



令和3年5月13日

各報道機関文教・科学・医療担当記者 殿

新規開発 4K-3D ビデオ顕微鏡による新しい手術法の提唱

金沢大学医薬保健研究域医学系 肝胆膵・移植外科学の八木真太郎教授らの研究グループは、三鷹光器株式会社、パナソニック i-PRO センシングソリューションズ株式会社との共同研究で「**手術用の高精細（4K）3D ビデオ蛍光顕微鏡（HawkSight）**」を開発してきましたが、**本機器を使った新しい手術法の有用性をブタモデルで検証し世界に提唱しました。**

従来の外科手術は、細かいところは外科用ルーペを使って術野をのぞき込んで、またさらに細かい手術は顕微鏡を使って手術を行っています。長時間のこれらの手術は、前者では、首や腕のしびれの原因、後者では眼精疲労や肩こりなどとの原因になっていました。また、助手が術者と同じ視野を共有できず、技術伝承に課題を残していました。開発した装置は、上記グループとの産学連携研究としてAMEDの支援を受けて開発され、2019年にHawkSight(鷹の眼)の商品名で臨床使用可能となりました。**高性能レンズを搭載し、手術部位を遠方からのズームにより双眼3Dの4Kモニター上に映し出す仕様**です(図1,2)。従来の光学顕微鏡では高倍率時の焦点深度が浅くなりピントが合いにくいという問題がありましたが、本装置はこの現象を防ぐために遠隔からズームする画期的装置として完成しました。さらに血液の流れや腫瘍(がん)を蛍光画像としてリアルタイムにモニターに重ねて表示することもできるため、腫瘍の位置や手術の出来具合を確認しながら、より安全に手術を行うことができます。そして外科手術概念で最も画期的な点は、**術者と助手が同一モニターを見ながら楽な姿勢で手術ができ、倍率を速やかに調整できるため、様々な領域の手術に対応可能であることに加え、教育にも有用と考えられる点**です。

八木真太郎教授は、小林英司特任教授(現、東京慈恵会医科大学)と金沢大学を含め全国の若手外科医を対象に国際実験マイクロサージャリー学会(※1)(ISEM)日本支部を組織し、開発した新型ビデオ顕微鏡の有用性を検証してきました。さらに文部科学省課題解決型高度医療人材養成プログラム「国内初の、肝臓移植を担う高度医療人材養成(六大学連携プログラム:SNUC-LT)」の活動(※2)を通して、京都大学、金沢大学外科分野のメンバーとともに、今回開発した機器を使ってブタ肝移植モデルを用いて新しい手術スタイルの有用性を検証してきました。

今回、これらの有用性をブタモデルで実験しました。肉眼レベルから顕微鏡レベルまで境目なく超高画質の画面を見ながら行う新しい手術法の有用性を国際学術誌「PLOS ONE」に報告しました。本研究成果は、2021年5月12日14時(米国東部標準時間)にオンライン版に掲載されます。

【研究の背景】

今まで行われてきた外科用ルーペや顕微鏡を使って手術を行う術者は重いルーペを頭部に装着したり顕微鏡のレンズを長時間にわたって覗く姿勢を強いられ、首や腕のしびれの原因となり手術の質を低下させていることがありました。またこの様な手術では術者が見ているものと全く同じ視野を助手や見学者が共有することができないので、技術を伝承するのに妨げとなっているという現状がありました。そこで今回われわれは、国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）の医工連携事業化推進事業の資金援助を受け、マイクロからマクロまでボーダレスに手術を行える高精細（4K）3D ビデオ蛍光顕微鏡による肉眼レベルから顕微鏡レベルまで境目なく超高画質の画面を見ながら行う新しい手術法「マイクロ・マクロ ボーダレス手術(Micro- and Macro-Borderless Surgery : MMBS)」を提唱し、この装置の有用性を動物実験にて検討しました。

【研究成果の概要】

実験 1（非劣性試験）：

下記の手術操作を①現在の手術で使用している外科用ルーペと②新しい装置を用いて3Dモニターを見ながら頭を上げた状態で行う新しい手術方法(MMBS)の2種類の手術をそれぞれ行い、MMBSが従来の方法①に比べて劣っていないかどうかを確認しました。まずブタを全身麻酔下に開腹して、腹部の血管の吻合(※3)を動脈(直径3.5mm)と門脈(直径10mm)に対して行いました。また膵臓周囲の剥離(※4)、並びに膵臓と腸を吻合する吻合操作も行い、①と②を比較しました。MMBSはカメラヘッドを術野から100cm離れた状態で、拡大率は37倍まで拡大することができ、焦点深度は約5mmと十分深いため、カメラヘッドが視野の邪魔になることなく大きなワーキングスペースを作ることができ、心拍や呼吸性変動の影響を受けることなく全ての操作を行うことができました。血管吻合の出来具合や所用時間は外科用ルーペを用いた場合と同様でありました。MMBSにおいては手術している部位を術者と助手が同一モニターを見ながら、頭を上げた状態で楽な姿勢で手術を行うことができ、レンズの倍率を速やかに調整することができ、弱拡大から強拡大の視野まで速やかに対応することができることから、いままで外科用ルーペを用いていた手技は従来の方法と遜色なく行うことができました。

