

平成 23 年 4 月 27 日

平成 22 年度独立行政法人日本学術振興会
藤田記念医学研究振興基金研究助成事業研究概要報告書

独立行政法人日本学術振興会理事長殿

研究者所属・職 東北大学加齢医学研究所・助教
氏 名 三浦英和

本助成事業による研究について、次のとおり報告します。

1. 研究課題名	小児にも適用可能な超小型完全人工心臓の研究開発
(英文名)	Development of small total artificial heart for pediatric use
2. 研究実施期間	平成 22 年 4 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日
3. 助成金額	1,000,000 円
4. 研究の目的	<p>4-1 本研究の背景</p> <p>心臓移植のドナー不足は深刻な問題であり、完全人工心臓が重症心不全の最終的な治療手段となることが期待される。体内埋込式完全人工心臓の問題点として、・サイズ・耐久性・解剖学的適合性を満たすデザイン・コストがあり、これらを克服する新しい完全人工心臓の開発が望まれる。感染症の問題や患者の Q.O.L(生活の質)を考えると体内に埋め込む小型の体内埋込式の人工心臓が望ましい。補助人工心臓では、磁気浮上、動圧浮上により長期の耐久性が実現されているが入出流ポートの位置関係から体内埋込式完全人工心臓をデザインすることは困難である。また人工心臓は高度な工作技術を要求されるため高額な製品である、普及を図るためには構造を単純化し容易かつ安価に製造できるための研究が必要である。</p> <p>4-2 本研究の目的</p> <p>本研究では革新的な構造を持つ新しい構造の血液ポンプを提案し、最終的には小児にも適用可能な 50mm 球程度の完全人工心臓の実現を目指す。</p> <p>4-3 方法</p> <p>回転式ポンプは拍動型に比べ小型化、高効率化の面で優位性がある。完全人工心臓を構成する鍵は流路、インペラ、流体軸受、モータをいかに巧妙に組み合わせるかにある。本研究の提案する血液ポンプの特徴は・血液をインペラに巻きつくように取入れるらせん状の流入路構造にあり解剖学的適合性を有する開口配置さらには溶血、血栓の低減を実現する。永久磁石と動圧軸受を組み合わせた軸受を開発し長寿命、ローコストを実現する。インペラは内蔵したマグネットを扁平ステータコイルにより直接駆動する。このようなポンプ二つを背中合わせにして完全人工心臓を構成する。</p> <p>完全人工心臓では自然心臓のもつすべての機能を代行するために制御、生理学的適合性などの多くの課題が残されている。長期使用可能な完全人工心臓に適した回転式血液ポンプが構築されれば、これらを解決するための基礎研究が大きく前進し、すべての重症心不全患者を救命できる人工心臓の実現につながる。</p>

5. 研究概要報告

5-1 プロトタイプポンプ

作成したプロトタイプポンプ (Fig. 1) では底部に設置されたモータによりマグネットカップリングを介してインペラを回転させる。またインペラは直径 6 mm のアルミシャフトを用いた動圧軸受により支持される。長時間の運転でも軸受に摩耗が生じないことから接触することなく運転できていることが示唆された。インペラの直径は右心用ポンプが 38 mm、左心用ポンプが 44 mm である。Fig. 2 に製作したポンプの性能を示す。十分な性能を持つことが示された。

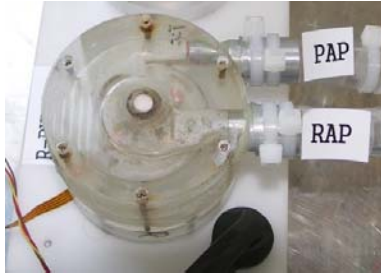


Fig.1 プロトタイプポンプ

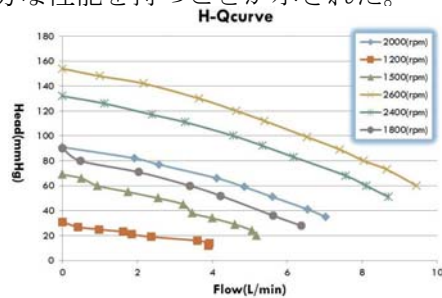


Fig.2 ポンプ特性 (左心)

