

平成 28 年度 委託研究開発成果報告書

I. 基本情報

事業名：未来医療を実現する医療機器・システム研究開発事業

Research and Development of Medical Devices and Systems to Achieve the Future of Medicine

研究開発課題名：未来医療を実現する先端医療機器・システムの研究開発/安全性と医療効率の向上を両立するスマート治療室の開発

Research and Development of Advanced Medical Devices and Systems to Achieve the Future of Medicine / Development of a Smart Treatment Chamber for the Improvement of Both Medical Safety and Efficiency

研究開発担当者 慶應義塾大学理工学部物理情報工学科 教授 小池 康博

所属 役職 氏名： Yasuhiro Koike, Professor, Department of Applied Physics and Physico-Informatics, Faculty of Science and Technology, Keio University, Director, Keio Photonics Research Institute

実施期間：平成 29 年 1 月 17 日 ~ 平成 29 年 3 月 31 日

分担研究 視力 4.3 で異次元の硬性内視鏡手術を可能とする 8K 内視鏡システム/臨床に適した 8K 伝送用光インタフェース開発

開発課題名： 8K Rigid Endoscopic System with Super visual acuity of 4.3/Development of on optical interface for clinical application of 8K image transmission

II. 成果の概要 (総括研究報告)

(研究開発代表者：カイロス(株)代表取締役会長 千葉敏雄 平成 28 年度 委託研究開発成果報告書と共通)

本プロジェクトでは、カイロス株式会社代表取締役会長の千葉敏雄が研究代表者として、慶應義塾大学フォトニクス・リサーチ・インスティテュート所長(工学部教授)の小池康博、ならびに株式会社 JVC ケンウッドヘルスケア事業統括部副部長の天花寺秀紀と共に、小型軽量の 8K 内視鏡カメラおよび CCU の 1st サンプル(試作機)の作成、基板設計やカメラのデザイン、CCU で調節可能なパラメータやインタフェースの検討、臨床に適した 8K 伝送用光インタフェースとしての要素技術の最適設計、4K 解像度対応の単眼 3D コンバータの試作と機能検証、ならびに 8K 解像度対応の超高密度偏光フィルムの試作と 8K-3D 液晶パネルへの貼付と画質評価を実施した。

小型軽量の 8K 内視鏡カメラおよび CCU の 1st サンプル（試作機）の作成については、カメラの基本仕様として、解像度、感度、S/N を評価した。いずれも目標値には達していないが、次年度に向け、カメラの初期設定値を定めての画づくりを進める。カメラヘッドについては構成部品の見直しで消費電力を削減し、また小型化も進めた。カメラ出力信号の bit 数を変更することで階調と NR を改善し、また、CCU の機能改善、ユーザーインターフェースの簡易化を進めた。特に医療現場からのニーズが高いデジタルズーム機能の搭載を行った。

臨床に適した 8K 伝送用光インターフェースの開発については、柔軟で抜き差しが容易な GI 型 POF のための「ボールペン型インターコネクタ」をベースとする要素技術を 8K 内視鏡用に最適設計することを目的として研究開発を進めた。当初の目標通り、GI 型 POF のための「ボールペン型インターコネクタ」をベースとする簡単に操作できる医療用 8K 映像伝送（伝送速度 24Gb/s 以上）のためのインターフェースについての構成を検討し、方針を決定した。

4K 解像度対応の単眼 3D コンバータの試作と機能検証については、単眼 2D 硬性鏡の画像を入力し、両眼視差と輻輳角を独自のアルゴリズムによって演算して 3D 化するための、4K 画像入出力インターフェースと 3D 化演算制御用の基板の回路設計・試作を行った。入出力のインターフェースには、8K 解像度の 1/4 となる 4K 解像度を 4 本の 3G-SDI ケーブルで伝送するフォーマット（3840×2160 ピクセル、59.94fps、ラインバイライン出力、遅延 1 フレーム（16ms）以内）を採用し、3D 出力画像の調整のためのハードウェアデバッグを行った。

8K 解像度対応の超高密度偏光フィルムの試作と 8K-3D 液晶パネルへの貼付および画質評価については、55 インチの円偏光フィルム（ラインバイライン方式）を液晶パネルに貼付した場合の上下方向の視野角を  $\pm 4^\circ$ 、左右方向の視野角を  $178^\circ$ 、最適視距離を 120cm に設定し試作した。フィルムを貼付した 8K 液晶パネルに 8K 解像度の CG 画像を表示したところ、画素構造が一切見えない滑らかで精緻な立体視を実現できた。日常的に立体視による手術を行っている、眼科医数名からは、従来の 3D とは雲泥の差であり、実物を見ているような極めて自然な立体視が実現できている、という評価を得た。

（英文）

In this project, We Dr. Toshio Chiba, who is CEO of KAIROS CO., LTD., tried following developments as a principal researcher with Prof. Yasuhiro Koike of Keio University and Mr. Hideki Tengeiji of JVCKENWOOD Corporation. We developed the first prototype of a small-sized 8K endoscopic camera and a camera control unit (CCU), improved parameters and user-interfaces in CCU, designed optimization of elemental technologies of 8K transmission optical interface for 8K medical image, developed and evaluated a 3D converter for a monocular endoscopic image of 4K resolution and a super-high density polarizing film for 8K-3D LCD panel.

About development of the first prototype of a small-sized 8K endoscopic camera and CCU, evaluation of resolution, sensitivity and S/N of the camera was carried out. These specifications did not reach the target values yet, however, gradation value and noise reduction performance were improved by arrangement of bit length of signal from the 8K camera head. Furthermore, functional improvement,

especially digital zooming, and simplification of user-interface of the CCU were tried for clinical application.

About development of 8K transmission optical interface for clinical application, we progressed optimization of elemental technology based on the “ball-point pen type interconnect” for GI-typed plastic optical fiber with easy extraction/insertion. Specifications of interface for easy 8K image transmission (not less than 24Gbps) were determined.

About development and evaluation of the 3D converter for 4K image, we designed and developed control boards for 3D image conversion from 2D monocular endoscopic image (4K resolution) by virtual binocular parallax and convergence angle with an original conversion algorithm. Input and output interfaces were both four 3G-SDI cables (3840x2160, 59.94fps, line-by-line, delay time within 1 frame (16 ms)). Hardware debug is currently carried out for adjustment of 3D output parameters.

About development of a super-high density polarizing film for 8K-3D LCD panel, we adopted 55-inch circular polarization film (line-by-line) on the 8K LCD panel, and tried the first prototype of the film with vertical viewing angle of +/-4 degrees, horizontal viewing angle of 178 degrees and optimal viewing distance of 120 cm. When we tested display of 8K resolution CG image on the 55-inch 8K LCD with the film, highly minute and smooth stereoscopic image without any jaggies were enabled. Some ophthalmologists described our 8K-3D images as an ultimate natural stereoscopic image like real objects.

### III. 成果の外部への発表

(1) 学会誌・雑誌等における論文一覧（国内誌 0 件、国際誌 0 件）

なし

(2) 学会・シンポジウム等における口頭・ポスター発表

なし

(3) 「国民との科学・技術対話社会」に対する取り組み

なし

(4) 特許出願

なし