


平成27年度 日本大学理事長特別研究(第2期)実績報告書

研究プロジェクト名

8K映像技術による世界最先端の革新的医療開拓のための
臨床応用評価および実用化連携 **-8Kプロジェクト-**

研究の主体となる部科校	研究代表者			プロジェクトへの参加者数
	所属部科校	職名	氏名	
総合科学研究所	総合科学研究所	教授	千葉 敏雄 	10名

研究プロジェクトへの参加者の概要

所属・職名	参加者名	研究プロジェクトにおいて果たす役割	エフォート (%)	H27科研費申請の有無
総合科学研究所・教授	千葉 敏雄	研究プロジェクトの統括、学外の企業群との連携協力	30	○代表者
医学部消化器外科学・教授	高山 忠利	消化器外科領域における8K内視鏡の医学的ニーズの探索および臨床評価	10	○代表者
医学部産科・婦人科学・教授	山本 樹生	産科・婦人科領域における8K内視鏡の医学的ニーズの探索および臨床評価	10	○代表者
工学部・電気電子工学科・教授	酒谷 薫	8K内視鏡システムにおける光学系評価および性能改善	10	○代表者
医学部消化器外科学・専任講師	中山 壽之	消化器外科領域における8K内視鏡の医学的ニーズの探索および臨床評価	10	○代表者
医学部産科・婦人科学・講師	松浦 真彦	産科・婦人科領域における8K内視鏡の医学的ニーズの探索および臨床評価	10	
工学部・電気電子工学科・准教授	村山 嘉延	8K内視鏡システムにおける光学系評価および性能改善	15	○分担者
総合科学研究所・准教授	山下 紘正	要素技術の統合による8K内視鏡システム化、学外の企業群との連携協力	20	○代表者
医学部附属板橋病院臨床工学技士室・主任	松井 孝拓	病院における8K内視鏡システムの運用方法及び操作性向上のための改善	5	
工学部研究事務課・主任	齋藤 義孝	学内の医工連携推進および学外の企業群との連携推進	10	

平成27年度 日本大学理事長特別研究(第2期)実績報告書

1. 当該年度の研究実績の概要

初年度は現在保有している8Kカメラシステムの内視鏡応用における光学特性評価と臨床応用評価, および顕微鏡用途や術野観察用途における評価, そして外科手術支援のための超音波画像の超高解像度化について試みた。

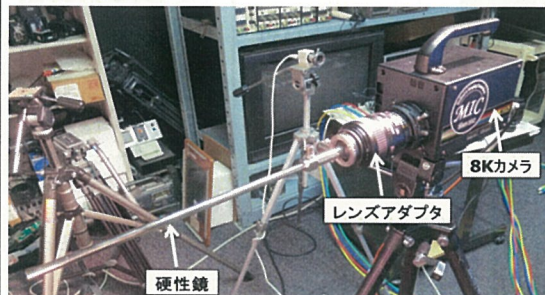
1) 8K内視鏡システムの光学特性評価

硬性鏡と8Kカメラ, レンズアダプタの選択により, 解像度にどの程度影響が及ぶのか, 解像度チャートを用いて比較評価を行った。8K解像度のうち中央部分1/4面積の切り出し画像を4Kモニターに出力し, 画面全体にチャートが映るよう撮影し, 識別可能なチャート上の黒ラインと白ラインの本数を目視で確認した。

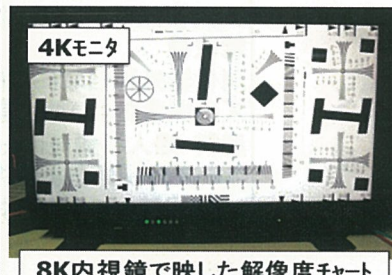
8Kカメラ単体 (AI Nikkor 50mm f/1.2Sレンズを接続) では**限界解像度4320本に近い4000本**を確認できた。

