厚生労働科学研究費補助金（政策科学総合研究事業（臨床研究等ICT基盤構築・人口知能実装研究事業））
総合研究報告書

医療安全の確保に向けた手術動画の記録および解析におけるAI活用の有用性の実証

研究代表者　梶田　大樹　慶應義塾大学医学部特任助教

研究要旨
　Open surgery を多視点で撮影し、手術動画を AI によって自動編集・解析することで、医療安全の確保につながることが期待される。本研究では、多視点動画を自動編集する手術全録画 AI の有用性を示し、手術映像解析 AI の要素技術として術具や手術工程を判別する AI を開発した。手術映像解析 AI の有用性について、ユーザーから前向きな評価を得た。

研究分担者　斎藤　英雄　慶應義塾大学
理工学部教授

A．研究目的
　厚生労働行政の課題として、安全・安心な医療の提供が挙げられる。医療安全管理体制の向上に寄与するAIは、医療事故の防止に役立つことは当然として、一定の割合で必ず起きる人為的なミスの発生に備え、科学的な医療事故調査が実施できる体制を確立することにも有用なことが重要と考えられる。特に手術に関しては、第三者の事後検証が実施できるように、カルテの記録やインシデント・アクシデントレポートのみならず、術中の映像を残し、調査の対象に含められることが望ましい。撮影・録画・保存された手術動画が、術中事故の原因分析や、患者への情報提供に活用されることよって、医療機関の安全管理面において有用な場合は多い。特に医療安全の確保を目的に、常に発生しうる医療事故に備える場合、手術の全件録画・全録画が望ましいとされるが、実際の現場には多くの課題がある（表1）。

表1. 医療機関で手術を録画されない理由
・角度的に術野全体を録画することができない
・開腹手術は撮影が困難
・無影灯や天井から吊したビデオカメラでは、カメラ目線と術者の目線が異なるため、手術内容の細部まで明瞭に映し出せない
・術野モニターのセッティングが困難なため
・整理･保管に時間と労力を要するため
・手間がかかる

　ICTインフラの面では、内視鏡や顕微鏡が使用されない限り、手術動画の録画・保存のために必要かつ利便性の高い機器は開発されていないという問題がある。特に、開腹手術に限らず、外科医が直視下に行う手術（open surgery）においては、手術室のスタッフがわざわざカメラを細かく調整する必要があるうえ、術中にはカメラと術野の間に外科医の頭や体が入り込むため、術野の撮影は困難であり、全録画など不可能であった。
　本研究の研究代表者・研究分担者らは、この課題を解決するために、AMED 事業を通じて「マルチカメラ搭載型無影灯」（図１）を開発し、スタッフが撮影を意識せずとも、open surgeryの全録画が可能であることを実証した。

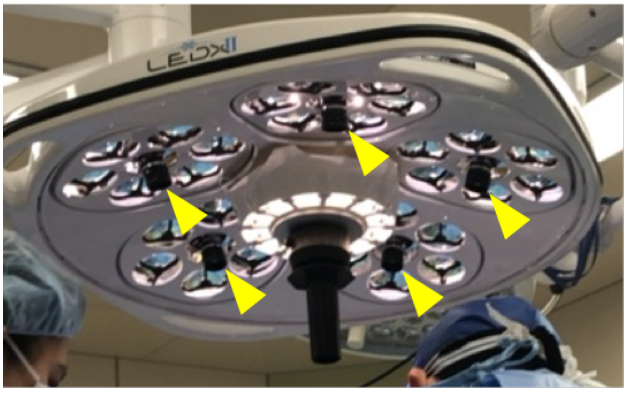

**図１　マルチカメラ搭載型無影灯
（プロトタイプ１号機）**

　本研究の目的は、マルチカメラ搭載型無影灯によるAIを活用した手術の全自動録画（手術全録画AI）およびAIによる手術映像の解析が、医療の質や安全の向上に有用であるとするエビデンスを確立することである。

B．研究方法
　令和２・３年度には、手術全録画AIの有用性の実証研究、手術映像データ収集、手術映像解析AIの開発に取り組んだ。令和４年度には、手術映像データ収集、手術映像解析AIの開発、手術映像解析AIの有用性の実証研究に取り組んだ。

B－1．手術全録画AIの有用性の実証研究
　従来の撮影手法とマルチカメラ搭載型無影灯で多様な臨床手技の撮影を行い、手術全録画AIの有用性を実証することとした。

B－1－1．実物大人体模型を使用しての検証
　マルチカメラ搭載型無影灯（プロトタイプ2号機）を使用して、実物大の人体模型を対象に、胸腔・腹腔・骨盤腔を術野とする手術シミュレーションの撮影実験を行い、プロトタイプ2号機の従来型のセンターカメラと、周囲4台のカメラにお

