

# NHK 財団・池上通信機

～高度遠隔医療ネットワークの実用化研究プロジェクト～  
**8K 腹腔鏡映像をローカル 5G 含む回線で伝送し  
 遠隔手術指導を行う臨床試験を世界に先駆けて実施**

## 発表のポイント

- 8K スーパーハイビジョン映像システムで撮影した手術映像をローカル 5G を含む回線を通してリアルタイムに伝送し、遠隔から手術支援(指導)するシステムについて 2025年2月13日に臨床試験を行った。
- 2021年に行った動物での実証実験の結果、本物に迫る立体感を保持した8Kの映像により遠隔地でも手術状況を詳細に把握でき、遠隔支援(指導)を加えることで、外科医(術者)の内視鏡技術が向上し、手術時間が短縮することを確認しています。
- 2022年度からは、有線およびローカル 5G 回線を利用した超高速通信による安定な伝送について検討を進めてきました。
- 2024年5月には、有線回線を用いて、8K 腹腔鏡手術システムの映像を伝送し遠隔手術指導を行う臨床試験を国立研究開発法人国立がん研究センター中央病院と共同で実施し、成功裏に終えました。
- 今回は5月の臨床試験で用いた伝送路の一部を、病院内設備としての利用が検討されているローカル 5G に変更して臨床試験を実施し、遠隔手術指導の有用性および 8K 映像伝送におけるローカル 5G を含む伝送路の可用性を確認します。
- 本試験の結果を踏まえ、医療機器としての承認に向けた計画を策定し、本システムの社会実装によりわが国のみならず世界的にも課題である外科医や高度医療技術の偏在並びに不足の解消に寄与することを目指します。

## 概要

一般財団法人NHK 財団(理事長:田中宏曉、所在地:東京都世田谷区)と国立研究開発法人国立がん研究センター中央病院は、日本発の8K スーパーハイビジョン技術(以下、8K 技術)を用いた腹腔鏡手術システムで手術映像をリアルタイムに送受信し、遠隔で手術支援(指導)を行うことが臨床で有用かを確認するため、大腸がん患者さんを対象とした臨床試験を世界に先駆けて2024年5月7、8日に実施し、有線通信系を利用した遠隔手術指導下の若手外科医による手術が問題なく実施できることを確認するとともに、通常外科医3名で行う腹腔鏡手術を1名減らしても質の高い腹腔鏡下手術が実施できることを確認しました。

今回の臨床試験では、将来の医療施設の通信インフラとして利用が検討されているローカル5Gシステムを手術施設側および遠隔手術指導側それぞれに新たに導入し、本システムでの手術指導の安全性、有用性と、広帯域伝送を必要とする8K映像伝送でのローカル5Gシステムの可用性を評価します。

本システムでは、8K 技術ならではの超高精細映像による「本物に迫る立体感」を保持した手術現場の映像を、伝送画質と遅延を最適化した状態で伝えることで、遠隔地においても手術状況を詳細に把握することが可能です。また、8K カメラに取り付けられた腹腔鏡を、腹腔を俯瞰する位置に半固定して得られる8K 映像と、その一部を電子ズームで拡大表示した映像を手術室と遠隔地(指導側)双方の8K モニタに並べて表示し、リアルタイムにアノテーションと音声で技術指導を行います。本システムは2016年より開発を開始し、2021年には動物を用いた実証実験において、外科医の内視鏡技術の向上と、手術時間の短縮を確認しました。本試験では大腸がん患者さんでの安全性と有用性を評価し、その結果を踏まえ、医療機器としての承認に向けた計画の策定および遠隔手術指導の普及を進めてまいります。さらに本臨床試験で利用したローカル5Gを含む通信回線の利用事例を通して、日本外科学会で予定されている遠隔手術ガイドラインの改定に貢献してまいります。



## 本プロジェクトについて

本プロジェクトは、国立研究開発法人日本医療研究開発機構(AMED)「8K 等高精細映像データ活用研究事業」の支援により2016年に開始し、8K 技術を用いた新しい腹腔鏡手術システムの開発とそれを応用した遠隔手術支援システムに関する研究を進め、2021年に遠隔手術支援(手術指導)の実証実験を動物で行い実用化に向けた有用性を確認しました。