次に外径10mmの硬性鏡を接続し, 3種類のレンズアダプタを介して解像度を計測した結果, AF-S Micro NIKKOR 60mm f/2.8G EDレンズでは**2200本(※1)**, AI Nikkor 50mm f/1.2Sレンズでは**2600本**, AI AF Nikkor 24mm f/2.8Dレンズでは**3600本**を確認できた。

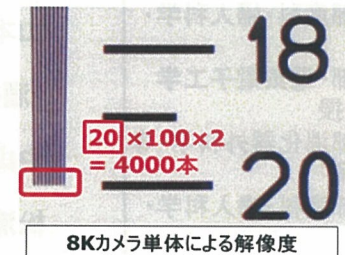
焦点距離が短いほど解像度が高く高画質が得られたが, 視野範囲が狭くなってしまふ。腹腔鏡手術で使用可能な視野範囲が得られるのはせいぜい焦点距離60mmのレンズであるが, 今後最適な光学設計を進める上では視野範囲と高解像度の両立を目指すことが求められる。



8K内視鏡の解像度評価の様子



8K内視鏡で映した解像度チャート



8Kカメラ単体による解像度



8K内視鏡による解像度 ※1

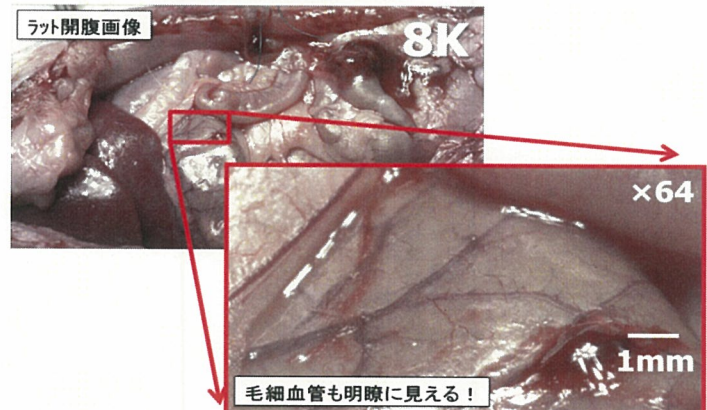
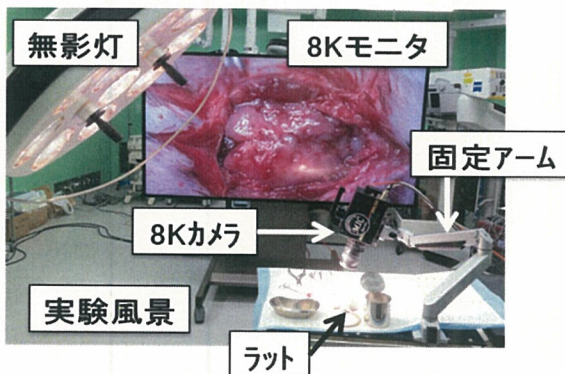
2) 8Kカメラの顕微鏡応用の実用性評価

8Kカメラの手術顕微鏡としての実用性を評価するため, 工学部次世代工学技術研究センターにて, 8Kカメラとマクロレンズを組み合わせ, ラットの開頭および開腹下観察を行った。ベッドサイドに固定可能な多関節アームに8Kカメラを搭載し, マクロレンズ (AF MICRO NIKKOR 60mm 1:2.8D) を取り付けけた状態で, ラット臓器の観察を行った。

無影灯を用いることで, 感度が低い8Kカメラであっても**十分な明るさ**を得ることができ, レンズをF8~11程度まで絞ることで, 内視鏡応用に比べ**シャープで被写界深度が深い8K映像**を得ることができた。

特にラット腹腔臓器の観察においては**4μmほどの大腸表面の毛細血管**まで観察できた。実体顕微鏡の光学系との組み合わせでは拡大率は大きくなるが視野範囲が狭く, 視野の中心と周辺でのピントずれが目立ち, 8Kカメラとマクロレンズの方が高画質・高解像度・広視野という点で優位であると確認できた。

