

(様式 1 1)

論文審査の要旨 (課程博士)

生物システム応用科学府長 殿

審査委員 主査 岩井 俊昭 ㊞  
副査 西舘 泉 ㊞  
副査 石田 寛 ㊞  
副査 高木 康博 ㊞  
副査 佐藤 俊一 ㊞

学位申請者	平成 <u>24</u> 年度入学 学籍番号 <u>12701291</u> 氏名 伊田 泰一郎
申請学位	博士 (工学)
論文題目	皮膚外傷診断のための光音響イメージング法に関する研究 (Photoacoustic imaging for diagnosis of skin trauma)
論文審査要旨 (2000 字程度)	
<p>本申請の学位論文は、皮膚の血行障害を伴う熱傷深度診断ならびに移植皮膚の生着モニタリングのための臨床医療機器として、光音響イメージング・システムの開発とその有効性の実証を行なっている。特に、アレイ照明と検出を導入することによって、5 mm の測定深度、解像度の向上、および実時間撮像を可能としている。</p> <p>第 1 章では、熱傷の分類と深度診断の重要性について概説し、熱傷深度診断法について俯瞰し、本が食い論文の目的と構成について要約している。</p> <p>第 2 章では、光音響イメージングの原理を概説し、本研究で開発した光音響イメージング・システムの特徴を示すために、実証用に開発したファントムの光学特性と音響特性、8 チャンネル・アレイ照明と検出の構造と特性、画像化アルゴリズム、システム構成、ならびにパルス・ファイバーレーザー光源について詳細に説明している。また、ファントム実験の結果を示し、システムの実働性について実証している。</p> <p>第 3 章では、光音響イメージング・システムの <i>in vivo</i> 評価を行なうために、ラット熱傷モデルを用いた測定を行っている。熱傷は重症度により深度が異なるため、4 種類のラット熱傷モデルについて開発したシステムで測定を行い、その組織標本から見積もった熱傷深度との比較を行っている。システムによる測定結果では、浅達性Ⅱ度熱傷、深達性Ⅱ度熱傷、およびⅢ度熱傷モデルについては熱傷深度に明らかに差異を確認し、組織標本から見積もった熱傷深度とほぼ一致することを確認している。</p> <p>第 4 章では、システムによる傷深度測定の正確性を確認するため、熱傷発生温度について異なる 6 条件のもと Walker-Mason 法によってラット熱傷モデルを作製している。熱傷作製 48 時間後に、ラット熱傷モデルの光音響イメージング法とレーザードップラー血流イメージング法によって撮像を行い、組織標本から見積もった熱傷深度と比較している。その結果、レーザードップラー血流イメージング法による測定深度よりも、本研究で開発した光音響イメージング・システムによるそれが組織標本から見積もった熱傷深度と高い相関性を示すことを明示している。さらに、熱傷深度が深いモデルにおいては、レーザードップラー血流イメージング法による測定値のゆらぎが大きいことと光音響イメージング・システムの測定値のゆらぎが熱傷深度に依存しないことを示し、ラットよりも皮膚の厚いヒトに対しても本誌システムが有効であることを示している。</p> <p>第 5 章では、熱傷深度診断以外の応用として、移植皮膚の生着モニタリングの評価を行っている。広範囲</p>	

の重度熱傷において皮膚移植が行われるが、生着判断は肉眼的観察が一般的であり、定量的な評価は行なわれていない。本章では、ラットの自家皮膚移植モデルと同種皮膚移植モデルについて、本システムで血行回復の測定を行っている。その結果、皮膚移植後1日まではいずれのモデルも移植片内に血管由来と考えられる光音響信号が確認されるが、2日後および4日後では、自家皮膚移植モデルにおける光音響信号が増加することに対し同種皮膚移植モデルでは減少することを示しており、同種皮膚移植の拒絶反応による脱落の兆候を示唆している。このことは、移植部位の組織標本画像の解析を行なうことによって、自家皮膚移植では血管内皮細胞数の増加による血行回復を確認し、同種皮膚移植では移植1日以降血管内皮細胞数の減少を確認している。

第6章では、本学位論文の結果を総括し、本研究で開発した光音響イメージング・システムの臨床医療応用への可能性に言及している。

これを要するに、皮膚の血行障害を伴う熱傷深度診断ならびに移植皮膚の生着モニタリングのための臨床医療機器として光音響イメージング・システムの開発を行い、5 mmの測定深度、解像度の向上、および実時間撮像の初期仕様を達成し、その実働性の実証に成功しており、生体医用光学ならびに皮膚外傷診断学の分野に貢献すること大なるものがある。

よって、著者は、東京農工大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。