5-2 完全人工心臓模擬循環回路

模擬循環回路は左右のポンプ、リザーバタンク、コンプライアスタック、流路抵抗により構成された。(Fig. 3) またファンクションジェネレータにより Fig. 1 製作したプロトタイプポンプを駆動することにより擬似的な脈動を作る研究も進めている。本模擬循環回路により得られた圧力、循環流量を Fig. 4 に示す。



Fig.3 模擬循環回路

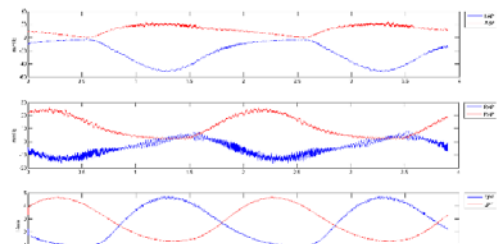


Fig.4 模擬循環システムで再現された圧、流量波形

5-3 急性動物実験

急性動物実験では成ヤギを用い心房脱血、下行大動脈、肺動脈送血にて接続し、両心補助状態でポンプの運転を開始した。その後、心室をクランプしてトータルバイパスとして動作させた。循環を維持することができた。心房の収縮による波形が観測され、完全人工心臓でも心房収縮が維持できればより生理的な循環や人工心臓の制御に適用できる可能性がある。

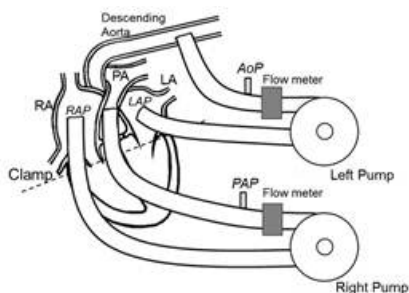


Fig.5 動物実験でのポンプ接続

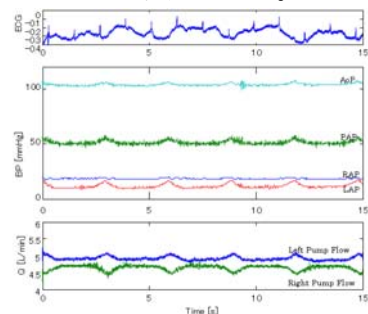


Fig.6 動物実験での血行動態

6. 研究成果の発表について

独立行政法人日本学術振興会藤田記念医学研究振興基金研究助成事業の英文称：
「JSPS Fujita Memorial Fund for Medical Research」

研究者所属・職 東北大学加齢医学研究所・助教
氏 名 氏名 三浦英和

○論文発表 発表者名、テーマ名、発表誌名・巻号、発刊年月を記入してください。
また、別刷り2部を必ず添付してください。

○口頭発表 発表者名、テーマ名、会合名、発表年月日を記入してください。

1. 三浦英和(東北大学加齢医学研究所), 白石泰之, 矢部翔太, SugaiTelma Keiko, 劉紅剪, 馬場敦, 山家智之「螺旋流入路遠心ポンプを用いた完全人工心臓の開発」
第49回日本生体医工学会大会 2010年6月25日
2. 山家智之, 三浦英和, 白石泰之, 齋木佳克「ヘリカルフロー無拍動ポンプを用いた全置換型人工心臓」第58回日本心臓病学会学術集会 2010年9月18日
3. 陳炯旬, 三浦英和, 白石泰之, SugaiTelma K., 劉紅箭, 矢部翔太, 山田昭博, 古賀千尋, 橋本尚, 山家智之「急性動物実験による新しい定常流完全置換型人工心臓の基礎検討」第48回日本人工臓器学会大会 2010年11月19日
4. 三浦英和, 陳炯旬, 白石泰之, 矢部翔太, スガイ・テルマ・ケイコ, 劉紅箭, 馬場敦, 山家智之「らせん流入構造をもつ遠心血液ポンプによる無拍動完全置換型人工心臓の開発」第48回日本人工臓器学会大会 シンポジウム: 究極の人工心臓?=無拍動全置換型人工心臓の可能性 2010年11月20日
5. 陳炯旬, 三浦英和, 白石泰之, 山家智之「Basic Research of Total Artificial Heart Using Continuous Flow Pumps」第44回日本生体医工学会東北支部大会 2010年11月20日

論文種類: 会議録論文種類: 会議録○著 書 著者名、出版社名、刊行年月日、共著または単著の別を明記してください