially and in high quality. We intend to exert our efforts to obtain higher-resolution transmitted pictures while exploring ways to minimize the financial burden of affiliated hospitals.

**Keywords :** telemedicine, stereoscopic images, HD, ROI, UHD

### 要旨

旭川医科大学眼科では、1998年から患部の様子を立体的に観察できる遠隔医療システムの研究開発を行ってきた。現在は、既製品で構成するHigh Definition (HD) ベースの遠隔医療システムを運用している。このシステムで、4KなどのUltra High Definition (UHD) を伝送する方法として、画像中における医師の関心領域 (Region of Interest : ROI) を優先的かつ高画質に伝送する技術が有効であると考えられる。今後は、関連病院側の負担を最小限に抑えられる方法を模索しながら、伝送画像の高解像度化に取り組む予定である。

### 1. はじめに

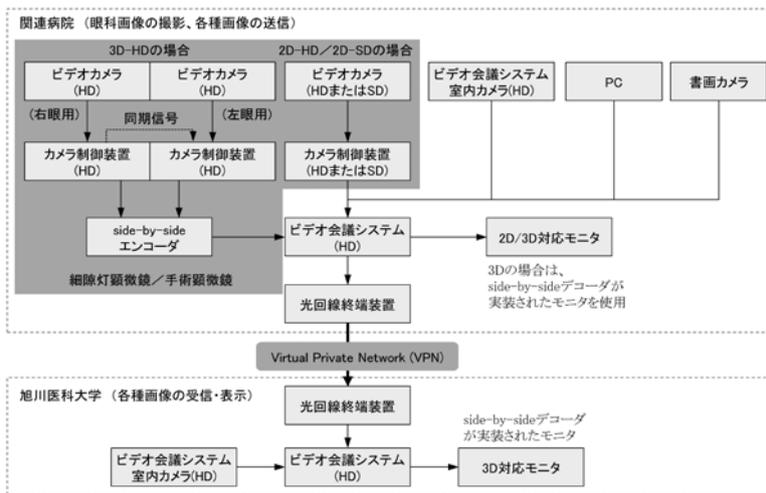
旭川医科大学では、遠隔医療センターを拠点とする地域医療支援を行いながら<sup>1)</sup>、より高度な遠隔医療システムを構築するための様々な技術開発にも取り組んでいる。その中でも、特に注力してきたのは、眼科遠隔医療のため伝送画像の三次元 (3D) 化である。本学眼科は、関連病院からリアルタイムに送られてくる患部の映像をもとに診断や手術を支援しているが<sup>2)3)</sup>、関連病院側は実体顕微鏡を用いて患部を立体視しているのに対し、本学の医師は二次元 (2D) の画像をもとに支援しなければならないため、運用を開始した1994年当時から、支援側においても立体視できるシステムが求められていた。そこで、1998年に3D動画の圧縮・伝送・表示技術の研究を開始し<sup>4)</sup>、左眼用と右眼用のビデオカメラ (Standard Definition : SD)

で撮影される眼科3D動画を、Integrated Services Digital Network (ISDN) の通信回線 (約1.5 Mbps) を用いてリアルタイムに伝送できる技術を開発した<sup>5)</sup>。その後、SDからHigh Definition (HD) へ拡張するための研究開発も行い、2005年には3D-HD動画を40 Mbpsの通信回線で伝送できる本学独自の遠隔医療システムを完成させた<sup>6)</sup>。しかし近年では、高速で安価な光回線が普及し、HDに対応した映像関連機器も充実してきたことから、システムの高度化を目的とした研究開発を積極的に行う必要性は少なくなり、既製品の組み合わせによって実用的な遠隔医療システムを構築することが可能となった。現在、既製品で構成する遠隔医療システムとWebベースで開発した独自の遠隔相談システムを併用しながら眼科遠隔医療を実践しているが<sup>7)</sup>、本稿では前者におけるシステム構成と機能を紹介するとともに、今後の普及が期待される4Kや8KなどのUltra High Definition (UHD) 動画を既設の遠隔医療システムで伝送する方法も述べる。

### 2. 事例

眼科遠隔医療システムの全体構成を【図1】に示す。現時点では、全ての関連病院が3Dの撮影環境を有しているわけではなく、また、SDのビデオカメラを使用し続けている関連病院もあるため、本学では3D-HD、2D-HD、2D-SDの3種類に対応できる受信環境を構築している。

