

## 論文内容の要旨

博士論文題目 パルススペクトロフォトメトリによる循環計測の研究

氏名 小林 直樹

(論文内容の要旨)

パルスオキシメータの原理であるパルススペクトロフォトメトリ (PSP : pulse spectrophotometry) は、体表面から生体に複数の波長の光を照射し、透過光の脈動による減光度を測定することにより、血中吸光物質濃度を測定する技術である。パルスオキシメータは、現在、血液の酸素化のモニタとして医療の現場で広く使用されている。PSP はパルスオキシメトリ (pulse oximetry) の他に、血中に投与した色素の濃度を連続測定し心拍出量 (CO) を測定するパルス式色素希釈法 (PDD: Pulse dye densitometry) にも応用されている。

本論文では、PSP を用いた新たな循環計測技術の開発を目的とした2つの研究について論じている。

まず、末梢循環で計測される PSP のメカニズムについて再検討した。健常ボランティアによる実験の結果、手を下げた状態では減光度比が増加し、SpO<sub>2</sub> を過小評価する誤差が生じる現象を発見した。この現象を説明するために、測定領域への血液の流入、組織酸素消費、および血液の流出を考慮した新たな末梢血管電気回路モデルを提案した。そして、そのシミュレーションを行い、誤差と脈波変化のメカニズムを定量的に明らかにした。

次に、PDD により得られる平均循環時間 MTT を用いて簡便に CO を推定するための新しい数式モデルを提案し、臨床データを用いてその測定精度を評価した。体重正規化 MTT を変数とした単回帰モデルで計算した CO と、従来の熱希釈法で計測された CO とを比較した結果、良好な相関が得られ、MTT から簡単に心拍出量を推定できる可能性を示した。

氏名	小林 直樹
----	-------

(論文審査結果の要旨)

平成24年12月21日に開催した公聴会の結果を参考に、平成25年2月20日に本博士論文の審査を実施した。

以下に述べる通り、本博士論文は、本学位申請者が情報科学の生命機能計測応用分野で研究開発活動を続けていくために必要な素養を備えていることを示すものである。

小林直樹は本学位論文において、まず、末梢循環を対象としたパルススペクトロフォトメトリ (PSP: pulse spectrophotometry) を用いたパルスオキシメータによる酸素飽和度の測定において、過小評価誤差が生じる場合があることを発見し、その機序を説明できる新たな電気回路モデルを提案して、手を下げた状態で減光度比が増加するメカニズムを定量的に明らかにした。つぎに、パルス式色素希釈法 (PDD: Pulse dye densitometry) により得られる血液の平均循環時間 MTT を用いて心拍出量(CO)を測定する回帰モデルを考案し、熱希釈法との良好な相関を示して、簡便なCO測定方法を開発した。これにより、ICUで簡単に患者の循環を把握できるツールとなる可能性を示した。

PSPは患者に負担をかけずに生体計測情報を得ることが可能であり、PSPを応用した生体計測技術の精緻化は、安全に患者のQOLを向上させるだけでなく、病院外での健康管理などにも広く貢献できるものであって、これらのアイデアの新規性と実験評価の信頼性は高く評価できる。

本論文で提案された、PSP関連生体計測方法の着想と開発は、情報科学と医療の境界領域における生命機能計測学の発展に大きく貢献するものである。よって、本論文は、博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認める。