いて、模型が映っている時間の割合（捕捉割合）を評価した。

B－1－2．実際の手術での検証

マルチカメラ搭載型無影灯（プロトタイプ1号機）を使用して、実際の手術（乳癌に対する乳房切除術 4件、整形外科手術 2件）の撮影を実施し、捕捉割合を評価した。

また映像の視聴の質（Quality of View: QoV）について、外科医を評価者とした比較も行った。手術は口唇裂に対する口唇形成術とし、全録画AIの比較対象は医療用のウエアラブルカメラ（ナノカム®）とした。ナノカム®は、手術用のルーペに設置できる製品であり、外科医がルーペを通して見ている術野をそのまま映像として記録できる特徴がある。プロトタイプ1号機を用いて撮影された5視点の映像について、手術全録画AIで自動視点切替の処理を施した映像と、ナノカム®で撮影した映像とを時間同期して左右に並べ、映像を20人の外科医に視聴してもらい、QoVについて評価票を用いて評価してもらった。

B－2．手術映像データ収集

マルチカメラ搭載型無影灯（プロトタイプ１号機・４号機）やメガネ型アイトラッカー、ルーペ設置型の術野カメラを使用して、手術の撮影を実施した。

B－3．手術映像解析AIの開発

手術映像解析AIとして、令和２年度には持針器・剪刀の識別AIと術野の被注視領域・被注視点予測AIの開発に取り組んだ。令和３年度には術具の識別AI開発のためとデータセット作成と一人称視点映像の特徴を学習したカメラ選択AIの開発に取り組んだ。術野の被注視領域・被注視点予測AIを活用して手術動画の視聴支援システムを開発し、その有用性の実証に取り組んだ。令和４年度には術具の識別AIと手術工程判別AIの開発に取り組んだ。

B－3－1．持針器・剪刀の識別AIの開発

AIが手術中に使用されている術具を正しく識別できれば、手術の進捗管理などの応用に活用できる。しかし手術中には術具の先端は患者の組織に隠れ、また手で把持された部位も見えなくなる課題があり、単純な物体検出のモデルでは安定した精度を発揮できないことが懸念された。またopen surgeryにおいて使用される術具には、持針器と剪刀など、形状は似ているものの役割が異なるものが存在することも、術具の識別を行う上での課題と考えられた。そこで本研究では、持針器と剪刀を扱う際の外科医の手の動きに特徴があることを見出し、手の動きを加味した学習を行うこととした。

B－3－2．術野の被注視領域・被注視点予測AIの開発

手術動画に映る領域のうち、重要な部分をAIが検出できれば、人に注意を促すなどの応用に活用できる。人にとって重要な領域には視線が集まるため、本研究ではメガネ型アイトラッカーで得られた外科医の一人称視点の映像において、外科医が注視している領域の画像的な特徴を学習することで、術野の重要な領域を推定するAIを開発した。

B－3－3．術具の識別AI開発に向けたデータセットの作成

AIが手術中に使用されている術具を正しく識別できれば、手術の進捗管理などの応用に活用できる。Open surgeryでは非常に多くの種類の術具が用いられるため、AI研究が先行している内視鏡外科領域や眼科領域と比較して、AIが術具を正しく識別する難易度が高い。Open surgeryにおける術具の判別の課題に取り組むにあたり、公開されたデータセットは存在しないため、研究代表者・研究分担者らは形成外科手術の動画に映る術具を矩形で囲むアノテーションを行い、オリジナルのデータセットを作成した。

B－3－4．一人称視点映像の特徴を学習したカメラ選択AIの開発

従来の手術全録画AIは人による術野のアノテーションが施された手術動画を学習したモデルに基づいており、学習データに含まれない手術については自動視点切替が良好に動作しない懸念があった。新たな領域の手術動画を学習するに際し、人がアノテーションを行うには甚大な労力が必要である。アノテーションを行わずにAIの学習が可能となるように、一人称視点映像の特徴をvariational autoencoder (VAE)によって学習して再現する自己教師あり学習の手法を開発した。この手法で作成されたカメラ選択AIに、一人称視点映像カメラ（Tobii）とマルチカメラ搭載型無影灯を同時に使用した手術の動画を学習させ、カメラ選択の精度を評価した。

