

深層学習によるモノピボット遠心血液ポンプ内血栓光検出範囲拡張の試み

*¹ 弘前大学大学院理工学研究科, *² 泉工医科工業株式会社, *³ 産業技術総合研究所健康医工学研究部門

高山 史也*^{1,3}, 矢野 哲也*¹, 井上 将*², 迫田 大輔*³

Fumiya TAKAYAMA, Tetsuya YANO, Masaru INOUE, Daisuke SAKOTA

1. 目的

筆者らは、泉工医科工業株式会社製「メラ遠心血液ポンプ」のピボット軸受部に近赤外光を照射し、血栓形成過程をモニタリングする「メラ血栓センサ(図1)」を開発している¹⁾。先行研究で、メラ血栓センサは軸受部血栓の検出が可能であることが示されていた。加えて筆者らは、メラ血栓センサ信号には、軸受部以外の血栓形成に伴うインペラ振る舞い変化情報も含まれているという仮説を立てた。この仮説を実証するために、深層学習により信号を学習させた「血栓判定AI」を開発し、軸受部以外の血栓検出を試みた。

2. 方法

メラ遠心ポンプヘッド11個を、「血栓なし5個」と「血栓あり6個」とに振り分けた。次に、全血、フィブリノゲン、トロンビンからなる「血栓光学ファントム」を以下に示す場所、量で、血栓ありのポンプ数のぶんだけ付着させた。軸受部(3~6 μ l, 3個)、インペラ内1流路(220 μ l, 1個)、2流路(220 μ l \times 2, 1個)、全4流路(220 μ l \times 4, 1個)。模擬循環回路で2,700 rpm, 4 l/minでブタ血液をポンプ駆動し、60秒間のセンサ信号をスペクトログラムへと変換した。これを単位として、学習データ(血栓なし50個、軸受部血栓15個、流路内血栓15個)を作成し、畳み込みニューラルネットワークによる学習を行った。学習後、同様の実験で非学習データ(血栓なし20個、軸受部血栓5個、流路内血栓5個)を取得し、血栓判定AIの評価を行った。

3. 結果・考察

非学習データについて、流路内血栓1個を除く29個の



図1 メラ血栓センサ

データを正しく判定できた。血栓判定AIは軸受部血栓について、先行研究¹⁾の血栓検出法と同様の周波数領域に着目していることがわかった。流路内血栓に関しては、より高周波領域で判定しており、流路内血栓によるインペラ振る舞い変化であると考えられた。

4. まとめ・独創性

血栓判定AIを開発することにより、軸受部のみならずインペラ流路内血栓も検出することができた。AI技術により、光学的なハードウェアを変更することなくメラ血栓センサの機能拡張が可能である。

謝辞および利益相反の開示

本研究の一部は、令和2年度「ウイルス等感染症対策技術開発事業」(JP20he0522006j0001)の支援を受けた。

井上 将：【株】泉工医科工業株式会社
その他の著者には規定されたCOIはない。

文 献

- 1) Sakota D, Fujiwara T, Ohuchi K, et al: Development of a real-time and quantitative thrombus sensor for an extracorporeal centrifugal blood pump by near-infrared light. Biomed Opt Express **9**: 190-201, 2017

■ 著者連絡先

弘前大学大学院理工学研究科理工学専攻
(〒036-8224 青森県弘前市文京町3)
E-mail. h21ms529@hirosaki-u.ac.jp