但し現在の8Kカメラは単眼であり2D表示にとどまるため, 今後は8K画像の3D化を重点的に進めていく。



平成27年度 日本大学理事長特別研究(第2期)実績報告書

1. 当該年度の研究実績の概要

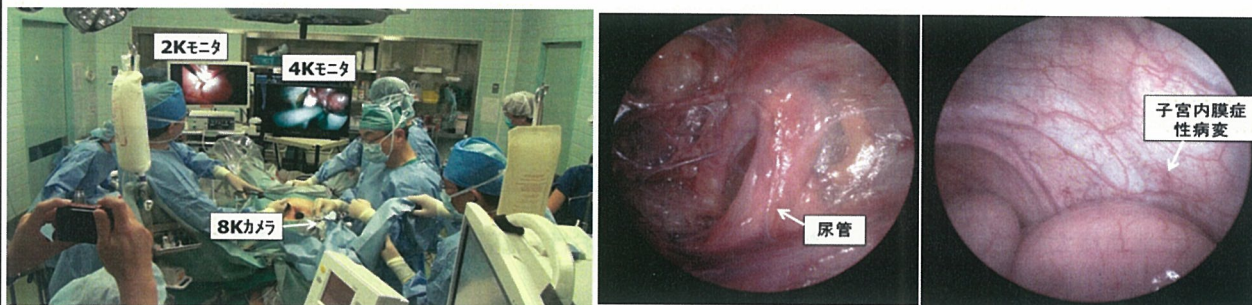
(続き)

3)産科・婦人科領域における8K内視鏡の腹腔鏡下手術応用

子宮内膜症性嚢胞における卵巣嚢胞摘出術、あるいは子宮筋腫における子宮全摘術においては、後腹膜外を走行する尿管の同定に苦慮することがあり、子宮動脈と誤認して尿管を切断してしまう医療事故も報告されている。しかし従来の2Kカメラ画像では子宮動脈と尿管との鑑別が困難である。

そこで超高解像度の8Kカメラを応用することにより子宮動脈と尿管が解剖学的組織構造から鑑別できる可能性につき評価を行った。8Kカメラに斜視鏡を搭載し腹腔鏡として応用し、子宮動脈と尿管の撮影を行なったところ、従来の内視鏡では困難であった尿管の鑑別が8K映像から可能であり、また子宮内膜症性の病変である新生血管らしき部位が確認された。

より高解像度な8K画像が得られれば、手術の安全性向上やごく初期の子宮内膜症の発見にもつながると期待される。



4) 消化器外科領域におけるがん切除手術等への8Kカメラ応用

8Kカメラを用いて開腹手術(膵臓がん切除)で撮影を行った。通常のビデオ撮影と同様に手術台上方から撮影し、手術室でのカメラ機材の取り扱いおよび8K画像の画質を確認した。

機材の搬入はスムーズに行えたが、現在の8Kカメラは電源投入から10~20分間待たねば色調が安定しないことから、撮影開始までに時間を要した。従って、手術準備の早い段階で電源を投入すべきである。また、硬性鏡を接続したところ8Kカメラの感度不足に起因して、无影灯の照明下であっても周辺光量が不足し、8K本来の画質の術野画像を得ることができなかった。一方マクロレンズのみを接続し撮影した場合は逆に明るすぎてしまい、手動による適切な絞り操作が必要であった。

カメラを手持ちする場合、臓器表面の血管等にピントを合わせてもその状態を長時間維持できず、カメラをアーム等に固定しない限りは安定した画質を得にくいという結果となった。