B－3－5．手術動画の視聴支援システムの有用性の評価

令和２年度にメガネ型アイトラッカーで得られた外科医の一人称視点の映像において、外科医が注視している領域の画像的な特徴を学習し、術野映像のうち外科医が注視する可能性が大きい領域を予測するモデルを作成した。このモデルを利用して手術動画の自動拡大・自動要約を可能とした視聴支援システムについて、17人の外科医からの評価を得た。

B－3－6．術具の識別AIの開発

令和３年度に作成した、15の手術動画から得た19,000の画像について、31種類の術具を矩形で囲うアノテーションを施した術具のデータセットを用いて、術具の識別AIを開発した。大規模なopen surgeryのデータセットを使用した物体検出に取り組んだ先行研究は無いため、異なるバックボーンを持つ 2 つのよく知られた物体検出モデルであるFaster R-CNN と RetinaNet を用いて再学習を行い、精度について検討した。

B－3－7．手術工程判別AIの開発

ルーペ設置型の術野カメラで撮影された15の形成外科手術について、open surgeryの手術工程を「デザイン、局所麻酔、切開、剥離、閉創、止血」の6種に分けてアノテーションを行った。その際に使用されている7種の術具（バイポーラ、剪刀、スキンマーカ、シリンジ、メス、電気メス、針糸）についてもアノテーションを加えた。

このデータセットについて、術具の有無を推定し参考にしつつ、工程を判別するAIを開発した。

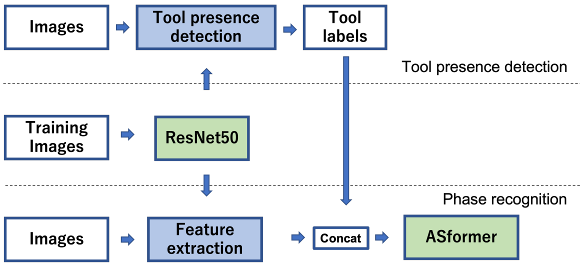

図２　工程判別ＡＩの構成

このとき、手術工程は強いデータ不均衡を持つため、Importance Balanced Loss と Focal Loss を導入した。また視覚特徴抽出器として用いるResNet50 モデルは工程と術具の分類を行うマルチタスク学習となるため、これらの重みを調節するAutomatic Weighted Loss を導入した。

Ｂ−４．手術映像解析AIの有用性の実証研究

令和２年度から令和４年度に開発した手術映像解析AIについて、ユーザーテストを行った。AIによる処理を行わない場合の映像と、処理結果を表示した場合の映像を被験者に視聴してもらい、システムの有用性について5段階で評価してもらった。また自由回答でコメントをもらった。

（倫理面への配慮）

本研究における手術の撮影およびデータの使用は、慶應義塾大学医学部倫理委員会で承認済のプロトコルに従い、患者および代諾者に文書での同意を得たうえで行っている。本研究の実施にあたり、研究対象者のプライバシーには十分に配慮しており、研究対象者に対する不利益や危険性の懸念は無い。

Ｃ．研究結果

Ｃ−１．手術全録画AIの有用性の実証研究

Ｃ−１−１．実物大人体模型を使用しての検証

センターカメラでは、7分19秒の映像のうち4分8秒（56.6%）において、外科医の頭で隠れてしまい、術野は撮影できなかった（捕捉率43.4%）。一方、同時に撮影された周囲4台のカメラの映像では、4台すべてで術野が見えなかったのは21秒間（4.8%）のみであり、手術全録画AIは的確に術野が映ったカメラ映像を選択し、捕捉率は95.2%であった（図３）。

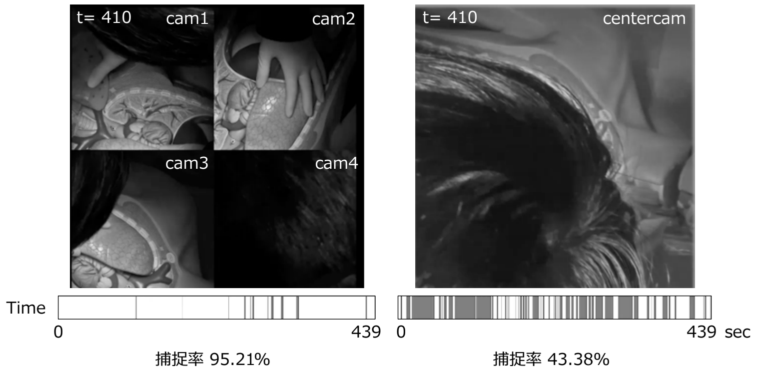

図３　マルチカメラ（左）とセンターカメラ（右）の同時刻の映像の比較

Ｃ−１−２．実際の手術での検証

乳腺外科の手術において、5視点の映像について、カメラが1台の場合の捕捉率は、4手術（計20動画）の平均で79.6（±18.9）%、最低値は30.6%、4手術それぞれにおける最低値（5視点のうち最も術野が映らなかったカメラ）の平均は52.95%であった。一方、手術全録画AIによる切替映像では、4手術の平均で95.6（±6.6）%、最低値は86.0%であった（表２）。

