

平成28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 (%)	H29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
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	
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・准教授	千島 史尚	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	○代表者
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28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

本年度は、前年度に工学部や医学部にて評価検証を行った従来の8K内視鏡カメラを臨床用に改良するため、大幅な小型軽量化を試みた。特に従来のスタンダードな硬性内視鏡カメラと比較して、消費電力が非常に大きい8Kカメラの内部の発熱をいかに抑えるべきかを検討し、小型軽量のボディに収まるように冷却機構を実装した。また、顕微鏡用途に用いた場合に生体組織をどこまでマクロ観察できるかの評価として、培養細胞の観察を試みた。

1) 8K内視鏡カメラ内部の発熱と画質への影響の検証

前年度までに使用していた8Kカメラは、元々放送用に開発されたモデルをベースとしており、内部の冷却用にカメラ後部に大きなファンがついている。しかしカメラ部分の滅菌を保つ必要があるため滅菌ドレープで覆って産婦人科での臨床評価を行ったところ、カメラ内部の排熱がうまくいかず、8K内視鏡画像の画質に大きく影響した。カメラ内部のイメージセンサや制御基板が熱で不調となるため、どの位の温度でどのような画質の変化が起きるのかを把握し、臨床用の8K内視鏡カメラを新たに開発するため、8Kカメラ駆動条件とカメラ筐体の内外の温度変化、及び8Kモニタ上に表示される色の变化を定量的に計測した。

滅菌ドレープで8Kカメラを覆って使用した場合、筐体表面の温度は徐々に上昇し、それに反比例するように8Kモニタに映る評価用カラーチャートの色信号レベルが低下した。特に赤色の低下は顕著であり、1時間もたてばほぼゼロとなってしまった。色調の変化を確認したところで、黒色のレベル調整である「Auto Black」を行ったところ、瞬時に信号レベルが初期値に補正されることを確認した。

重要なのは、温度が上がった場合に適切なタイミングでAuto Blackを実行すること、もしくは適切な冷却を行いそもそも色信号レベルを変化させないことである。前者のAuto Blackは、照明がゼロの状態で行う必要があるが、手術中に照明を落とすことは現実できない。後者の冷却については、他の(放送用)8Kカメラや従来の内視鏡カメラに採用されていないファンレス機構を搭載することで対応可能という結論に至った。

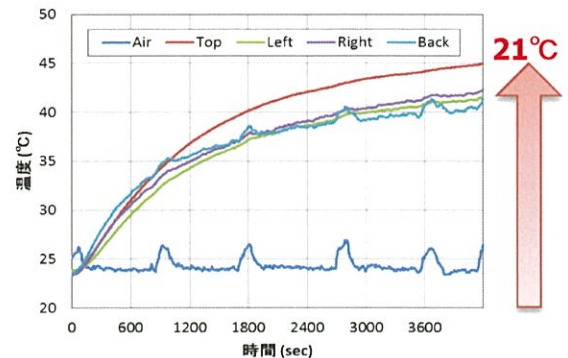
2) 8K内視鏡カメラの大幅な小型軽量化

前年度に使用した8Kカメラは重量2.2kg、幅130×高さ125×奥行185mmのプロトタイプであるが、術中にカメラ助手が長時間保持し続けるのは困難であり、臨床での実用化のために大幅な小型軽量化が求められていた。そこで本年度には、新型のイメージセンサと小型の回路設計、適切な冷却・排熱機構を採用することにより、プロトタイプと比較して約1/4サイズまでの小型化と、約1/5までの軽量化に成功した。これは現時点で世界最小・最軽量の8K解像度硬性内視鏡カメラであり、画質を落とすことなく、カメラ助手が片手で、長時間保持し続けることが容易となった。また、冷却・排熱機構には、エアの循環(給気と排気)を用いた。

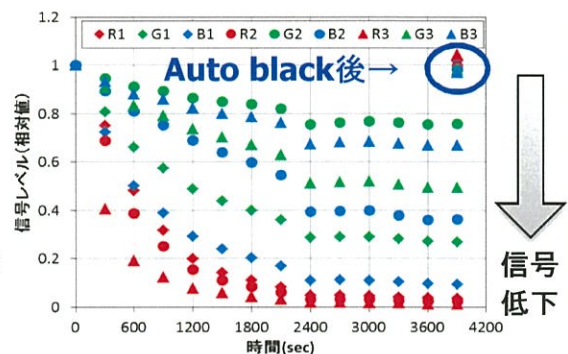
なお最初のプロトタイプではイメージセンサの低い感度が問題となり、通常より強力な光源を必要としたが、新型の小型軽量の8Kカメラでは、イメージセンサの感度向上、レンズアダプタおよび硬性鏡レンズ設計の大幅な改善などの相乗効果により、トータルでおよそ10倍の明るい映像を確認しえた。