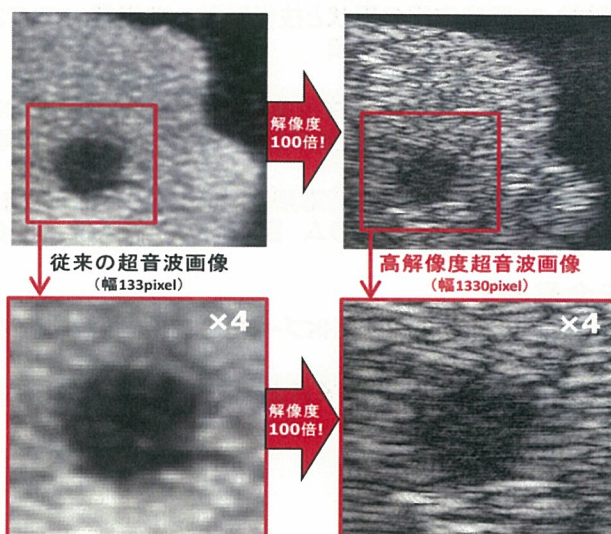
今後の課題としては、カメラの小型軽量とレンズのオートフォーカスや遠隔操作が重要である。

5) 他の領域への応用: 超音波画像の8K高解像度化

現在の超音波画像の解像度は、横の画素数にして1K(1000ピクセル)未満であり、特に体内深部では十分な解像度が得られない。診断のみならず治療に応用する場合には高解像度の超音波画像が必要である。

本研究では、“開口合成法”のアルゴリズムを基に、RF画像補間処理を行い、8Kモニターへの超高解像度超音波画像表示を試みた。従来のエコー信号との最大の違いは、平面波送信による音響強度の低下を補うために複数回の送信により得られたRFエコー信号を平均加算しSN比を向上する点と、微小に角度を変えて送信し得られたRFエコー信号をさらに平均処理する点に有る。

水槽内に沈めたスポンジの超音波画像構築を試みたところ、既存の装置(リアプローブ)を用いた場合と比較して大幅な解像度向上(およそ100倍)を認めた。次年度以降はノイズの除去や画素補間法の改善によりさらなる高画質化と、計算速度の短縮化を目指す。



平成27年度 日本大学理事長特別研究(第2期)実績報告書

2. 現在までの達成度「研究の目的」の達成度について、以下の区分より自己評価を行い、その理由を記述してください。
 <区分>①当初の計画以上に進展している。②概ね順調に進展している。③やや遅れている。④遅れている。

(区分) ② (達成度 30 %)

(理由)

当初の計画通り、下記の研究項目を実施し、プロジェクトの推進のために有益な結果を得たため。

1) 8K内視鏡システム試作機を用いての光学特性評価を行い、硬性鏡、アダプタ、照明等の組み合わせが実際の解像度(8Kモニタ上でどこまで細かい線が視認できるか)にどの程度影響するか評価を行った。また、既存の顕微鏡との接続評価および8Kカメラとマクロレンズの組み合わせによる顕微鏡観察の実用性を検討した。

2) 産科・婦人科領域では尿管や子宮内膜症の観察が容易となることが判明した。消化器外科領域では8Kカメラの固定や焦点・絞りの操作を容易にすることで、がん組織等の病理観察の代わりとなるかどうかの検討を行った。

3) 超音波画像の8K高解像度化を試み、10cmほどの深部画像を従来と比較して大幅な解像度の向上を認めた。

4) 総合科学研究所と各学部間の打合せ・実験は頻繁に行なえたが、全体の研究部会は十分に開催できず、研究進捗状況や成果の共有などが十分ではなかったため、次年度は密な連携により効率的な研究の遂行を目指す。

3. 研究発表(平成27年度実施状況)

【学会発表】

山下紘正, 望月剛, 北角権太郎, 長谷川英之, 千葉敏雄: 胎児治療における超高解像度8K超音波画像表示の試み. 第13回日本胎児治療学会学術集会, 横浜, p58, 2015

【論文発表】

Hirosasa Yamashita, Hisae Aoki, Toshiyuki Mori, Kenkichi Tanioka, Toshio Chiba: Ultra-high Definition (8K UHD) Endoscope: The world first clinical success, Surgical Endoscopy, 年度内投稿予定

