

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：1-B 加工

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 7 年 度

研究開発課題名：

微小血管・薄膜構造を有する精密脳モデルの研究開発

研究開発機関名：

学校法人名城大学

研究開発責任者

福田 敏男

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

本研究開発では、動物やヒトの代わりとして使えるセンサ付精巧ヒトモデル「バイオニックヒューマノイド」の頭部モデルについて、特に脳に着目をし、ヒトの脳の構造、力学的特性を正確に再現した脳モジュールの作製を行う。

現在市販されている脳モデルの多くは、硬膜や微小な血管構造が無いなどの課題がある。また、本プロジェクトでは作製したバイオニックヒューマノイドの応用例の一つとして、脳の下垂体腫瘍に対する経鼻手術のシミュレーションを想定しているが、経鼻手術における硬膜の切断及び縫合や下垂体腫瘍の除去時に発生する出血、脳圧変化に伴う脳髄液の漏れ等は現在の脳モデルでは再現出来ていない。

以上のことから、本研究開発では特に下記の5つの研究項目を立て、これらを実現することにより上記バイオニックヒューマノイドのための精巧な脳モデルの実現を目指す。

- I. 脳モデルの作製
- II. 硬膜・くも膜モデルの作製
- III. 微小血管モデルの作製
- IV. 下垂体腫瘍モデルの作製
- V. 頭蓋内への脳モデル封入

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

- I. 脳モデルの作製 脳の皺の再現のための、人肌ゲルによる型を用いた脳モデル試作
- II. 硬膜・くも膜モデルの作製 和紙を用いた人工硬膜の試作
- III. 微小血管モデルの作製 アルギン酸ゲルファイバーによる微小血管の試作
- IV. 下垂体腫瘍モデルの作製 吸水性ポリマーによる腫瘍モデル試作
- V. 頭蓋内への脳モデル封入 各組織の配置の検討

2-2 成果

I. 脳モデルの作製 脳の皺の再現のための、人肌ゲルによる型を用いた脳モデル試作

脳モデルの皺の溝を含めた精密再現、硬度の調整などをテストするため、人肌ゲルを型に流し入れ試作した。人肌ゲルとしてウレタンゲル、ヤング率約 20kPa を用いて作成した。作成した脳モデルを同プロジェクトのメンバーにて感応評価を実施し、硬度を更に柔らかく、また脳室の作成、皺の溝深さを更に深くしたモデルが必要との評価であった。



作成した脳モデル

II. 硬膜・くも膜モデルの作製 和紙を用いた人工硬膜の試作

硬膜は一方向に筋がある構造である。そのため、繊維方向が入っている和紙と PDMS を用いて硬膜モデルを作成した。硬膜モデ



作成した硬膜モデル

ルに必要な条件として、異方性を持った膜であること、膜が縫合可能であることが必要である。PDMSは柔軟な高分子であり、手術に用いる縫合針にて縫合が可能であった。また、日医大の森田医師による官能評価にて、ハサミでの切断で実際の硬膜と似たものであるという評価であった。

III. 微小血管モデルの作製 アルギン酸ゲルファイバーによる微小血管の試作

脳の微小血管を再現する膜モデル作成のため、アルギン酸のゲルファイバーにPDMSをコーティングし、アルギン酸ファイバーを溶解することで、微小血管の膜モデルの試作を行った。アルギン酸ゲルのファイバーはそのままでは水分含有量が多く軟らかいため、モデルとして表面にPDMSをコーティングすることが難しい。そこで、ファイバーを乾燥させることで、強度の向上とPDMSのコーティングを実現した。しかし、コーティング後の融解が困難であった。

IV. 下垂体腫瘍モデルの作製 吸水性ポリマーによる腫瘍モデル試作

下垂体腫瘍モデル作成のため、吸水性ポリマーとスライムやPDMSなどを混入し、腫瘍モデルの作成を行った。吸水性ポリマーは水分含有量を変化させることで硬度を変え、また混入する素材も硬度を変えることで様々な硬さを実現した。

V. 頭蓋内への脳モデル封入 各組織の配置の検討

脳モデルの封入には、硬膜やくも膜、血管の配置が課題となる。下垂体の経鼻手術のため、下垂体、脳、硬膜のモデル位置について検討した。

2-3 新たな課題など

I. 脳モデルの作製 人肌ゲルの硬さ調整、脳皺の深さの再現

II. 硬膜・くも膜モデルの作製 硬膜モデルの頭蓋サイズの作成、くも膜の素材の検討

III. 微小血管モデルの作製 アルギン酸ゲルファイバーの凍結乾燥による膜モデル作成

IV. 下垂体腫瘍モデルの作製 吸水性ポリマーと混合素材による腫瘍モデル硬さの調整

V. 頭蓋内への脳モデル封入 各組織の配置の検討

3. アウトリーチ活動報告

特になし