The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	LED光源光音響イメージングに関する研究
Author(s)	阿賀野, 俊孝
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/73570
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　阿賀野　俊孝　）	
論文題名	LED光源光音響イメージングに関する研究

論文内容の要旨

本研究の目的は，医療機器としての要件，すなわち安全性・有効性を満たし，臨床応用可能な光音響イメージング技術を開発し，ヒトの*in-vivo*リアルタイム機能画像化を実現することにより提案技術の有効性を実証することである．励起光源としてLED(Light Emitting Diode)を用いた光音響イメージング技術を開発して，要件を満たした上で，臨床/非臨床分野の研究に使える装置を実現した．更にその物理性能である，系の周波数応答特性及びSNR(Signal to Noise Ratio)を評価した上で，ヒトのリンパ管を血管と区別して*in-vivo*リアルタイム機能画像化した．

光音響イメージングは他のモダリティーにない，非侵襲で且つ機能診断が可能という特長を有しており，医療現場への早期導入が期待されている．励起光源として現在は固体レーザーが主流であるが，大型且つ複雑で医療現場への導入要件を満たすことは難しい．一方LEDは小型且つ安全で要件を満たす光源となりうるが，そのパワーは固体レーザーに比較して著しく弱い．そのためSNRも小さくなる．弱い励起パワーにおいても高いSNRで信号取得可能な”LED光源光音響イメージング技術”を開発することが重要である．

そこで本論文では，低SNRを克服するLED光源光音響イメージング技術を開発（第２章）し，物理評価としてファントムによる周波数応答特性を評価（第３章），続いて生体サンプルでのSNR評価（第４章），及びヒトのリンパ管のリアルタイム機能画像化（第５章）を行い，LED光源光音響イメージング技術を実証した，医療機器開発につながる研究について述べる．

第1章では，まず光音響イメージングについて解説し，励起光源の進展について述べ，本研究の目的及び構成について述べた．

第２章では，医療現場に導入するに必要な要件を満たす光音響イメージング技術の開発について述べた上で，LEDアレー光源の性能を評価した．

第３章では，光音響イメージングシステムの系の周波数応答を，点音源ファントムを用いて評価した．光パルス幅を変えて，超音波プローブ及び得られた光音響信号の周波数応答解析し，それらの関係を明らかにした．

第４章では，光音響イメージングシステムのSNRを，生体サンプルを用いて定量的に解析した．その際，光音響信号の増幅度がSNRに及ぼす影響を，実験で定量的に明らかにした．

第５章では，開発した２波長のLEDアレー光源を用いて，血管と区別してヒトのリンパ管の*in-vivo*リアルタイム機能画像化を実現し，LED光音響イメージング技術を実証した．

第６章では，本研究から得られた結論について述べた．

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　阿賀野 俊孝　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教授	粟津邦男
	副 査	教授	村田勲
	副 査	准教授	間久直

論文審査の結果の要旨

本研究の目的は，医療機器としての要件，すなわち安全性・有効性を満たし，臨床応用可能な光音響イメージング技術を開発し，ヒトの *in-vivo* リアルタイム機能画像化を実現することにより提案技術の有効性を実証することである．励起光源として LED（Light Emitting Diode）を用いた光音響イメージング技術を開発して，要件を満たした上で，臨床/非臨床分野の研究に使える装置を実現した．更にその物理性能である，系の周波数応答特性及び SNR（Signal to Noise Ratio）を評価した上で，ヒトのリンパ管を血管と区別して *in-vivo* リアルタイム機能画像化した．

光音響イメージングは他のモダリティーにない，非侵襲で且つ機能診断が可能という特長を有しており，医療現場への早期導入が期待されている．励起光源として現在は固体レーザーが主流であるが，大型且つ複雑で医療現場への導入要件を満たすことは難しい．一方 LED は小型且つ安全で要件を満たす光源となりうるが，そのパワーは固体レーザーに比較して著しく弱い．そのため SNR も小さくなる．弱い励起パワーにおいても高い SNR で信号取得可能な”LED 光源光音響イメージング技術”を開発することが重要である．

そこで本論文では，低 SNR を克服する LED 光源光音響イメージング技術を開発（第２章）し，物理評価としてファントムによる周波数応答特性を評価（第３章），続いて生体サンプルでの SNR 評価（第４章），及びヒトのリンパ管のリアルタイム機能画像化（第５章）を行い，LED 光源光音響イメージング技術を実証した，医療機器開発につながる研究について述べられている．

第 1 章では，まず光音響イメージングについて解説し，励起光源の進展について述べ，本研究の目的及び構成について述べられている．

第２章では，医療現場に導入するに必要な要件を満たす光音響イメージング技術の開発について述べた上で，LED アレー光源の性能を評価した結果が述べられている．

第３章では，光音響イメージングシステムの系の周波数応答を，点音源ファントムを用いて評価した．光パルス幅を変えて，超音波プローブ及び得られた光音響信号の周波数応答解析し，それらの関係を明らかにした．

第４章では，光音響イメージングシステムの SNR を，生体サンプルを用いて定量的に解析した．その際，光音響信号の増幅度が SNR に及ぼす影響を，実験で定量的に明らかにした．

第５章では，開発した２波長の LED アレー光源を用いて，血管と区別してヒトのリンパ管の *in-vivo* リアルタイム機能画像化を実現し，LED 光音響イメージング技術を実証した結果について述べられている．

第６章では，本研究から得られた結論について述べられている．

以上のように、本研究では新たな診断方法の実現に有用な成果が得られていると考えられるため、本論文は博士論文として価値あるものと認める。