図1 本事業の全体像

<http://www.uni-w.com/fdi/2503/zu-1.jpg>



# NHK 財団・池上通信機 高度遠隔医療ネットワークの実用化研究プロジェクト

現在は、日本医療研究開発機構「高度遠隔医療ネットワーク実用化研究事業」(課題番号「24hsa422001h0003」)の支援下で、日本外科学会、日本内視鏡外科学会、日本ロボット外科学会、その他関連学会と連携して行う「手術支援ロボットを用いた遠隔手術の実現に向けた実証研究」の一課題である「8K 映像伝達による次世代型遠隔手術の概念実証」において実施しています。(前ページ図1 参照)

8K 映像は、従来のハイビジョンの16 倍にあたる3,300 万画素の超高精細映像で、その密度は人間の網膜に迫ると言われる日本発の最先端の放送技術です。この8K 映像を遠隔手術支援型の内視鏡手術機器に応用するのは初の試みで、本臨床試験で有用性が示された場合には、質の高い遠隔手術支援が実現し、わが国の課題である外科医や高度医療技術の偏在並びに不足の解消に寄与することが期待されます。(図2、図3、図4)

## 参 考

2016年11月15日プレスリリース：8K スーパーハイビジョン技術を医療応用する初の国家プロジェクト腹腔鏡手術システムでの実用化目指し始動



[https://www.ncc.go.jp/jp/information/pr\\_release/2016/1115/index.html](https://www.ncc.go.jp/jp/information/pr_release/2016/1115/index.html)

2021年11月2日プレスリリース：8K スーパーハイビジョン技術を用いた映像を伝送し遠隔で手術支援を行う世界初の実証実験で医学的有用性を確認



[https://www.ncc.go.jp/jp/information/pr\\_release/2021/1102/index.html](https://www.ncc.go.jp/jp/information/pr_release/2021/1102/index.html)

2024年5月7日プレスリリース：高度遠隔医療ネットワークプロジェクト 8K 腹腔鏡手術システムによる映像を伝送し遠隔で手術指導を行う臨床試験を世界に先駆けて開始



[https://www.ncc.go.jp/jp/information/pr\\_release/2024/0507\\_1/index.html](https://www.ncc.go.jp/jp/information/pr_release/2024/0507_1/index.html)

## 臨床試験の実施概要・目標

本プロジェクトでは、AMED の支援により実施した先行研究「8K スーパーハイビジョン技術を用いた新しい遠隔手術支援型内視鏡(硬性鏡)手術システムの開発と高精細映像データの利活用に関する研究開発」(2019 年度から 2021 年度実施)で開発した試作器の実用化・普及を目指し、超高精細ながら大容量の 8K 映像を、ローカル 5G 等の無線も含むネットワークで低遅延・高画質で送受信し、遠隔から手術指導を行うことで、遠隔地において少ない外科医でも質の高い手術の実施が可能か臨床試験で検討を行います。

2024 年 5 月に実施した臨床試験では、開発した 8K 遠隔手術指導型内視鏡手術システムを用いた遠隔手術指導のもとでの手術の安全性、有用性を、有線の高速通信回線を用いて検証しました。また、外科医数 2 名での手術完遂度などを評価し、腹腔鏡手術で通常外科医 3 名で行うところ、外科医を 1 名減らしても質の高い腹腔鏡下直腸切除術が実施できるかどうかを確認し、3 例の症例に対して通信障害なく遠隔手術指導下の手術を無事終了する結果が得られました。

今回の臨床試験では、医療機関の将来の通信インフラとして期待されているローカル 5G を通信回線の一部に導入し、8K 医療映像の伝送におけるローカル 5G システムの可用性を検証します(図 5 参照)。こ