表２　各カメラと全録画AIの捕捉率

	cam1	cam2	cam3	cam4	cam5	Average ± 1 SD	全録画AI
Surgery 1	**30.6**	83.6	94.4	86.8	71.1	73.3 ±22.6	86.0
Surgery 2	**60.4**	63.8	100.0	96.6	93.0	82.8 ±17.0	99.8
Surgery 3	92.8	100.0	85.9	74.8	**68.8**	84.5 ±11.4	99.6
Surgery 4	92.8	**52.0**	92.8	97.8	54.3	77.9 ±20.3	97.6
Mean ± 1 SD	79.6 ±18.9						95.6 ±6.6

同様に整形外科の手術において、5視点の映像について、カメラが1台の場合の捕捉率の平均は79.5%、2件の手術における最低値（5視点のうち最も術野が映らなかったカメラ）はそれぞれ70.6%, 51.2%であった。一方、手術全録画AIによる切替映像では、2手術の平均で96.4%であった。

また外科医によるQoVの評価では、手術全録画AIが作成した映像は、統計学的にナノカム®に劣らない点数を得た。特にStability（映像の安定性）、Line of Sight（術野が動画の中心に映っているか）の評価項目では有意に優れていた。

Ｃ−２．手術映像データ収集

令和２年７月から令和５年３月までに、168件の手術の動画撮影を実施し、本研究以前の令和2年6月までの手術も含め、動画を研究に利用可能な手術の総数を214件（うち136件でマルチカメラを使用、100件でメガネ型アイトラッカーを使用）とした。

Ｃ−３．手術映像解析AIの開発

Ｃ−３−１．持針器・剪刀の識別AIの開発

単純に手術動画の各フレームの画像を対象に、代表的な物体検出のアルゴリズムであるFaster R-CNNを用いて術具の検出を行うと、持針器と剪刀の分類の精度は62.1%にとどまった。これに対し、手の動きを加味した学習を行うことで、精度は89.5%まで向上した。なおフレームに映る手の画像のみを用いた場合の精度は53.1%であり、手の動きを用いることで、術具の識別の精度が向上することが示された。

Ｃ−３−２．術野の被注視領域・被注視点予測AIの開発

メガネ型アイトラッカーで得られた注視点を中心とする領域をGrand truthとして学習を施したモデルにおいて、実際の被注視点を含む被注視領域を推定することが可能であった。この推定領域を利用して、手術動画の自動拡大を可能とした。

また、映像に映る外科医の手の領域と被注視点の位置関係を学習したモデルを作成し、手の検出結果をもとに被注視点を予測するモデルも作成した。

C－3－3．術具の識別AI開発に向けたデータセットの作成

15の手術動画から得た19,000の画像について、31種類の術具を矩形で囲うアノテーションを施したデータセットを作成した。これは手術動画の術具検出に関するデータセットとしては世界的にも最大規模のものである。またopen surgeryを対象としたデータセットは非常に貴重であり、今後のAI開発を大きく加速させることが期待される。

C－3－4．一人称視点映像の特徴を学習したカメラ選択AIの開発

同じ手術の別のシーンの動画でのテストで84.5%、別の手術の動画で79.7%の適合率で正しい視点のカメラを選択することができた。従来の教師あり学習によって視点選択を行うAIでは、学習データに含まれない手術の動画を対象とした適合率は76.7%に留まっていたのに対し、本手法では人手でのアノテーションが不要であるにも関わらず、高い精度が得られた。

C－3－5．手術動画の視聴支援システムの有用性の評価

外科医に自動要約の有無と、自動拡大（アイトラッカーの計測点およびAIの推定領域のいずれかに向かう拡大）の有無で動画を比較してもらったところ、手術場面の視認性、術野の視認性、外科手技の視認性、再生速度の適切さ、術野の映る大きさ、動画視聴の効率性の項目において、AIによる自動拡大・自動要約が施された動画が最も優れた評価を得た。

