



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | Optical Quality of the Eye Degraded by Time-Varying Wavefront Aberrations with Tear Film Dynamics   |
| Author(s)    | 広原, 陽子  |
| Citation     | 大阪大学, 2007, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/48925">https://hdl.handle.net/11094/48925</a>   |
| rights       |   |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

|            |  |
|------------|--|
| 氏名         | ひろ<br>広<br>原<br>よう<br>子  |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(医学)   |
| 学位記番号      | 第 21627 号  |
| 学位授与年月日    | 平成19年11月22日  |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第2項該当   |
| 学位論文名      | Optical Quality of the Eye Degraded by Time-Varying Wavefront Aberrations with Tear Film Dynamics<br>(涙液層の動的変化に伴う波面収差の時間変化により劣化する眼の光学特性) |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 不二門 尚<br><br>(副査)<br>教授 田野 保雄 教授 佐藤 宏道  |

### 論文内容の要旨

#### 〔目的〕

眼の光学特性は、波面収差により定量的に評価できる。眼の波面収差は変動することが知られており、これに伴い光学特性も変化する。主な波面収差の変動の原因としては、涙液層の変化、調節、心拍などが挙げられる。

我々は正常眼の波面収差を動的に測定し、球面度と乱視を補正した角膜屈折矯正手術と高次波面収差まで補正した角膜屈折矯正手術を想定したシミュレーションを行い、光学特性の変化を調べた。

#### 〔方法〕

対象は正常眼 13 例 13 眼とした。被検者の年齢は、 $29.5 \pm 4.2$  歳（平均土標準偏差）。涙液層破壊時間 (BUT) の平均は、 $7.31 \pm 1.80$  秒である。筆者らが開発した Shack-Hartmann 波面センサー試作機を用い、瞬目後の 10 秒間 1 秒毎の波面収差測定を行い、瞳孔領中央の直径 4 mm で 6 次までのゼルニケ多项式を使って解析した。一連の波面収差測定値の中から最も収差量が少なかった波面収差を選択し、一連のそれぞれの測定結果から選択された波面収差の 2 次収差を引くことで従来の角膜屈折矯正手術の波面収差を想定した（低次収差補正）。また 2 次収差と高次収差を引くことで波面補正も行った角膜屈折矯正手術の波面収差を想定した（高次収差補正）。それぞれの波面収差の平均 2 乗偏差 (RMS 値)、点像強度分布 (PSF)、Strehl 比、ランドルト環網膜像シミュレーションを計算し、検討した。

#### 〔成績〕

低次収差補正と高次収差補正での収差解析結果を瞬目後の経過時間毎に比較したところ、13 眼中 12 眼においては高次収差補正で低次収差補正より波面収差の RMS 値が常に小さく、収差レベルでは良好な結果であったが、残りの 1 眼では高次収差補正のほうが RMS 値が大きくなる場合もあった。同様に Strehl 比で比較すると、13 眼中 8 眼で高次収差補正後の Strehl 比が低次収差補正よりも大きく、光学的な評価としては良好な結果と言えた。しかし残り 5 眼では、高次収差補正の Strehl 比が低次収差補正より小さくなる場合があった。上記 5 眼のうち 3 眼は瞬目直後の測定で Strehl 比が小さくなっていた。一連のすべての測定で高次収差補正後の Strehl 比が低次収差補正後の Strehl 比より大きかった症例の網膜像シミュレーションを見ると、すべての測定で高次収差補正のほうが鮮明な画像になっ

ていた。また逆に、低次収差補正の Strehl 比の方が大きい場合があった症例のランドルト環網膜像シミュレーションを見ると、低次収差補正後の Strehl 比が大きい場合に、ランドルト環網膜像シミュレーションは低次収差補正後のほうが鮮明であった。

#### [ 総 括 ]

高次収差を加味した補正是 RMS 値を減少させる効果があるが、2 次収差のみ補正した場合よりも Strehl 比が常に高いとは限らないという結果になった。角膜屈折矯正手術を実施する場合、収差が変動することを考慮するべきであり、複数回測定して変動分より大きな収差のみを補正するなど、補正方法を十分検討することが必要であることが示唆された。

#### 論文審査の結果の要旨

近年、角膜屈折矯正手術では、高次収差の補正も行うような術式が採られるようになり、より視機能が向上することを目指している。しかし、涙液の変動などにより、眼の収差は変化することが知られており、収差を補正するような手術後も、収差は変動することが予測される。また、そのときの見えの変化がどのようになるか知られていなかった。そこで本研究では、球面度数、乱視成分だけを補正する場合と、それ以外の眼の高次収差補正も行った場合を想定し、収差の変動を考慮に入れてシミュレーションを行った。その結果、眼の高次収差も補正したほうが収差量は減ったが、網膜像のシミュレーションでは球面度数、乱視成分のみ補正した方がはっきりする場合があった。そのため、高次まで補正するような屈折矯正手術を行う場合は、収差が変動することを考慮するべきであり、補正方法を十分検討することが必要であると言えた。

本研究では、高次収差を補正する屈折矯正手術に問題点がある可能性を示唆し、それをシミュレーションにより示した。今後の屈折矯正手術時に注意を促す資料となり得るため、本研究の業績は学位に値するものと認める。