図 2 8K 遠隔手術支援ソリューションシステム  
8K スーパーハイビジョン技術を用いた腹腔鏡手術システムによる遠隔手術支援システムのイメージ

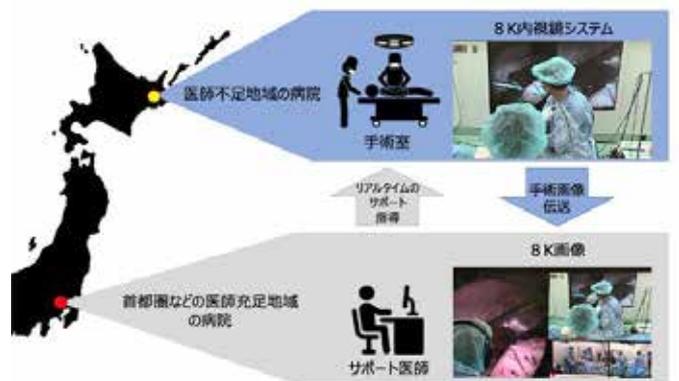


図 3 本プロジェクトによる課題解決イメージ  
医師が不足している地域の病院と首都圏など医師が充足している地域の病院とをつなぎ、外科医の偏在を補います。

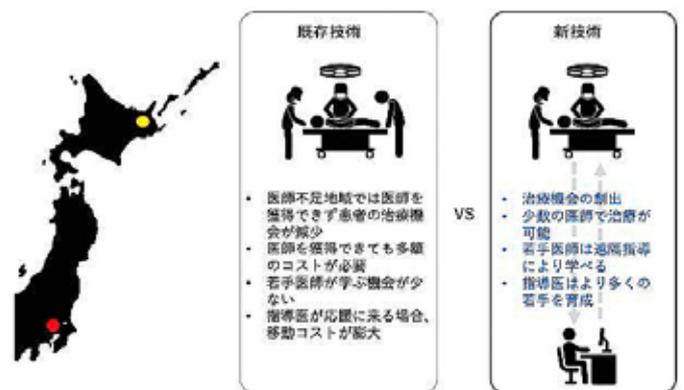


図 4 本プロジェクトによる課題解決イメージ  
既存技術の課題と本プロジェクトによる新技術での課題解決

これらの結果を踏まえて、近い将来の医療機器としての承認に向けた具体的計画の策定に取り組んでいきます。またこうしたローカル 5G を含む通信回線の利用事例を通して、日本外科学会で予定されている遠隔手術ガイドラインの改定に貢献してまいります。

研究課題名：国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED)

「手術支援ロボットを用いた遠隔手術の実現に向けた実証研究」

[https://www.amed.go.jp/koubo/12/01/1201C\\_00040.html](https://www.amed.go.jp/koubo/12/01/1201C_00040.html)

代表者：一般社団法人日本外科学会 森 正樹





# NHK 財団・池上通信機 高度遠隔医療ネットワークの実用化研究プロジェクト

8K カメラを開発し、臨床試験により 8K 腹腔鏡手術システムの有効性を確認しました（図 6 中央）。一方でカメラおよびカメラを支えるアームの重量と大きさが原因で術野展開が困難な場面が一部にあるという課題が残りました。

この結果を踏まえてカメラの小型化を進め、2020 年に第 2 世代の腹腔鏡用 8K 解像度カメラを開発しました（図 6 右）。第 2 世代の 8K 解像度カメラはカメラヘッドの質量で 210g となり、市販のスコープホルダーが利用可能となりました。

## <腹腔鏡用 8K 解像度カメラの仕様>

第 1 世代および第 2 世代の腹腔鏡用 8K カメラの仕様は表 1 の通りです。いずれも解像度は腹腔鏡を接続した状態で 3600TV 本であり、8K の性能を確保できています。同時に第 2 世代カメラは第 1 世代に比べて、容積で 1/7 以下、質量で 1/3 以下と、大幅な小型・軽量化を実現しています。

第 2 世代のカメラでは、縦と横の画素数が等しく、すなわち撮像エリアが正方形という特徴を持っています。これは腹腔鏡の像が、顕微鏡と同様に円形であることから横長である必要がないためです。これを実現するため、専用の撮像部を開発しました（第 1 世代のカメラは通常の放送用カメラと同じく有効画素数比は 16 : 9）。

このカメラシステムでは、この特徴を利用して 8K 映像を画面の左側に、8K 映像の一部を 2 倍あるいは 4 倍に拡大した映像を画面の右側に表示するモードを備えています。拡大映像の位置と倍率はジョイスティックなどのユーザインタフェース（以下UI）を用いて移動することが可能です。従ってスコープホルダーに内視鏡を固定したままでも、UI を操作することで患部の拡大表示や表示位置の変更が可能です。また手術中の執刀医がメスや鉗子から手を放すことなくカメラを操作できるよう、足操作型のジョイスティックも開発しました。

	第1世代カメラ(2017)	第2世代カメラ(2020)
イメージセンサ	1.7型	1/1.8型
有効撮像サイズ(mm)	24.6x13.8	6.2x6.2
レンズマウント	M4/3	C
有効画素数	7680×4320	3840×3840
解像度(腹腔鏡込)	3600TV本	3600TV本
感度	2000lx, F5.6	2000lx, F5.6
フレーム周波数	60Hz	60Hz
カメラ質量	720g	210g
カメラサイズ(mm)	120W×120H×73D	34W×40H×99.5D
消費電力(W)	8.0(ファンあり)	5.4(ファンなし)