【雑誌発表】

・千葉敏雄: 8K外科手術用内視鏡システムが医療を変える. pp.61-63, 山下紘正: 8K映像技術の医療応用と課題について. pp.64-65, 月刊ニューメディア2016年2月号, 2016

・山下紘正, 望月剛: 8Kディスプレイを用いた高精細超音波画像の可能性. Medical & Imaging MOOK. No. 3, オプトロクス社, pp.28-32, 2015

・山下紘正, 谷岡健吉, 青木久恵, 森俊幸, 千葉敏雄: 「スーパーハイビジョン: 8K」を適用した内視鏡手術と軟性鏡への応用の可能性, 消化器内視鏡, Vol.27, No.11, pp.1805-1810, 2015

・山下紘正, 超高解像度8K映像技術の臨床応用の試み—世界初の8K腹腔鏡下胆嚢摘出手術の実施—, 映像情報メディア, Vol. 47, No. 9, pp.886-891, 2015

【講演・セミナー等】

・千葉敏雄: 8K医療応用の現状と技術開発への期待, NEXT30 第15回研究セミナー 日本発「8K医療応用」をリードする技術開発の課題. 2016年1月25日

・千葉敏雄: 医師が語る8K画像技術の医療応用と今後への期待, 光とレーザーの科学技術フェア 国際光年特別講演会 人の暮らしを豊かにする光技術とその未来, 東京, 2015年11月17日

・千葉敏雄: 8K映像技術の医療応用について, 山下紘正: 8K内視鏡システムの開発と臨床応用への課題, 超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム 医療用の立体映像、4K・8K映像技術, 東京, 2015年10月2日

【展示会発表】

・IBC2015, アムステルダム, NHKブースにて8K内視鏡映像の上映(8K医療応用コンテンツの提供), 2015年9月11-15日

・第69回日本臨床眼科学会, 名古屋, 併設器械展示会にて8K医療応用の展示, 2015年10月24日

(次ページへ続く)

平成27年度 日本大学理事長特別研究(第2期)実績報告書

3. 研究発表(平成27年度実施状況)

(続き)

【特許出願】

・内視鏡装置(腹壁等に固定し、8K内視鏡による広域観察に適した有効長の短い硬性鏡装置):千葉敏雄, 山下紘正, 帯金靖彦(株タムロン), 本学審査専門委員会の承認済み, 今年度中に出願予定

【シンポジウム】

・International Symposium on Medical-Engineering Collaboration "Medicine Definitely Jumps Up with 8K"(医工連携国際シンポジウム『8K映像技術で医療を変える』), 2015年7月10日
参加者約200名, 国内外の技術者・研究者・医師等10名が講演(本プロジェクトからは千葉敏雄が代表者挨拶と座長を務め, 山下紘正が講演(The medical application of 8K Super Hi-vision technology and challenges(8K映像技術の医療応用と課題について))を行った)
主催: 日本大学, 協賛: 一般社団法人メディカル・イメージング・コンソーシアム, 国際光学会(SPIE), 後援: (株)JVCケンウッド, シャープ(株), アストロデザイン(株), (株)タムロン, 日本医師会
・「第69回日本臨床眼科学会学会長杯シンポジウムG-3『映像技術の眼科手術への応用』への開催協力, 名古屋, 2015年10月24日

【海外への情報発信】

・外務省主催 中東5か国(エジプト、ヨルダン、カタール、トルコ、UAE)報道メディアによる8K内視鏡取材, 2015年9月2日
・外務省主催 平成27年度「日本ブランド発信事業」によるドバイ市内MEDICLINIC MIDDLE EASTにおける8K内視鏡の実用化の講演・展示(本プロジェクトから千葉敏雄・山下紘正が参加予定), 2016年3月15~17日