実験 2（実現可能性試験）：

ブタの体内の、今までは高拡大率のルーペや顕微鏡を用いて行っていた胸部並びに腹部の細い血管(直径1.5mm)の吻合をMMBSにて行いました。胸部手術においては心臓バイパス手術で使用している内経動脈の吻合、腹部においては左肝動脈の吻合を行いました。結果は、すべての血管をMMBSにて吻合することができました。吻合後の血管内や組織の血流をICGとよばれる蛍光色素を用いてモニター上でオーバーレイすることにより確

認することができました。腹部および胸部血管外科手術にも対応可能であることを示すことができました。

実験3（新しい肝臓移植方法への挑戦）：

ブタを用いて、この装置を用いた新しい肝移植方法を試行しました。移植する肝グラフトをドナーの体内で採取直後からカテーテルを挿入して、体外で温かい血液を用いて移植直前まで灌流することにより移植肝の状態を改善させる方法です。血管内へカテーテルを入れたり、血管をつなぎ合わせたりする操作も含めて全てMMBSにて行うことができました。灌流中においても移植肝の組織血流をICGにより確認することができました。

【今後の展開】

術野を直接見るために首を傾けて使う外科ルーペや従来型の顕微鏡の代わりに開発した新しい装置を使用したMMBSにより、種々の手術操作を安全に行うことが可能でした。MMBSによる手術方法は首を伸ばした状態でモニターを見ながら行うことができるため、手術時の外科医の身体的負担を軽減することができます。また、同一のモニターによって皆で手術操作を確認することができるため、外科技術の伝承・教育に有用です。さらに、血流や腫瘍の正確な位置を確認しながら手術を行うことができるため、外科手術自体の安全性の向上に貢献することが期待されます。

この研究はAMEDの医工連携事業化推進事業の「安全なマイクロサージェリーを提供する小型3Dビデオ蛍光顕微鏡の事業化・海外展開」(2017-19)の支援を受けて実施されました。

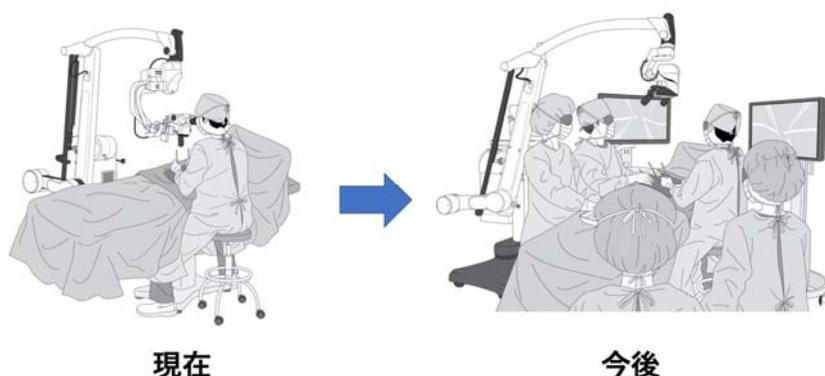


図1. 「現在」は従来の顕微鏡を用いた手術方法。「今後」はマイクロ・マクロポードレス手術(MMBS)を用いたヘッドアップ（頭を上げた状態）で行う手術



図 2. MMBS の手術風景

【掲載論文】

雑誌名：PLOS ONE

論文名：Micro- and macro-borderless surgery using a newly developed high-resolution (4K) three-dimensional video system

(新規高精細 3D-4K ビデオ顕微鏡を用いたマイクロ・マクロボーダレス手術)

著者名：Shintaro Yagi, Takashi Ito, Hisaya Shirai, Siyuan Yao, Yuki Masano, Eri Ogawa, Ryosuke Gabata, Shinji Uemoto, Eiji Kobayashi*

(八木真太郎, 伊藤孝司, 白井久也, 姚 思遠, 政野裕紀, 小川絵里, 蒲田亮介, 上本伸二, 小林英司)

掲載日時：2021 年 5 月 12 日 14 時 (米国東部標準時間) にオンライン版に掲載

論文へのリンク：<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0250559>

【用語解説】

※1 国際実験マイクロサージャリー学会

<http://www.myisem.org/>

※2 文部科学省課題解決型高度医療人材養成プログラム「国内初の、肝臓移植を担う高度医療人養成(六大学連携プログラム:SNUC-LT)」

<https://snuclthp.kuh.kumamoto-u.ac.jp/>

※3 吻合

縫い合わせること。

※4 剥離

手術で臓器とまわりの組織を分けること。

【本件に関するお問い合わせ先】

■研究内容に関すること

金沢大学肝胆膵・移植外科 教授

八木 真太郎

TEL : 076-265-2362

E-mail : yagi@med.kanazawa-u.ac.jp

■製品に関すること

三鷹光器株式会社

中村 勝之

TEL : 0422-49-1491 FAX :0422-49-1117

E-mail : m_salse@mitakakohki.co.jp

■広報担当

金沢大学医薬保健系事務部総務課総務係

堺 淳

TEL : 076-265-2109

E-mail : t-isomu@adm.kanazawa-u.ac.jp