関連病院は、検査で使用する細隙灯顕微鏡【図2】や手術顕微鏡【図3】に2台または1台のビデオカメラを装着し、それらで撮影された3D/2Dの動画を市販のHD



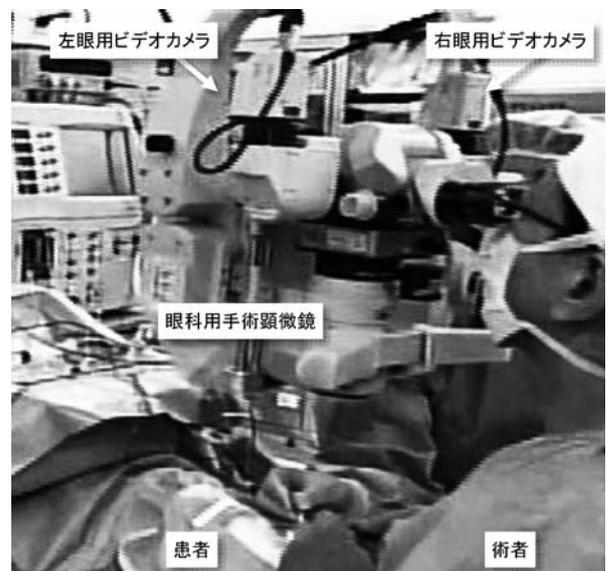
【図 1】 旭川医科大学眼科が運用する遠隔医療システムの全体構成

ビデオ会議システムを用いて伝送している。ビデオ会議システムは、関連病院によって使用する機種やグレードが異なるが、全てがITU-TのH.323<sup>8)</sup>に準拠した通信プロトコルを採用しているため、異機種間においても相互接続が可能である。ただし、眼科画像の中でも特に情報量が多い前眼部の手術場面は、8 Mbps程度の伝送ビットレートで実用品質を得ることができるため、その性能を備えたビデオ会議システムの導入を推奨している。

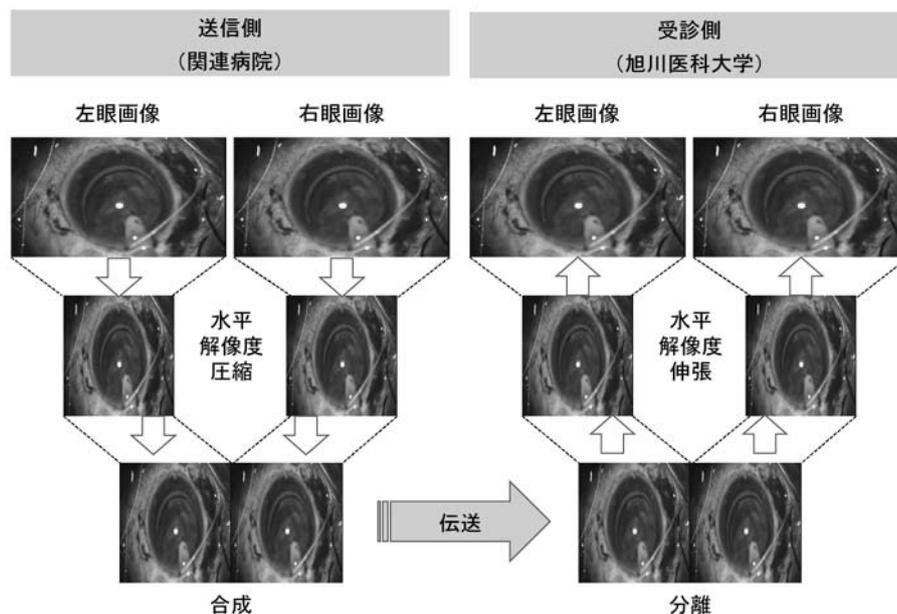
3D-HD 動画の伝送には、side-by-side方式を採用している【図 4】。送信側は、2台のビデオカメラで独立に撮影された動画を side-by-side エンコーダで合成してから 2D-HD 動画として



【図 2】 細隙灯顕微鏡（検査用顕微鏡）による 3D 動画の撮影



【図 3】 眼科用手術顕微鏡による 3D 動画の撮影



【図 4】 side-by-side 方式による 3D 動画の伝送

送信側は、左右のビデオカメラで独立に撮影された動画の水平解像度をそれぞれ 1/2 に圧縮し、それらを合成して 2D 動画として伝送する。受信側は、2D 動画を左右の動画に分離し、それぞれの水平解像度を復元してから 3D モニタで立体表示する。

伝送し、一方の受信側は、3D液晶モニタに実装されている side-by-side デコーダを使用して左眼用と右眼用の動画画像を復元し、立体表示している。HD 動画画像の他にも、SD 動画画像や PC 画面、書画カメラ映像などが伝送対象となるが、HD ビデオ会議システムの多くは、SD 信号が入力されると自動的に HD へアップコンバートするため、本学では HD 動画画像の受信・表示環境を用意するだけで SD と HD の両方に対応することができる。

なお、ビデオ会議システムには音声マイクも付いているため、意図的に音声入力や音声出力をオフにしない限り、関連病院の医師及び患者と本学の医師は常時会話できる状態となる。また、ビデオ会議システム間の通信は、Virtual Private Network (VPN) によって安全性を確保している。

### 3. 考察

このシステムは、眼科医を評価者とする主観評価実験<sup>6)9)10)</sup>を行いながら改良を重ねてきた成果であり、伝送画像に基づいて適切な医療支援が行える実用的なシステムである。そのため、当面は現在のシステム構成のままで運用を継続する予定であるが、ビデオ会議システムにおける異機種間でのユーザインタフェースの共通化や伝送画像の二次利用を目的としたクラウド環境の構築など、システム全体の利便性を向上させるための技術開発は今後も行っていきたいと考えている。