C－3－6．術具の識別AIの開発

ResNet-X101 をバックボーンとしたFaster R-CNNで最も良い精度が得られ、バリデーションデータで51.3%、テストデータで29.7%の値であった。テストデータで高い精度が得られた術具は開口器（73.7%）、竹串（77.3%）、メス（64.0%）、剥離子（60.9%）、電気メス（58.4%）、鑷子（58.1%）などであった。一方で精度が振るわなかったものとして、鉗子（8.9%）、筋鉤（12.6%）、ガーゼ（18.5%）などが挙げられた。全体の精度としては、データセット内で登場頻度が小さい稀な術具の精度が伸びないために、3割に満たない精度となってしまった。稀でないが精度が優れなかった術具の特徴としては、鉗子やガーゼのように変形する物、筋鉤のように同じ名称の術具の中に大きさ・形状などのバリエーションが大きい物が見られた。

C－3－7．手術工程判別AIの開発

15本の動画を12本のトレーニングデータと3本のテストデータに分割し学習したところ、既存手法（TeCNO）では63.3%の精度が得られ、提案手法では77.6%の精度が得られた。

図４に１つの手術動画における判別結果を示す。既存手法（TeCNO）では、正解の上段に対して、ところどころで誤った判別が行われている。一方で提案手法では誤りの回数が低減していることが分かる。

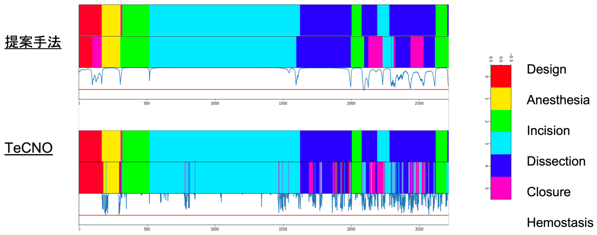

図４　手術工程の推定結果

C－4．手術映像解析AIの有用性の実証研究

手術室で従事する機会のある12人の医療スタッフから回答が得られた。「このシステムを実際に使ってみたい」という質問については、平均4.5の回答が得られた。自由回答については、「画面の切り替えが多いと疲れやすい」、「手で術野が隠れるとわかりにくい」、「術野がフレームアウトするのが気になる」、「術野が常に画面の中央にあるとよい」、「術者と同じ側からの視野だとよい」、「術野にもっとズームインした方がよい」などの回答が得られた。

D．考察

実際の手術での検証では、乳房・顔面・整形外科の手術において、手術全録画AIを備えたマルチカメラ搭載型無影灯の有用性が示された。また実物大人体模型を使用しての検証を通じて、骨盤腔などの深い術野でも撮影が実施できる可能性が示された。今後は、実際の体腔内の手術においても、手術全録画AIの有用性の実証が求められる。

また手術映像解析AIの開発において、正解ラベル付きの大規模なデータセットを作成できたことの意義は非常に大きい。Open surgeryでは内視鏡手術やロボット手術と比べ多種多様の術具が登場するため、術具の識別のタスクの難易度が非常に大きいことが確認された。今後は、稀な術具や変形する術具に対する検出の精度を向上させることが課題となる。形態の類似した術具を正しく判別したり、映像において重要な領域を推定したりする技術は、外科医の行動を判別し、自動的に手術工程の認識と分解、構造化を行うAIの要素技術として用いられる可能性がある。

手術工程の判別のタスクにおいては、既存の手術工程を推定するモデルは内視鏡手術を対象としたものであり、open surgeryの手術工程の推定では高い精度が得られないことが確認された。そこで我々は一般の行動分類タスクに特化した Transformer ベースのモデルであるASFormerを用いることで高い精度を得ることに成功した。今後は判別結果を利用して医療安全の向上に寄与するような仕組みを組み立てることについて検討していきたい。

手術映像解析AIの有用性について、今回の事業の中ではエビデンスを創出するまでには至らなかった。これはユーザテストで得られた回答を見て分かるように、現時点ではopen surgeryの映像記録自体が難しく、表示される映像の質が十分なものではないと評価されていることに要因があると考えられる。手術映像解析AIが十分に役割を果たすためには、まずはその素材となる手術映像自体が確実に記録されることが必要である。マルチカメラ搭載型無影灯のような撮影機材が広く社会実

装され、さらに表示される映像の質がさらに向上することが期待されている。
そもそもopen surgeryは撮影が困難でデータが集められないため、AI開発の報告は世界的にもほとんど見られない。本研究グループでは、世界で唯一であるopen surgeryの多視点全録画データの活用が可能であり、引き続き世界に先駆けたAI開発が継続されることが期待される。