平成27年度 日本大学理事長特別研究(第2期)実績報告書

4. 今後の研究の推進方策

【8Kカメラの小型軽量化】

平成27年度より小型軽量化の検討を進めている8Kカメラを、片手で長時間保持可能な重量(500g目標)とサイズで試作し、また、より感度が高い8Kセンサを採用し、腹腔鏡手術やその他の手術領域における使用感評価を行う。

【8K画像の3D化】

単眼の画像から3D画像を生成する既存技術(2K解像度の)を基に、4Kおよび8K解像度への拡張を図る。内視鏡応用および手術顕微鏡応用においては3D化は必須であり、8K画像との組み合わせにより、真の立体視を実現する。

【リアルタイム画像処理ソフトウェアの開発】

8K画像をリアルタイムに入力し、任意の位置を中心に拡大縮小を行いながら、臨床現場で必要な強調画像処理(色調補正、輪郭強調、形状認識等)を加えられるソフトウェアを開発する。特に執刀医や周辺の手術スタッフが操作しやすいユーザインタフェースを搭載する。また、高解像度超音波画像の構築ソフトウェアの改良も進める。

【研究部会・実験会・臨床評価】

月1回のペースで研究部会を開き、現在の進捗や成果、今後の方針などについて検討を行う。また、総合科学研究所や工学部での実験会、および倫理委員会の承諾を得た医学部での臨床評価においては、医工連携のもと、プロジェクトメンバーおよび外部の協力者が可能な限り参加し、実験結果、および臨床評価内容につき議論を行う。

【成果発表】

各機関で得られた成果については国内外の学会での発表、および論文化を行い、学外へアピールする。また特に新規性に技術については特許出願を行う。同時に他学部などとも情報を共有し、新しい教育・研究のシーズを探索する。

5. 他の研究への発展、競争的外部資金への申請状況、獲得状況

【平成28年度科学研究費助成事業】

・千葉敏雄・酒谷薫・村山嘉延・山下紘正:8K解像度を有する単眼3D内視鏡の研究開発, 基盤研究(A), 平成28~30年度, 申請済(審査中)

・山下紘正・長谷川英之・千葉敏雄:超音波画像の8K高解像度化に関する研究開発, 挑戦的萌芽研究, 平成28~29年度, 申請済(審査中)

【平成28年度「医工連携事業化推進事業(実証事業)」】

・8K内視鏡カメラシステムの実用化, 平成28~30年度, 本学は臨床評価機関として参画・申請予定

6. 本学の教育・研究活動及び運営上への実践状況

本研究プロジェクトは、総合科学研究所がターミナルとなり、医学部と工学部の医工連携のみならず、学外の企業群との協力体制を築きながら、多分野への応用を生み出すための様々な試みを行った。

【医学部と工学部の連携】

8K内視鏡カメラを腹腔鏡観察や術野観察へと応用可能性を検討するため、様々な光学レンズや照明系、カメラ固定アーム用の組み合わせを検討した。特に无影灯を照明として利用できる場合はレンズのアイリスを絞ることで、画質の向上(シャープさおよび被写界深度)につながる事がわかった。消化器外科における応用では開腹の状態では術野および摘出臓器観察することが求められるため、特にアームによるカメラ固定とレンズの絞り・ピント合わせをスムーズに行えることが重要であることが分かった。また、産科・婦人科における腹腔鏡観察では、従来の内視鏡では視認できなかった部位・症状が確認でき、新たな治療技術の確立や医学教育の革新につながる知見が得られた。

【学外の企業群との連携】

8K内視鏡の小型軽量化を推進するため、(株)JVCケンウッドや(株)タムロン、(有)新興光器製作所との連携により、新しいカメラやアダプタ、硬性鏡の設計・試作を進めた。

【他学部との連携】

動物の外科的治療分野への応用可能性の検討のため、日本大学生物資源科学部・動物病院の獣医師らとの連携を開始した。