



# 今、人工心臓はどこまで進歩しているのか

## 先端研究学際講演会

実施日: 2021年12月22日

実施場所: Zoomオンライン

リーダー: 医学部 医学科2年 森 なつ実

講演者: 大学院理工学府電子情報部門 栗田 伸幸先生



### 1.概要

本講演会では、群馬大学大学院理工学府電子情報部門准教授の栗田伸幸先生を講師としてお招きし、人工心臓の開発の動向や最新の先生のご研究についてお話をいただいた。

医学部GFL2年生一同、医療者を志すものとして、工学的に作られた器官を生体内でどのように動かすことができるのか非常に興味があった。また、ペースメーカーなどの心臓の電気的刺激を発生させるものだけでなく心臓のポンプ機能を直接代替する人工心臓が開発されることで、より重症の患者さんの治療が可能となり医学分野は飛躍的な進歩を遂げられると思い、まさに理工学部と医学部の連携を感じられるこの画期的な技術に魅力を感じた。そこで、磁気吸引力をアクティブに制御する磁気ペアリング・磁気浮上モータなどを研究され、また小児用人工心臓の開発プロジェクトを立ち上げられるなど人工心臓についての研究において最先端を走られている栗田先生にご講演の依頼を差し上げたところご快諾くださいました。ご講演はZoomにより行われ、多くの方のご参加をいただいた。

### 2.講演内容

#### 人工心臓の役割

世界における死因の約30 %が心不全を含む循環器系の疾患である。特に薬物治療も困難な重度の心不全の患者さんの命を救うためには「心臓移植」が最も有効とされている。近年心不全を患有患者さんの数は増えており、心臓移植に対する需要が高まっている。

しかし、そうした心不全患者において心臓移植が必要と判断されても、ドナーが見つかり移植手術を行うことができるまでに要する時間は、約4 年間(平均1500 日)と長期化してきており、ドナー不足が深刻となっている。

この待機期間中、患者さんの命をつなぐのが人工心臓であり、今や人工心臓の永久置換も保険適用となるなど、人工心臓の開発・研究に対する期待が高まっている。

#### 心不全と人工心臓の役割

『心不全とは、心臓が悪いために、息切れやむくみが起こり、だんだん悪くなり、生命を縮める病気です。』(日本循環器学会と日本心不全学会による厚労省記者会見(2017年10月31日))

健康な成人において、安静時に心臓は1 分間あたり約60 回拍動し、約5 Lの血液を全身に送り出している。しかし心不全により心臓の機能が障害されると心臓の血液を送り出す能力が減少してしまう。その結果、例えば血流量が半分に減少すると心臓はその不足分を補おうと心拍数を2 倍にし、必要な血液を循環させようとする。

このようにマラソンをしているような状態が長く続くと心臓の負担が増大して心臓が疲れてしまい、心不全に陥ってしまう。ここで人工心臓を用いることで、血流量の半分を補い心臓を休ませることが可能となる。また、この間に心臓の機能が回復することもある。

#### 人工心臓の流れの種類と問題点

人工心臓は大きく分けて拍動流式と連続流式の2種類(図1)があり、それぞれ解決すべき問題があるようだ。

拍動流式は本物の心臓と同様に拍動して血液を送り出すものであるが、大量の血液を送り出すためにはサイズが大きい必要がある。そのため小型化が難しく、耐用年数も短い。一方連続流式の場合、小型化は可能であるが、インペラ(血液を送り出すための羽)の支持軸が接触型であるため、血球がすり潰されてしまうことによる溶血や血栓、感染症を起こしやすい。

以上の問題により、現在使用されている主な人工心臓は装着日から1 年での交換、また定期的な保守点検が必要となり長期間の使用が難しい。

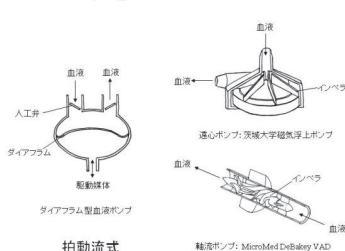


図1 拍動流式と連続流式  
(増澤徹「人工心臓の進歩」より)

#### 磁気浮上技術

インペラの軸の支持方法として、これまで接觸型支持が使用されていたが、この方法では溶血の原因となるだけでなく、血栓や感染症、長期使用の困難さなどの多くの問題が生じる。そこで非接觸型の磁気浮上技術を用いた人工心臓の開発が進められている。

磁気浮上技術により非接觸で軸を支持・回転することができれば、こすって動く部分がないため、溶血が起こる心配もなく、回転部の長期使用が可能となる(図2)。栗田先生の研究室では磁気浮上モーターが作成された。

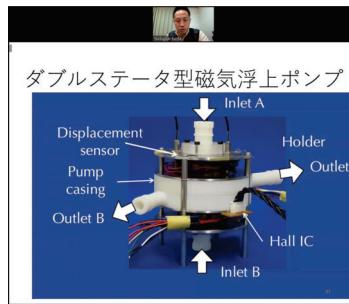


図2 磁気浮上ポンプの説明の様子



図3 小児用人工心臓開発プロジェクトのホームページ

#### より負担の少ない人工心臓を!

特に小児の心臓移植はドナーが少ないと加え、小児用人工心臓は成人用人工心臓と比較して開発が遅れている。現在、日本で利用可能な小児用人工心臓は体外設置型であるため、使用中は太い人工血管が体を貫通する必要があり、体に大きな負担がかかる。さらに、駆動装置が大型であるため患者は基本的にベッドから離れられず、行動が制限されてしまう。

そこで栗田先生は重症心臓病を患った小児の救命のために開胸手術を必要とせずに小児の体内に埋め込める小型の人工心臓の開発を進められている(図3)。先生はクラウドファンディングを立ち上げられ、来年度からはTexas Children's Hospitalと連携し本格的に開発を進められるとのことであった。

人工心臓の小型化における難しさについて伺うと、溶血を防ぐために必要なインペラと時期発生装置の距離が、小児型であっても変更することができないために小型化が非常に難しいことなどについてもご説明くださいました。

### 3.おわりに

栗田先生は人工心臓に関する知識が乏しかった私たちにも理解しやすいよう非常に丁寧にご解説くださいました。

人工心臓の開発において感染症や溶血、血栓などのリスクを最小限に抑えるためにどれだけの苦労と工夫がなされてきているのかについても学ぶことができた。

特に現在の小児用人工心臓は拍動流式のみとのことで、その小型化の必要性を強く感じたと同時に、その開発の難しさは想像をはるかに超えるものであると、先生のご講演を通して痛感した。

さらに、医学が他分野の技術無しにはその発展は無いこと、またその連携の大切さを感じた。将来医療者を目指すものとして、一日も早く先生方が懸命に開発されている人工心臓の完成が実現され、多くの患者さんが救われる日が来る事を心から願うばかりである。私も将来臨床医として患者さんの心身のサポートに携わらせていただくななど、何らかの形で役立ちたい。

### 4.謝辞

先端研究学際講演会開催にあたり、ご多忙の中ご講演くださいました栗田伸幸先生をはじめ、本講演会の運営のご協力いただいた本学大学院医学系研究科の霞田明弘先生、GFL事務の皆様に心から感謝申し上げます。

また、ご参加いただいたみなさんありがとうございました。