E．結論
本研究を通じてopen surgeryの手術動画を対象とするAI開発の礎を築いた。そもそもopen surgeryは撮影が困難でデータが集められないため、AI開発の報告はほとんどない。本研究グループでは、世界で唯一であるopen surgeryの多視点全録画データの活用が可能であり、引き続き世界を先導するAI開発に邁進していきたい。昨今のAI技術の発展は目覚ましいものがあり、AIが医療安全の確保に貢献する日が到来するのは遠くないものと期待される。

F．健康危険情報
なし

G．研究発表
1. 論文発表

1) R Hachiuma, T Shimizu, H Saito, H Kajita, Y Takatsume : Deep Selection: A Fully Supervised Camera Selection Network for Surgery Recordings. Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention – MICCAI 2020 2020年；12263(3)：419－428
2) K Yoshida, R Hachiuma, J Pan, H Kajita, T Hayashida, M Sugimoto: Learning Gaze for AI Based Spatial Video Editing in Egocentric Surgical Videos. Proceedings of the 16th Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS2020) 2020年； 62 - 63
3) H Tomita, K Yoshida, R Hachiuma, H Kajita, T Hayashida, N Ienaga, M Sugimoto: Predicting Gaze of Surgeon by Hand Regions in First-Person Surgical Video. Proceedings of the 16th Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS2020) 2020年； 64 - 65
4) Y Itabashi, F Nakamura, H Kajita, H Saito, M Sugimoto: Smart Surgical Light: Identification of Surgical Field States Using Time of Flight Sensors. Proceedings of the 16th Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS2020) 2020年； 122 – 123
5) T Shimizu, RHachiuma, H Kajita, Y Takatsume, H Saito: Hand Motion-Aware Surgical Tool Localization and Classification from an Egocentric Camera. Journal of Imaging 2021年；7(2)：15
6) Yuki Saito, Ryo Hachiuma, Hideo Saito, Hiroki Kajita, Yoshifumi Takatsume, Tetsu Hayashida. Camera Selection for Occlusion-Less Surgery Recording via Training with an Egocentric Camera. IEEE Access 2021年； 9：138307-138322
7) Yuta Itabashi, Fumihiko Nakamura, Hiroki Kajita, Hideo Saito, Maki Sugimoto. Smart Surgical Light: Identification of Surgical Field States Using Time of Flight Sensors. Journal of Medical Robotics Research 2021年；Online Reaady
8) Keitaro Yoshida, Ryo Hachiuma, Hisako Tomita, Jingjing Pan, Kris Kitani, Hiroki Kajita, Tetsu Hayashida, Maki Sugimoto. Spatiotemporal Video Highlight by Neural Network Considering Gaze and Hands of Surgeon in Egocentric Surgical Videos. Journal of Medical Robotics Research 2021年；Online Reaady
9) 梶田大樹: Open surgeryにおける術野撮影と深層学習の利用. 日本コンピュータ外科学会誌 2021年；23(2)：59 – 64
10) 斎藤英雄: AIを活用した手術動画の記録と解析. 電波技術協会報 FORN 2021年；340：22 - 25
11) 杉本麻樹, 梶田大樹, 林田哲, 北川雄光: 手術映像におけるAIによる時間的・空間的推定技術の確立と応用. 臨床雑誌外科 2021年；83(11)：1166 - 1170
12) 高詰佳史, 梶田大樹, 岡部圭介, 飯田千絵: 手術動画は患者サービスの質的向上に貢献するか. 医療の広場 2021年；61(12)：9 - 12
13) 藤井亮輔, 梶田大樹, 高詰佳史, 青木義満: 複数術野視点映像を用いた機械学習による外科手術工程の自動分類. 第40回日本医用画像工学会大会予稿集 2021年；499 - 502
14) 梶田大樹, 斎藤英雄: 医療安全視点からのマルチカメラ搭載無影灯とAIを活用した手術映像記録の意義. 月刊新医療 2022年；49(2)：34 - 37
15) Taichi Kobayashi, Hiroki Kajita, Yoshifumi Takatsume, Yoshimitsu Aoki. Removing irrelevant frames in plastic surgery videos using semi-supervised learning combined with optical flow. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery 2022年；17：S128-S129
16) Ryosuke Fujii, Hiroki Kajita, Yoshifumi Takatsume, Taichi Kobayashi, Yoshimitsu Aoki. Machine-learning classification of surgical procedures using multiple views of surgical fields. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery 2022年；17：S131-S132
17) Haowen Hu, Ryo Hachiuma, Hideo Saito, Yoshifumi Takatsume, Hiroki Kajita. Multi-Camera Multi-Person Tracking and Re-Identification in an Operating Room. Journal of Imaging 2022年；8；219
18) Ryo Fujii, Ryo Hachiuma, Hiroki Kajita, Hideo Saito. Surgical Tool Detection

