

博士論文要旨

論文題名：分圧抵抗スイッチング電極による生体内電気信号の信号源推定に関する研究

立命館大学大学院理工学研究科
機械システム専攻博士課程後期課程
ふりがな さかうえ ゆうすけ
氏名 坂上 友介

本論文は、分圧抵抗スイッチング電極による生体内電気信号の信号源推定に関して記したものである。この推定方法は、1つの信号電極から信号源に関する電圧情報だけでなく、位置情報を同時に取得することが可能である。これら2つの情報を用いることで従来の推定方法よりも少ない体表面電極数での信号源推定システムを開発することが本研究の最終目標であり、本論文では、そのための基礎理論の検討を行った。

まず、抵抗の分圧則を利用した新しい生体信号計測理論を提案した。この理論では、生体を多数の抵抗素子から構成される電気回路網、信号源を電圧源と仮定し、鳳-テブナンの法則によって、生体内内部抵抗と等価電圧源による等価電気回路モデルを得る。このモデルによって、生体内内部抵抗と抵抗の分圧則が成立するように、2つの体表面電極間に分圧抵抗を接続することで生体内内部抵抗が算出されることを示した。次に、この計測理論による信号源の位置情報の算出理論を示した。具体的には、分圧抵抗が接続される場合に計測される電圧と、分圧抵抗が接続されない場合に計測される電圧の減衰比が、信号源が電極から遠い、もしくは近い、という信号源位置を反映することを示した。続いて、鳳-テブナンの法則による等価電気回路モデルから算出される生体内内部抵抗と、ラプラス方程式から導いた信号源によって生じる体表面電位の理論式を組み合わせた信号源推定理論を考案した。この方法では、生体内内部抵抗が任意の値として取得された場合に、信号源が存在する曲面の方程式を求め、複数の信号電極から得られた曲面の交点として信号源が推定される。最後に、本推定理論の生体への適用例として、体表面心電図による心臓信号源の推定を行った。R波を対象として推定された心臓信号源の位置は心室近傍であった。この結果は、心臓の電気生理学の知見と一致することから、R波の信号源が推定出来ている可能性を示した。