3) 小型軽量化した新型の8K内視鏡カメラによる顕微鏡細胞観察

前年度に工学部で行ったマウスの8K内視鏡カメラマクロ撮影に引き続き、さらなる高倍率画像撮影を、ディッシュ上に培養した細胞(マウス筋芽細胞:C2C12細胞)を用いて行った。使用した8Kカメラは、前項2で小型軽量化した8K内視鏡カメラであり、テレコンバージョンレンズ(倍率2倍)とマクロレンズ(AF MICRO NIKKOR 60mm 1:2.8 D)を組み合わせ、内視鏡用のキセノン光源の反射を用いた。右図は分化0日目の細胞である。1つ1つの細胞が独立して確認できたが、一般的な位相差画像と比較をすると輪郭部分が明瞭でなく、照明系の改善が必要である。



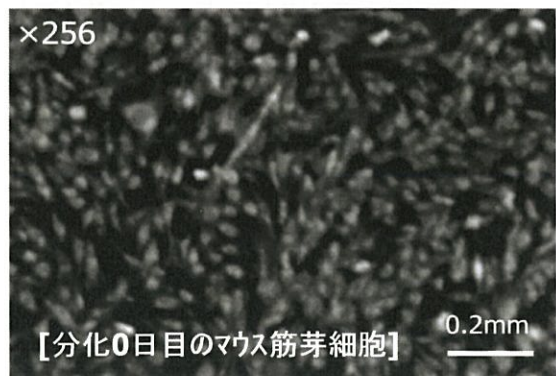
【時間経過による8Kカメラ温度の上昇】



【時間経過による色信号レベルの低下】



【8K内視鏡カメラの大幅な小型軽量化】



【分化0日目のマウス筋芽細胞】

平成28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 60 %) ※研究期間全体を100%として記入してください

(理由) ※理由を明記するにあたり、現状の問題点とその克服方法を盛り込んで記入してください

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) 前年度に医学部で行った臨床評価の経験を基にして、臨床環境下での8K内視鏡カメラ使用時の内部温度の変化と色調への影響を正確に分析し、実用化レベルの8K内視鏡カメラの冷却システムの構築に役立てた。
- 2) 前年度まで使用していた放送用8Kカメラをアレンジした8K内視鏡を大幅に小型軽量化し、医師が手術中に片手で長時間保持可能なレベルにまで改善した。
- 3) 前年度に工学部と共に行った8Kカメラの顕微鏡応用を進め、動物の臓器レベルではなく、細胞レベルの観察が行なえることを培養細胞のマクロ撮影にて確認できた。
- 4) 総合科学研究所と各学部間の情報交換等を行なえたが、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28年度実施状況)

【論文発表】

・Hiromasa Yamashita, Hisae Aoki, Kenkichi Tanioka, Toshiyuki Mori and Toshio Chiba: Ultra-high definition (8K UHD) endoscope: our first clinical success. SpringerPlus, 5:1445, 2016

【学会発表】

・中山壽之、高山忠利、檜垣時夫、大久保貴生、荒牧修:ビデオパネルディスカッション・ナビゲーション手術の新展開(実質臓器)安全性向上のためのAR システムおよび8K ビデオカメラによる肝切除術, 第78回日本臨床外科学会総会, 東京, 2016年11月25日

・山下紘正, 千葉敏雄: 実用に近づいた世界最小・最軽量の8K解像度硬性内視鏡, 第29回日本内視鏡外科学会総会, 横浜, 2016年12月10日

【雑誌発表】

・山下紘正, 8K映像技術の医療応用に関するシンポジウム開催の報告, 映像情報メディア学会誌 Vol.70, No.3, 2016

・山下紘正, 未来の医療を実現する8K映像技術: 8K内視鏡と8K顕微鏡への取り組みについて, 電波技術協会報FORN 2016年5月号, 2016

・山下紘正, 高度映像・情報技術と今後の市場: 超高解像度8K映像技術の医療応用に高まる期待, 大型ディスプレイ&デジタルサイネージ総覧2016, 2016年7月15日

・山下紘正, 超高解像度8K映像技術の臨床応用の試みー世界初の8K腹腔鏡下胆嚢摘出手術の実施ー, 映像情報メディカル, 2017(掲載予定)

【講演・セミナー等】

・千葉敏雄, 高機能・高画質内視鏡の開発が将来の医療におよぼすインパクトー8K内視鏡を中心として, 第104回日本泌尿器科学会総会シンポジウム「画像診断が外科手術を変える」, 仙台, 2016年4月25日

・山下紘正, 8K超高精細映像技術を活用した医療応用の可能性について, 映像メディア学会関西支部専門講習会: 広がりを見せる映像・放送・通信サービス/ビジネス, 大阪, 2016年6月17日

・山下紘正, 8K高精細映像技術の医療応用について, 8K応用利用とHEVC符号化セミナー(テクノロジー・ジョイント株式会社, 一般社団法人メディカル・イメージング・コンソーシアム共催), 東京, 2016年10月7日

・千葉敏雄, 8K Imaging Technology: A Total Game-Changer in Medicine!, International Workshop on Photonics Polymer for Innovation(IWPPI): Special Session, 那須, 2016年10月11日

・山下紘正, 8K超高精細映像技術を活用した医療応用について, 第9回光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点シンポジウム, 東京, 2016年11月1日

(次ページへ続く)

