

# 小児用補助人工心臓「EXCOR® Pediatric」における血栓常時監視システムの開発

SATテクノロジー・ショーケース2026

## ■はじめに

EXCOR® Pediatric(以下EXCOR)は、現在唯一の体表0.7 m<sup>2</sup>以下の小児に用いることができる拍動式の体外設置型補助人工心臓である。深刻なドナー不足である我が国において、EXCORは小児心臓移植までの橋渡しとして大きな役割を果たしている一方で、血液ポンプ内の血栓形成が課題となっている。血栓が形成されると、血液ポンプが正常に作動しなくなるだけでなく、血栓が血流によって剥離し、末梢血管にて塞栓症を引き起こす可能性がある。現状では4~6時間おきの定期の肉眼観察によって血液ポンプ内の血栓形成有無を確認しており、医療従事者の負担、見逃しのリスクが課題となっている。そこで、視認困難なレベルの血栓形成及びその血栓厚さを推定可能な光による非侵襲血栓常時監視システムを開発した。

## ■活動内容

### 1. 方法

EXCOR使用環境を模擬したin vitro血液循環回路を構築し、EXCOR血液ポンプを96 bpmで駆動した。抗凝固ブタ血液を回路にて循環させ、抗凝固を徐々に解除して血栓形成を誘発した。試験中、血液ポンプ表面にキセノンランプ(MAX-303、朝日分光株式会社)を照射し、フレームレート1000 fpsの高速カメラ(VW-9000、キーエンス株式会社)を用いて、20分おきに5秒間、血液ポンプ内の血栓形成の様子を撮影した(図1)。撮影した動画の輝度値標準偏差の経時的な変化比を元に、生体組織光学理論と流体力学理論から独自に開発した画像処理アルゴリズムを用いて、血栓形成位置と血栓厚さを可視化した。

### 2. 結果・考察

撮影した高速カメラ画像を図2aに示す。試験後に血液ポンプを洗浄すると、臨床報告で頻出個所とされる流入弁および流出弁に血栓を確認した(図2b)。血栓形成位置と厚さを推定した結果の一例を図2cに示す。厚さ約1 mmの血栓がイメージングされ、図2bの肉眼観察結果とも概ねの対応がとれていると考えられた。本技術は、EXCORが拍動式であることに着目することで、収縮/拡張期の血流変動に伴う血液の光学特性変化を利用し、照明変動などのノイズに強い血栓検出を可能にした。本システムは非侵襲かつ長時間の血栓監視を可能にし、血栓の見逃しリスク低減と医療従事者の負担軽減が期待される。

## 3. 展望

今後は超小型カメラを用いた小型血栓検出デバイスの開発を進め、臨床使用可能なシステムの実現を目指す。

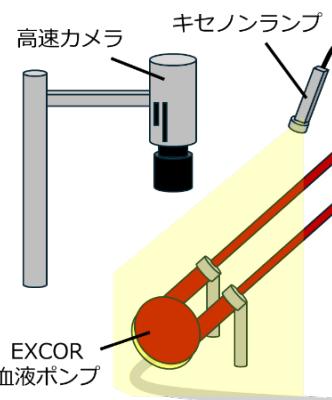
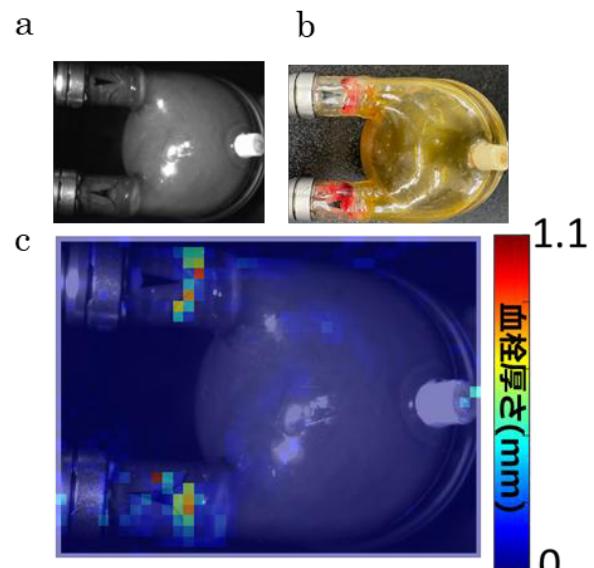


図1 撮影環境模式図

図2 a:高速カメラで撮影した画像, b:試験後の血栓,  
c:血栓イメージング結果

## ■関連情報等(特許関係、施設)

特になし。

- キーワード: (1) 小児用補助人工心臓
- (2) 血栓
- (3) 光イメージング

■共同研究者: 斎藤 優衣、中上 知優、渡邊 宣夫(芝浦工業大学大学院理工学研究科システム理工学専攻)、片岡 怜(国立成育医療研究センター手術・集中治療部医療工学室)、迫田 大輔(産業技術総合研究所健康医工学研究部門)

代表発表者 **根津 純社(ねつ あやと)**  
所 属 芝浦工業大学大学院理工学研究科  
システム理工学専攻  
問合せ先 〒337-8570 埼玉県さいたま市見沼区深作 307  
TEL:080-8490-3144