in Open Surgery Videos. Applied Sciences 2022年；12；10473
19) Mana Masuda, Hideo Saito, Yoshifumi Takatsume, Hiroki Kajita. Novel View Synthesis for Unseen Surgery Recordings. Proceedings of the 18th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications 2022年；5；944-949
20) 冨田寿子, 家永直人, 梶田大樹, 林田 哲, 杉本麻樹: 体内組織の識別による手術工程の解析. 日本コンピュータ外科学会誌 2022年；24(2)：137
21) 尾林美月, 森尚平, 斎藤英雄, 梶田大樹, 高詰佳史: 多視点手術動画からの術野の 3 次元構造推定 ―Open surgery の自由視点視聴に向けて―. 日本コンピュータ外科学会誌 2022年；24(2)：137
22) Mizuki Obayashi, Shohei Mori, Hideo Saito, Hiroki Kajita, Yoshifumi Takatsume：Multi-View Surgical Camera Calibration with None-Feature-Rich Video Frames: Toward 3D Surgery Playback. Applied Sciences 2023年；13(4)：2447

2. 学会発表
1) 梶田 大樹, 高詰 佳史, 岡部 圭介, 坂本 好昭, 玉田 一敬, 加藤 達也, 酒井 成貴, 鈴木 悠史, 鎌田 将史, 飯田 千絵, 今西 宣晶, 貴志 和生：手術動画アーカイビングの現状. 第41回慶應義塾大学形成外科 同門会学術集会 2020年7月4日；東京
2) 梶田 大樹, 高詰 佳史, 斎藤 英雄, 杉本 麻樹, 加藤 達也, 坂本 好昭, 岡部 圭介, 貴志 和生：形成外科で期待される「AIを用いた医療技術の革新」に向けた取り組み【手術動画編】：第63回日本形成外科学会総会・学術集会 2020年8月27日；オンライン
3) R Hachiuma, T Shimizu, H Saito, H Kajita, Y Takatsume：Deep Selection: A Fully Supervised Camera Selection Network for Surgery Recordings. the 23rd International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention – MICCAI 2020 2020年10月7日；オンライン
4) 飯田 千絵, 梶田 大樹, 鎌田 将史, 高詰 佳史, 岡部 圭介, 清水 友博, 八馬 遼, 斎藤 英雄, 貴志 和生：手術動画の視聴における多視点固定カメラの切替映像と執刀医視点映像のQoV (quality of view)の比較検討：第29回日本形成外科学会基礎学術集会 2020年10月8日；横浜
6) 梶田 大樹, 坂本 好昭, 貴志 和生：「見えない」ものを「見る」ための取り組み - 新技術の研究開発に携わって：第38回日本頭蓋顎顔面外科学会学術集会 2020年11月12日；東京
7) K Yoshida, R Hachiuma, J Pan, H Kajita, T Hayashida, M Sugimoto: Learning Gaze for AI Based Spatial Video Editing in Egocentric Surgical Videos. the 16th Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS2020) 2020年11月27日；オンライン
8) H Tomita, K Yoshida, R Hachiuma, H Kajita, T Hayashida, N Ienaga, M Sugimoto: Predicting Gaze of Surgeon by Hand Regions in First-Person Surgical Video. the 16th Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS2020) 2020年11月27日；オンライン
9) Y Itabashi, F Nakamura, H Kajita, H Saito, M Sugimoto: Smart Surgical Light: Identification of Surgical Field States Using Time of Flight Sensors. the 16th Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS2020) 2020年年11月27日；オンライン
10) C Iida, H Kajita, Y Takatsume, K Okabe, T Shimizu, K Oishi, H Saito, K Kishi: Comparison of Quality-of-View between Overhead Multi-View Camera System and Head Mounted Cameras Recording Surgery Video. virtual Plastic Surgery The Meeting (vPSTM) 2020 2020年10月16日；オンライン
11) 下野綾乃, 吉田啓太郎, 八馬遼, Jingjing Pan, 杉本麻樹, 梶田大樹, 林田哲, 貴志和生：形成外科手術における機械学習を用いた執刀医視点動画の自動拡大. 第64回日本形成外科学会総会・学術集会 2021年4月16日；東京（オンライン）
12) 梶田大樹, 高詰佳史, 鎌田将史, 玉田一敬, 佐久間恒, 杉本麻樹, 斎藤英雄, 貴志和生：すべての手術を知的コンテンツとして活用するために. 第64回日本形成外科学会総会・学術集会 2021年4月16日；東京（オンライン）
13) 鎌田将史, 梶田大樹, 玉田一敬, 岡部圭介, 矢澤真樹, 加藤達也, 高詰佳史, 貴志和生：新たな手術教育手法の提案 手術動画視聴者の視線及び解説音声情報を用いて習熟度を定量的に評価する試み. 第64回日本形成外科学会総会・学術集会 2021年4月16日；東京（オンライン）
14) 梶田大樹, 高詰佳史, 斎藤英雄, 杉本麻樹：マルチカメラ搭載型無影灯と AI 活用による open surgery の映像記録への取り組み. 第7回日本医療安全学会学術総会 2021年5月29日；オンライン
15) 藤井亮輔, 梶田大樹, 高詰佳史, 青木義満：複数術野視点映像を用いた機械学習による外科手術工程の自動分類. 第40回日本医用画像工学会大会 2021年10月15日；東京
16) Hiroki Kajita: Clinical application of new imaging technologies in the field of plastic and reconstructive surgery. The 17th Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS 2021) 2021年12月10日；オンライン
17) 梶田大樹, 高詰佳史, 杉本真樹, 斎藤英雄, 貴志和生: 手術動画の撮影と編集における基本、工夫、研究開発. 第27回日本形成外

