

# 安全な体外循環を支援する 血液の非採血式光モニター

SATテクノロジー・ショーケース2013

## ■ はじめに

平成22年に本邦でも植え込み型補助人工心臓の製造販売が承認され、重症心疾患患者は人工心臓を体内に装着して心臓移植ドナーを待つ時代になった。しかしながら平成21年に臓器の移植に関する法律が改正されたものの、依然としてドナー不足は深刻な状況である。近年発展が目覚ましい次世代創薬技術や再生医療技術によって、将来はより積極的に心疾患を治療・回復させる医療が実現することを期待している。そこで当研究室では、植え込み型より着脱が容易である体外循環型の人工心臓を開発し、これによって全身の循環を補助しながら、次世代の心臓治療技術を発揮させ、心臓を回復させる医療の確立を目指している。

従来の体外循環は、手術中における人工心肺としての使用や、長くても2、3日程度あくまで一時的な心肺補助として適用するのが一般的であった。次世代心臓治療技術を発揮させる土台とするためには、心機能の補助として、2、3ヶ月は安全に行えるようになることを目安にしている。そのためには体外循環治療における、出血・感染症・赤血球破壊(溶血)・血栓など、血液に関する問題を最小限にする必要がある。そこで図1に示す様に、採血することなく連続的に可視光によって血液をモニタリングし、貧血・感染症防止と、血液異常に対する迅速な対応を支援する技術を開発した。

## ■ 活動内容

### 1. 血液内光伝播シミュレーションによる出血モニタリング

血液は赤く濁っているが、それは赤血球によって光が吸収・散乱されるためである。このため血液内の光は複雑な光路を辿るため、通常の分光光度計では、血液物質を定量することはできない。そこで血液内の光子の経路を解く血液内光伝播シミュレーションを開発し[1]、これによって血液内の赤血球内外の光路長を計算できるようになった。血液内の光路長がわかることで、光を吸収させる物質がどれくらい含まれているのか定量することが可能となる。本システムによって血中ヘモグロビンを採血測定との誤差1%程度の精度で非採血に予測することに成功した[2]。

### 2. 血漿層境界反射分光による溶血モニタリング

血液は、血球細胞(赤血球、白血球、血小板)が血漿中に分散した懸濁液である。これまでの血液の光モニターは、酸素飽和度やヘモグロビン濃度など、赤血球に関する

診断機器だけであったが、本システムは血漿成分を非採血に定量できる技術である[3,4]。着想の原点は「プラズマスキミング効果」を利用することにある。これは血液が流動したとき、血球細胞群は血管の中心付近に集中して流動し、血管壁付近には血球細胞がなく、薄い血漿層となる現象である。このことから、体外循環の流路壁と血漿層の境界で反射した光のみを分光することで、全血まるごとの状態で血漿物質だけの情報を取得できるようになった。これにより、溶血による血漿中のヘモグロビン濃度を約5mg/dLの精度で採血せずに定量できるようになった。人工心臓や人工肺内における血流や、血栓形成による赤血球破壊度を迅速に検知し、デバイス異常の早期対応へのための安全管理システムとして期待できる。

## ■ 関連情報等(特許関係、施設)

・学術論文, 特許

- [1] D. Sakota, S. Takatani., Photon-cell interactive Monte Carlo model based on the geometrical optics theory for photon migration in blood by incorporating both extra- and intra-cellular pathways, *J. Biomed. Opt.* Vol.15, No.6 (2011) 065001 14 pages.
- [2] D. Sakota, S. Takatani., Quantitative analysis of optical properties of flowing blood using a photon-cell interactive Monte carlo (pciMC) code: Effects of red blood cells' orientation on light scattering, *J. Biomed. Opt.* Vol.17, No.5 (2012) 057007 12 pages.
- [3] D. Sakota, S. Takatani., Plasma surface reflectance spectroscopy for non-invasive and continuous monitoring of extracellular component of blood, *Proc. SPIE* Vol.8439 (2012) 84392K 8 pages.
- [4] 迫田大輔 他, 「血液情報の測定方法及び装置」, 特願 2012-28231, 2012.2.13

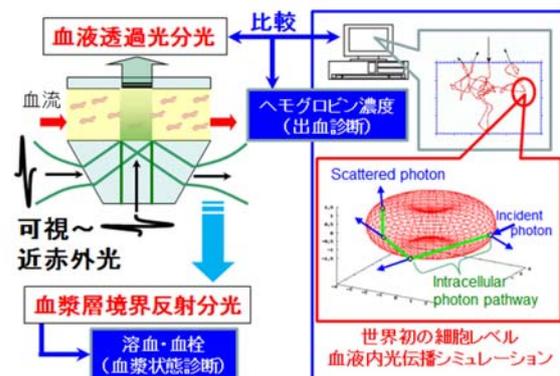


図1: 血液の非採血式光診断システム

代表発表者 迫田 大輔 (さこた だいすけ)  
 所属 (独)産業技術総合研究所  
 ヒューマンライフテクノロジー研究部門  
 人工臓器グループ  
 産総研特別研究員  
 問合せ先 〒305-8564 茨城県つくば市並木1-2-1  
 TEL: 029-861-2332 FAX: 029-861-7848  
 sakota.ao@aist.go.jp

■キーワード: (1) 心疾患治療  
 (2) 体外循環  
 (3) 無侵襲生体光計測