近年では、HD の 4 倍の解像度を持つ 4K UHD や、その 4 倍となる 8K UHD が注目を集めており、遠隔診療における 4K UHD の有効性についても報告がなされている<sup>11)</sup>。また、2014 年中に 4K UHD の試験放送が予定され<sup>12)</sup>、さらに 2013 年には、従来方式の 2 倍の圧縮性能を有する H.265 が ITU-T によって承認されたことから<sup>13)</sup>、4K UHD を現実的な通信速度でリアルタイムに伝送できるコーデックも近いうちに実用化されるものと予想している。本学眼科においても、4K UHD をベースとする遠隔医療システムの再構築に関心が持たれているが、それを実現するためには、4K UHD に対応したビデオ会議システムもしくはコーデックを新たに導入しなければならず、関連病院側における経済的負担の増大が問題となる。一方、我々は眼科画像における伝送ビットレートの削減手段として、画像中における医師の関心領域 (Region of Interest : ROI) を優先的に高画質で伝送する方法が有効であることを明らかにしている<sup>14)</sup>。そこで、4K UHD の画像中から HD と同じサイズの ROI を抽出し、それを伝送対象とすれば、既存の HD ビデオ会議システムを用いて 4K UHD と同等の品質を持った動画をリアルタイムに伝送することが可能となる。そのためには、4K UHD から ROI をリアルタイムに抽出するための画像処理装置が必要となるが、技術的にもコスト的にも高いハードルではなく、さらに 8K UHD への応用も可能であることから、ビデオ会議システムの入替えに比べれば、ROI の伝送は現実的な手段と言える。

### 4. まとめ

本稿では、旭川医科大学眼科が運用する HD ベースの遠隔医療システムについて、その構成と機能を紹介した。また、HD ビデオ会議システムで 4K UHD を伝送する方法

も述べた。当面は、既設のシステムを継続して使用する予定であるが、4K UHD や 8K UHD に対する需要が高まり、映像関連機器の低価格化が進めば、関連病院側の負担を最小限に抑えられる方法を模索しながら、眼科遠隔医療システムの高解像度化に取り組んでいきたいと考えている。

### 参考文献

- 1) 廣川博之, 山上浩志, 吉田晃敏. 旭川医科大学付属病院での遠隔医療－現状と今後の課題－. 第 4 回遠隔医療研究会論文集 2000 : 5-8.
- 2) 廣川博之, 吉田晃敏. 旭川医科大学眼科遠隔医療の最前線と将来への展望. 日本 ME 学会雑誌 BME 1998 ; 12(11) : 29-34.
- 3) 吉田晃敏, 廣川博之, 入江宏之. 眼科領域における遠隔手術支援. 外科 1999 ; 61(6) : 313-318.
- 4) 下野哲雄, 三田村好矩, 吉田晃敏, 他. 通信・放送機構旭川眼科画像リサーチセンターの研究紹介－高臨場感眼科医療画像伝送技術の研究開発－. 画像電子学会誌 2000 ; 29(4) : 375-377.
- 5) 畠山修東, 林弘樹, 三田村好矩, 他. 眼科遠隔医療支援のための立体動画画像伝送システムの開発 ～新圧縮アルゴリズムおよび立体視パラメータの検討～. 電子情報通信学会技術研究報告 2001 ; 101(130) : 43-46.
- 6) 吉田晃敏, 笹沼宏, 鈴木康之, 他. アジア・ブロードバンドネットワークを活用した眼科遠隔医療. 日本遠隔医療学会雑誌 2006 ; 2(2) : 160-161.
- 7) 花田一臣, 石子智士, 守屋潔, 他. 遠隔医療支援システムを活用した眼科遠隔医療の運用実績. 日本遠隔医療学会雑誌 2013 ; 9(2) : 125-128.
- 8) ITU-T. Recommendation H.323. Packet-based multimedia communications systems. 1998.
- 9) 吉田晃敏, 笹沼宏, 鈴木康之, 他. アジア・ブロードバンドネットワークを用いた眼科遠隔医療実験－3ヶ国同時開催 3D-HD パーチャル眼科シンポジウムの実施－. 日本遠隔医療学会雑誌 2007 ; 3(2) : 195-196.
- 10) 独立行政法人情報通信研究機構. P2P 型高信頼情報流通に関する研究開発プロジェクト 研究開発最終報告書 2003 ; 306-314.
- 11) 当麻哲哉, 鈴木創史, 戸倉一, 他. 遠隔診療における 4K 超高精細映像の有効性評価－皮膚科診療への適用の可能性－. 日本遠隔医療学会雑誌 2013 ; 9(2) : 66-73.
- 12) 総務省. 放送サービスの高度化に関する検討会 これまでの検討結果についてとりまとめ. 2013. (2014 年 3 月 20 日引用). URL: [http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000230953.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000230953.pdf)
- 13) ITU-T. Recommendation H.265. High efficiency video coding. 2013.
- 14) 林弘樹, 下野哲雄, 吉田晃敏. JPEG2000 を用いた眼科手術動画画像伝送システムの限界品質評価. 日本遠隔医療学会雑誌 2008 ; 4(2) : 271-272.