科手術手技学会 2022年2月19日；千葉（オンライン）

18) 高詰佳史, 梶田大樹, 今西宣晶: 写真測量技術を活用した３D解剖学教材の可能性. 第127回日本解剖学会総会・全国学術集会 2022年3月27日；オンライン
19) 梶田大樹, 高詰佳史, 斎藤英雄, 貴志和生：無影灯マルチカメラにおけるHDRカメラの適用. 第65回日本形成外科学会総会・学術集会 2022年4月20日；大阪（オンライン）
20) 土佐泰祥, 梶田大樹, 高詰佳史, 貴志和生：顔面領域における拡張現実(AR)、複合現実(MR)の応用と今後の展望. 第65回日本形成外科学会総会・学術集会 2022年4月22日；大阪（オンライン）
21) 冨田寿子, 家永直人, 梶田大樹, 林田哲, 杉本麻樹：体内組織の識別による手術工程と熟練度の解析. 第31回日本コンピュータ外科学会大会 2022年6月10日；東京
22) 尾林美月, 森 尚平, 斎藤英雄, 梶田大樹, 高詰佳史：多視点手術動画からの術野の3次元構造推定 ―Open surgery の自由視点視聴に向けて―. 第31回日本コンピュータ外科学会大会 2022年6月10日；東京
23) Taichi Kobayashi, Hiroki Kajita, Yoshifumi Takatsume, Yoshimitu Aoki : Removing irrelevant frames in plastic surgery videos using semi-supervised learning combined with optical flow. CARS 2022 Computer Assisted Radiology and Surgery 2022年6月9日；東京
24) Ryosuke Fujii, Hiroki Kajita, Yoshifumi Takatsume, Yoshimitsu Aoki: Machine-learning classification of surgical procedures using multiple views of surgical fields. CARS 2022 Computer Assisted Radiology and Surgery 2022年6月9日；東京
25) 尾林美月, 森尚平, 斎藤英雄, 梶田大樹, 高詰佳史: 多視点手術動画からの術野の3次元構造推定. 第25回 画像の認識・理解シンポジウム 2022年7月28日；兵庫（オンライン）
26) Mana Masuda, Hideo Saito, Yoshifumi Takatsume, Hiroki Kajita : Novel View Synthesis for Surgical Recording. Deep Generative Models for Medical Image Computing and Computer Assisted Interventions Workshop 2022 2022年9月22日；シンガポール（オンライン）
27) 小林太一, 梶田大樹, 高詰佳史, 青木義満：術具情報を考慮した形成外科手術における自動工程分類. DIA2023 -動的画像処理実利用化ワークショップ2023 2023年3月3日；栃木

H．知的財産権の出願・登録状況
（予定を含む。）

1. 特許取得
なし

2. 実用新案登録
なし

3.その他
なし