

プログラム名：バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命

PM名：原田 香奈子

プロジェクト名：PJ.1 バイオニックヒューマノイド

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 9 年 度

研究開発課題名：

バイオニックヒューマノイドのための

光学式力分布センサ搭載網膜モデルの開発

研究開発機関名：

国立大学法人名古屋大学

研究開発責任者

丸山 央峰

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

バイオニックヒューマノイドのための光学式応力分布センサを組み込んだ網膜モデルを開発し、手術シミュレーション時の物理特性を模擬した網膜の変形分布の計測を実現する。今年度は、「バイオニックヒューマノイドのための光学式応力分布センサ搭載網膜モデルの開発」を実現するための研究開発項目として、「光学式応力分布センサを組み込んだ網膜モデルの作製と力計測」について、以下の項目を目標に検討を進める。

- ・ ナノ材料の配向制御による光弾性応力計測の感度向上
- ・ 直径 10 μm の応力発光体を用いた力分布インジケータの作製
- ・ バイオニックヒューマノイドでの応力のリアルタイム呈示
- ・ 眼科医によるセンサの有用性評価の実施

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1~2-2 進捗状況及び成果

バイオニックヒューマノイドの眼球モデルに光学式力分布センサを有する網膜モデルを搭載するため、当該年度は光弾性式応力分布センサ及び力分布インジケータのそれぞれの基本設計に着手し、網膜モデル及び光弾性計測システムの試作を行った。

1) 光弾性式網膜表面応力分布センサの構築・評価・改良

当該年度は、前年度に試作した光弾性式網膜表面応力分布センサについて、感度の向上及び「1-B加工」チーム（名古屋大学、名城大学、東北大学）で作製している内境界膜との剥離性及び眼球モデルへの組み込み方法について改良を行った。感度の向上については、カーボンナノチューブ等の異方性ナノ材料を光弾性材料に混合すると応力に依存する光弾性の複屈折率変化が向上する知見をもとに、カーボンナノチューブの濃度を変えることで、光弾性係数とヤング率の変化を評価した（図 1, 図 2）。その結果、0.10 wt%が網膜モデルの材料として適用であると判断した。

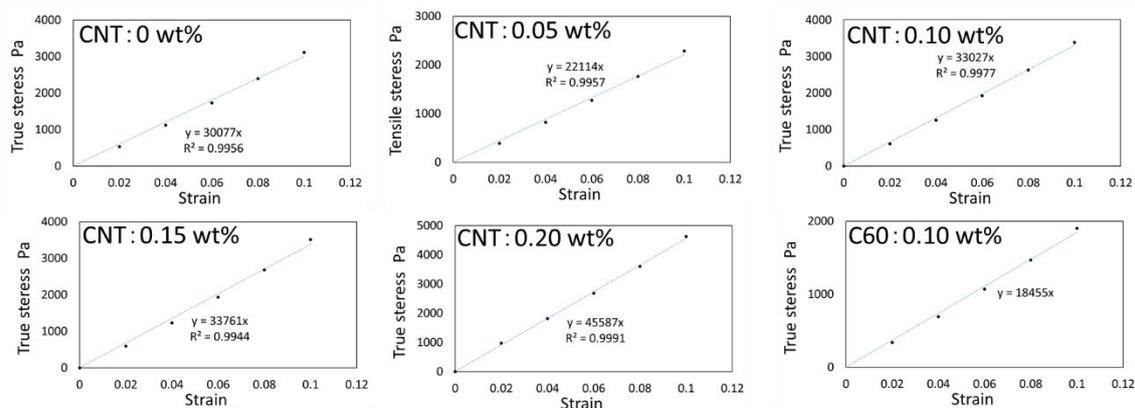


図 1 カーボンナノチューブの濃度と網膜モデルのヤング率の関係

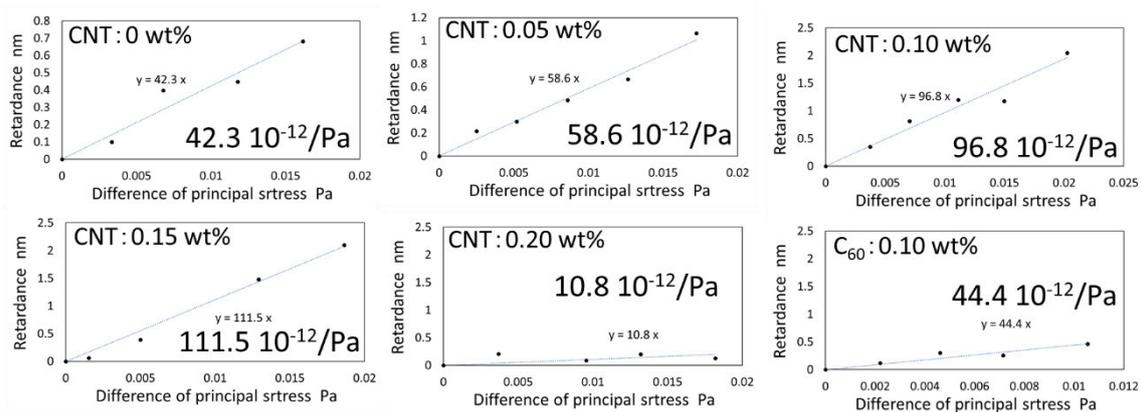


図2 カーボンナノチューブの濃度と網膜モデルの光弾性係数の関係

2) 応力発光式網膜内力分布インジケータの構築・評価・改良

当該年度は、応力発光式網膜内力分布インジケータの試作として、前年度に選定した応力発光材料を用い、感光材料（ハロゲン化銀等）と混合した直径 $10\mu\text{m}$ 程度のマイクロカプセルを網膜モデルに導入するための検討を行ったが、マイクロカプセル導入により人の網膜のヤング率を模擬することや網膜モデルへの分散に課題のあることがわかった。今後、改良が必要である。

3) 光学式力分布センサを組み込んだ網膜モデルの作製・評価・改良

当該年度は、試作した網膜モデルを組み込んだ眼球モデルを搭載した Bionic-EyE を用いて、東大眼科の医師による鉗子の網膜モデル表面への接触における光弾性計測を実施した結果、熟練した医師はそうでない医師に比べ、内境界膜 (ILM) をつかむ際の網膜モデルへの接触の度合いが大きいことが、複屈折率変化の大きさから推定された (図3)。一方で、眼球の動きによる外乱の影響が大きいこと、スキル評価には定量的な網膜表面の変形分布が必要となることが明らかとなった。



網膜モデル

評価の様子

鉗子接触前

鉗子接触後

図3 Bionic-EyE を用いた東大眼科医による評価

2-3 新たな課題など

- ・網膜表面の変形分布の定量的な計測

3. アウトリーチ活動報告

1. 第 121 回日本眼科学会総会，2017 年 4 月 6-9 日，東京国際フォーラム，東京
2. IEEE プレゼンター，「未来医療を拓くバイオニックヒューマノイド」，2017 年 6 月 28 日，東京
3. 名大際 2017，2017 年 5 月 10 日，名古屋大学，愛知
4. テクノフェア名大 2017，2017 年 10 月 21 日，名古屋大学，愛知
5. 28th MHS2017，2017 年 12 月 4-6 日，名古屋大学，愛知