超広角近赤外カラー化眼底カメラの開発

Development of Hyper-wide Near-infrared Colorized Fundus Camera

奈良先端科学技術大学院大学 [1]，（株）タムロン [2]

○竹原 浩成 [1]，山根 宏大 [2]，王 澤 [1]，湯 鴻浩 [1]，杉江 謙治 [1]，岸田 憲明 [1]，

田代 洋行 [1]，春田 牧人 [1]，笹川 清隆 [1]，國定 照房 [2]，太田 淳 [1]，

Nara Institute of Science and Technology [1], TAMRON Co., Ltd. [2],

Hironari Takehara[1], Kodai Yamane[2], Ze Wang[1], Honghao Tang[1], Kenji Sugie[1], Noriaki Kishida[1], Hiroyuki Tashiro[1], Makito Haruta[1], Kiyotaka Sasagawa[1], Terufusa Kunisada[2], Jun Ohta[1]

E-mail: t-hironari@ms.naist.jp

1. 背景と目的

通常の眼底カメラは、可視光フラッシュ照明により撮影される。照明の眩しさのため、連続撮影や動画撮影が困難である。この課題を解決するための一手法として、近赤外照明を用いてマルチバンド画像からカラー化画像を構築する眼底カメラを開発している[1, 2]。疾患の症状は眼底中心部のみでなく周辺部にも表れるため、短時間で広範囲を診断するためには、より広角の眼底観察が望ましい。

2. 超広角近赤外カラー化眼底カメラの構成

超広角赤外線眼底撮像に向けに、同軸照明用ビームスプリッタを挟む２本の複合レンズを設計・試作した（Fig. 1 (a)）。超広角でありながら高精細画像を得るために、約 2500 万画素の APS-H フォーマットカメラの画角を最大限利用した。照明光源は、光ファイバーバンドル出力の多波長近赤外 LED を使用し、照明ムラを低減するために複数の拡散板とレンズを組合せて Fig. 1 (b) のように構成した。被検査眼球表面やレンズ表面の反射の影響は、直交する２枚のワイヤーグリッド偏光板により抑制した。

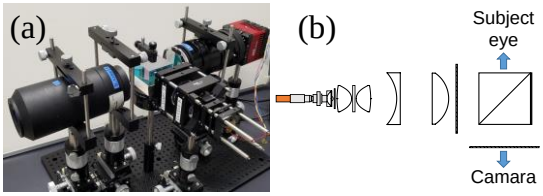

Fig. 1 Photograph of a prototype hyper-wide view fundus camera (a), and a schematic of detailed illumination system (b).

3. モデル眼による撮像範囲の確認

3D プリンタにより眼底側半球に緯度と経度を刻んだモデル眼を設計・作製した。モデル眼の水晶体はガラスの凸レンズで代替し、内部は、硝子体の屈折率に近い水で満たした。撮影結果を Fig. 2 (a) に示す。レンズ設計通り、眼球中心から見てほぼ 180°の範囲を全方向観察可能であることが確認できた。Fig. 2 (b), (c) は、モデル眼の外観写真および 3D CAD モデルである。

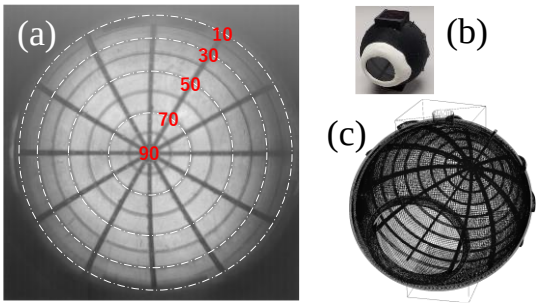

Fig. 2 Hyper-wide view fundus image of a model eye (a), a photograph of the model eye (b), and the 3D CAD design (c).

4. ヒト眼底撮影結果

ヒト眼底においても、Fig. 3 (a) に示すような超広角画像を無散瞳で取得することができた。Fig. 3 (b) は、近赤外３波長の LED をそれぞれ点灯して撮影したモノクロ画像を短波長側から R, B, G に割当てカラー化したものである（視神経乳頭周辺の拡大画像）。カラー化により血管や脈絡膜模様が見やすくなっている。

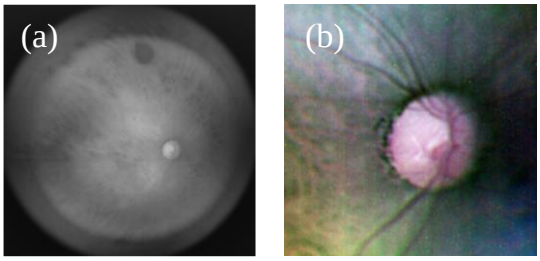

Fig. 3 Hyper-wide view NIR fundus image of a human eye (a), and the colorized enlarged fundus image (b).

なお、本研究は「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に基づき、奈良先端科学技術大学院大学における倫理審査委員会の承認を得て行われた。

参考文献

[1] H. Sumi et al., 2018 Symposium on VLSI Technology, 2018, p. 163 (DOI: 10.1109/VLSIT.2018.8510698).

[2] H. Takehara et al., 2019 IEEE BioCAS, 2019 (DOI: 10.1109/BIOCAS.2019.8918695).

© 2021年 応用物理学会