

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システム統合と眼球モデルの開発

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：

新井 史人

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

リアリティの高い人体シミュレータを実現し、手術トレーニングやデバイス評価環境を構築するために、生体と類似する物理特性を再現し、センサやアクチュエータと言った能動的な機能デバイスを組み込んだ人体シミュレータ「バイオニックヒューマノイド」が求められている。本研究では、バイオニックヒューマノイドをモジュール構造化した、①バイオニックヒューマノイドプラットフォーム、特に脳外科（主に下垂体）手術統合プラットフォーム（脳外科手術専用機）の開発、ならびに②眼科を対象とした超精密な眼球モデルおよび眼科手術統合プラットフォーム（眼科手術専用機）の開発を行う。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

バイオニックヒューマノイドにおけるモジュール構造化したプラットフォームならびに眼球モデルを開発するために、当該年度はそれぞれの専用機に着手した。

① 脳外科手術統合プラットフォーム（脳外科手術専用機）

前年度作製したバイオニックヒューマノイド第1次試作機（BH-1）のユーザビリティを向上させるために、各専用機に着手した。当該年度は、下垂体周辺モジュール、硬膜を含む鼻中隔モジュール、および関連センサを搭載するための脳外科手術統合プラットフォーム（Bionic-Brain）の第1次試作機（BB-1）を作製した。下垂体周辺モジュールは、PJ.3の脳外科グループと共同して解剖学的情報に基づき設計され、該当手術領域をモジュールとしてプラットフォームの詳細設計を行った。下垂体周辺モジュールは、当該年度に購入した複合材料対応3Dプリンタを用いて、直径50-200 μmの海綿静脈洞、神経群（視神経、動眼神経、滑車神経、三叉神経、眼神経、上顎神経、外転神経）、動脈群（内頸動脈、前大脳動脈、中大脳動脈、脳底動脈ほか）を軟質材料で、また鼻腔内の骨・軟骨を硬質材料で一括造形し、再現した。さらに、手術時の過剰動作を検知するために、下垂体周辺モジュールの視神経部へ変形を検出するバイオニックセンサの組み込みを行った。

② 眼球モデルおよび眼科手術統合プラットフォーム（眼科手術専用機）

前年度に臨床現場の動向を調査した結果、緑内障のニーズが明らかになり緑内障または白内障手術とした眼球モデル（前眼部詳細モデル）開発に着手してきた。当該年度は、前眼部詳細モデルの角膜、水晶体、シュレム管を再現し、房水流れの調整制御を行った。シュレム管は3次元造形技術および微細加工技術により眼球外周に再現した。さらにシュレム管の上部には層状の結膜ならびに強膜の切開性を再現した模擬結膜ならびに模擬強膜を作製した。作製した前眼部モデルは、医師による

シュレム管露出および結膜ならびに強膜切開の官能試験から得られた結果、および【1-A 計測】チームと連携しモデルの評価をフィードバックし、モデルの改良を行った。前年度に開発した後眼部詳細モデルを搭載する眼科手術統合プラットフォーム (Bionic-EyE) の第1次試作機 (BE-1) を改良し、防水・漏水への対応とユーティリティ (シリコンチューブや電気配線など) を改善した第2次試作機 (BE-2) を用いて眼科関連学会等にて展示・アンケート調査を行った。また、PJ.3の東大眼科グループと共同して眼科医による官能評価を実施し、プラットフォームおよび後眼部詳細モデルの評価を行った。さらに、眼内操作における術者の手技評価として、鉗子にかかる加速度情報から手振れ計測システムを構築した。

2-2 成果

①脳外科手術統合プラットフォーム (脳外科手術専用機)

- 解剖学的構造 (50-200 μm) を再現した下垂体周辺モジュールの作製に成功した (図1-A)。
- 下垂体周辺モジュール, 硬膜を含む鼻中隔モジュールを搭載した脳外科手術統合プラットフォーム (Bionic-Brain) の第1次試作機 (BB-1) を作製した (図1-B)。
- FBG をベースとしたバイオニックセンサを視神経に搭載し, リアルタイム変形検出に成功した (図2)。

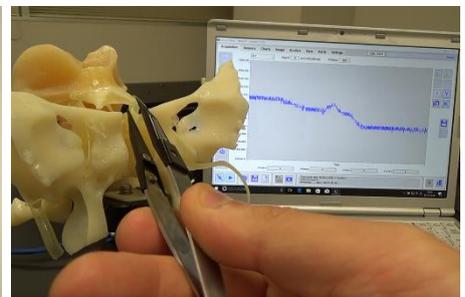
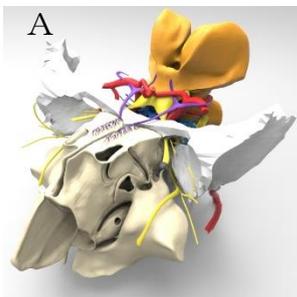


図1 下垂体周辺モジュールを搭載した脳外科手術統合プラットフォームの1次試作機 (BB-1)。

図2 視神経に組み込んだバイオニックセンサの例。

②眼球モデルおよび眼科手術統合プラットフォーム (眼科手術専用機)

- 眼科手術統合プラットフォームの第2次試作機 (BE-2) を作製した (図3)。
- 前眼部詳細モデルにおいて、直径 500 μm のシュレム管構造と線維柱帯の作製に成功した。
- 線維柱帯をブロー成型で作製し、30-100 μm の膜厚を調整することに成功した。
- これにより、線維柱帯の切開が可能な緑内障モデルを作製した (図4)。
- 眼内操作における術者の手技評価として、手振れ計測システムを構築した (図5)。



図3 眼科手術統合プラットフォームの第2次試作機 (BE-2)

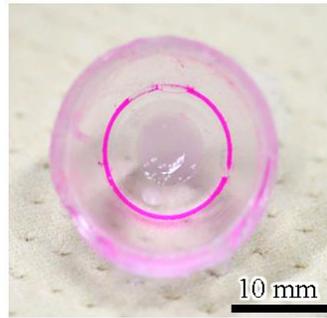


図4 線維柱帯の切開が可能
な緑内障モデル



図5 手振れ計測システム

2-3 新たな課題など

眼科関連学会等にて展示・アンケート調査を通じて、術者の眼内操作が熟練度に依存する傾向が伺えた。このことから、眼内操作における術者の手技評価として、新たに手振れ計測システムを構築することにした。

3. アウトリーチ活動報告

- 1) 2017年4月6-9日, 第121回日本眼科学会総会@東京. (試作機の展示、体験デモ)
- 2) 2017年6月28日, IEEEプレスセミナー, 「未来医療を拓くバイオニックヒューマノイド」@東京. (試作機の展示)
- 3) 2017年8月8日, ImPACT公開シンポジウム「バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命」@東京. (試作機の展示、体験デモ)
- 4) 2017年8月31日-9月1日, イノベーションジャパン2017@東京. (試作機の展示)
- 5) 2017年10月12-14日, 第71回日本臨床眼科学会@東京. (試作機の展示、体験デモ)
- 6) 2017年10月28-30日, 第26回日本コンピュータ外科学会大会@愛知県名古屋市. (試作機の展示)
- 7) 2017年12月1-3日, 第56回日本網膜硝子体学会総会@東京. (試作機の展示、体験デモ)
- 8) 2017年12月4-6日, IEEE MHS2017@Nagoya Univ. (試作機の展示)