表 1 第1世代および第2世代の腹腔鏡用 8K カメラの仕様

## <8K 遠隔手術指導での伝送/パラメータ>

システム構築にあたっては、手術室から指導医サイトまで 8K 映像を伝送する際に必要な伝送帯域（所要ビットレート）と、手術室の医師と指導医サイトにいる医師との間のコミュニケーションがスムーズに行えるための許容映像遅延時間を、医療従事者を評定者とする主観評価実験によって求めました。その結果、表 2 に示すように、H.265 符号化システムを用いた場合の所要ビットレートは 80Mbps 以上、許容遅延時間は 1.3 秒以下という結果となりました。

今回の臨床試験では、8K 映像伝送のビットレートは約 100Mbps、遅延時間は約 350 ミリ秒を実現しており、いずれもシステム要件を十分

事前評価実験に基づくシステム要件		臨床試験時の使用条件	
所要ビットレート	80Mbps以上	伝送ビットレート	約100Mbps
(符号化方式)	H.265*	(使用コーデック)	H.265
許容遅延時間**	1.3秒以下	遅延時間	約350ms
(伝送プロトコル)	UDP/RTP***	(伝送プロトコル)	UDP/RTP

満しています。

表 2 評価実験で求めたシステム要件と臨床試験での使用条件

\*H.265 は映像を圧縮する符号化方式の一種。地上デジタル放送で用いられている MPEG2 方式に比べて約 4 倍の圧縮能力があるといわれており、8K 映像の圧縮まで対応している。衛星放送の 4K/8K テレビ放送で用いられている。

\*\*許容遅延時間は「手術映像を見ながら手術室と指導室の間のコミュニケーションがスムーズに行えるか?」という主観評価に対する許容限（5 段階評価の 3）

\*\*\* UDP/RTP (User Datagram Protocol/Real-time Transport Protocol) はインターネット上のアプリケーション間の通信プロトコルの一種で、リアルタイムにデータストリームを配送する方式。映像や音声の伝送に用いられる。

## <今回の臨床試験で用いる有線系ネットワーク>

今回の臨床試験は、図 5 に示されているように、東京・中央区築地のがん研究センター中央病院の手術室と指導医のいる医療施設を想定した大阪市住之江区のソフト産業プラザ TEQS とを通信回線で結んで、手術室から伝送されてくる 8K 腹腔鏡映像を指導医が見ながら 8K モニタ上にペンで描画したり音声で指示することにより手術を指導するものです。

今回の臨床試験では表 3 に示す回線を用意していますが、8K 映像の伝送にあたっては、所要帯域と伝送の安定性およびネットワークの安全性の観点から、専用高速回線を本線 1 とし、共用高速回線を VPN で専用化した回線を本線 2 として手術中の 8K 映像を平行して伝送しています。一方の回線に問題が発生した場合でも瞬時に他方に切り替え

回線	網	帯域(実績)	セキュリティ	特徴	用途
A社	専用	200Mbps超	物理的	ベンチャー企業の独自回線+足回り	本線1
B社	共用	200Mbps超	VPN*	プロバイダ向けバックホーン+足回り	本線2
NTT東西 SD-WAN**	共用(Fleets 東・西)	60~120Mbps***	VPN*	NTT東と西の網をインターネットに出ることなく接続	連絡線・予備

表 3 臨床試験で用いている回線及び特徴

ることができ、手術の安全性が確保されます。

\*VPN : Virtual Private Network (ソフトウェアで専用線と同様のセキュリティを確保している回線)

\*\*SD-WAN : Software Defined Wide Area Network

\*\*\*: ファイル転送では 100Mbps 超えることもある。映像伝送ではおよそ 60 ~ 80Mbps

## 報道関係からのお問い合わせ

国立研究開発法人国立がん研究センター

企画戦略局 広報企画室

〒104-0045 東京都中央区築地5-1-1

TEL: 03-3542-2511 (代表) E-mail : ncc-admin@ncc.go.jp

一般財団法人NHK 財団 技術事業本部

〒157-0073 東京都世田谷区砧1-10-11

TEL: 03-5494-2400 (代表) <https://www.nhk-fdn.or.jp/>

<https://www.nhk-fdn.or.jp/es/news/archive/20250213.pdf>