平成28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28年度実施状況) つづき

【特許出願】

・千葉敏雄, 山下紘正, 帯金靖彦, 内視鏡装置, 特願2016-095902、出願日:平成28年5月12日

【メディア発表】

・テレビ朝日, ANNニュース, 「8Kも…最新の内視鏡が集結 検査や手術どうなる?」, 2016年12月8日(第29回日本内視鏡外科学会展示ブースでの取材)

【展示発表】

・第7回アジア太平洋トピックカンファレンス, 東京, 8K医療応用の展示, 2016年4月20日

・OPIE'16 メディカルイメージングEXPO, 横浜, 8K医療応用出展(小型軽量版8K内視鏡カメラ初公開), 2016年5月18~20日

・第71回日本消化器外科学会総会, 徳島, 8K医療応用出展(小型軽量版8K内視鏡カメラ展示), 2016年7月14~16日

・8K技術の医療への応用に関する安倍首相への実演, 首相官邸, 8K内視鏡デモンストレーション, 2016年7月29日

・第29回日本内視鏡外科学会, 横浜, 8K内視鏡システム実用化プロトタイプ出展, 2016年12月8~10日

【新聞等発表】

・日本経済新聞 手に持てる高解像内視鏡 「8K」長時間の手術に道, 2016年5月17日

・テレケーブル新聞 8K内視鏡カメラが大幅に小型化, 2016年6月10日

・下野新聞 医療用8Kカメラ開発 「内視鏡、眼科手術に威力」 精度向上、教育にも効果, 2016年07月08日

・千葉日報 医療用8Kカメラ開発 「精度向上、教育にも効果」 内視鏡、眼科手術に威力, 2016年07月10日

・中部経済新聞 医療用8Kカメラ開発「内視鏡、眼科手術に威力」クリアな映像、教育にも効果, 2016年07月11日

・山梨日日新聞 医療現場に8Kカメラ「細い血管、微細な傷もくっきり」, 2016年07月14日

・山陰中央日報 内視鏡、眼科手術に威力 精度向上、教育にも効果, 2016年07月25日

・新潟日報 医療カメラ8Kの時代へ, 2016年07月29日

・時事通信 8K内視鏡の輸出に意欲=安倍首相, 2016年07月29日

・四国新聞 医療用8Kカメラ開発 「内視鏡、眼科手術に威力」 精度向上、教育にも効果, 2016年07月30日

・岐阜新聞 微細な傷も鮮明に, 2016年07月30日

・長崎新聞 内視鏡、眼科手術に威力, 2016年08月08日

・四国新聞 内視鏡、眼科手術に威力, 2016年08月19日

・山形新聞 8K手術現場で威力発揮, 2016年08月22日

・日経メディカル 8Kカメラの「高精細」は役にたつか?, 2016年09月23日

平成28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カメラ実用化モデルの開発】

従来モデルより大幅な小型軽量化を果たした8K内視鏡カメラを、臨床で日常的に運用可能な実用化モデルにまで改善を行う。具体的には、8K内視鏡カメラおよびレンズアダプタを滅菌対応とする。

【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)を基に、8K解像度への拡張を図る。内視鏡応用や手術顕微鏡応用においては3D化が必須であり、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】

リアルタイムに入力した8K医療画像を基に、AIによるディープラーニング(機械学習)を利用して臓器・組織・細胞の自動解析を行う。具体的にはがん組織と正常組織の見分けおよびその境界を医師に提示できるようなソフトウェアの開発を行う。

【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】

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

【科学研究費助成事業】

- ・千葉敏雄・山下紘正: 超高解像度硬性内視鏡のためのレーザ照明システムの研究開発, 基盤研究(A), 平成29~31年度, 申請済(審査中)
- ・山下紘正: 高解像度内視鏡および超音波画像誘導による子宮内胎児治療システムの研究開発, 若手研究(A), 平成29~31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, 採択済(直接経費2,700千円)

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カメラの腹腔鏡観察、術野観察、顕微鏡観察等への応用可能性を検討するため、前年度の連携(工学部との共同実験、医学部での臨床評価など)の経験から、臨床現場で使いやすい8K内視鏡カメラのサイズや形状、内部の冷却方法や、硬性鏡を含むレンズ光学系の条件、マクロ撮影用のレンズの選定や照明の選択などの検討を基にして、8Kカメラの大幅な小型軽量化を果たした。

特に臨床環境で用いることを想定したドレープで覆った時の挙動については、不十分な排熱でイメージセンサの駆動に異常(色調の変化、ブラックレベルの変動など)をきたすことなく、長時間8K解像度での安定した観察が可能になった。これにより、今後のさらなる臨床評価の準備が整ったと言える。

【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、株式会社JVCケンウッドや株式会社タムロン、株式会社リンク、有限会社新興光器製作所などの連携により、8K内視鏡カメラの大幅に小型軽量化を果たした。また、学会などでの展示においては、8Kモニター展示に関して、シャープ株式会社やパナソニック液晶ディスプレイ株式会社、大日本印刷株式会社、LGエレクトロニクスなどの協力を得ることができた。