

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：23304

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K00996

研究課題名(和文) 臨床工学士を養成する生体情報計測の体験型実習装置の開発と教育実践

研究課題名(英文) Development and practice a hands-on training device for biosignal monitoring to train clinical engineers

研究代表者

八賀 正司 (Hachiga, Tadashi)

公立小松大学・保健医療学部・教授

研究者番号：80123305

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：医療現場での医療機器をまねた教育システムを作成し、医療に工学技術を融合した生体情報計測の体験型教育実習装置(心電図・脈拍計・超音波エコー診断装置)を開発し、教育実践を行い装置の改良を行った。教育実践後に学生アンケート調査を行い、教育効果の分析と確認を行った。本装置が有効かどうかの数値化、計測原理の理解が深まったかの数値化を行った。心電図計測では、深呼吸や手を強く握るなどの動作で心電図にドリフトノイズや筋電図ノイズが加わることなどを体験させ、超音波エコーの実習では、モデル内の臓器の厚さをエコー信号から求め、超音波の駆動周波数の大きさによる減衰の違いや指向性の違いを確認させることが出来た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

コロナ禍、臨床工学士の教育に求められることは、多種多様化する医療技術に対して、医療現場で役に立つ臨床工学士の養成であり、多方面で活躍できる実践的な教育が必要である。

本研究では現場での医療機器をまねた教育システムを作成し、医療に工学技術を融合した生体情報計測の体験型教育実習装置の開発・改良を行った。生体情報として心電図・筋電図・脈拍計・超音波エコー診断装置を取り入れた。本研究により、測定原理を理解し、作業を模擬体験し、繰り返し練習することができ、臨床での測定誤差を再現でき、測定値に与える影響も理解させることができた。

本研究の結果が他大学の学生にも波及すればその学術的意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：In this research, we created an educational system that imitated medical equipment in the medical field, and developed an experience-based educational training device (electrocardiogram, pulse meter, ultrasonic echo diagnostic device) for biometric information measurement that combines medical technology with engineering technology. Educational practice was carried out, equipment was developed, and after the educational practice, a student questionnaire survey was conducted to analyze and confirm the educational effect. We quantified whether this device is effective and whether it deepened our understanding of the measurement principle. In electrocardiogram measurement, you can actually experience the addition of drift noise and electromyogram noise to the electrocardiogram by actions such as deep breathing and squeezing your hand. It was possible to confirm the difference in attenuation and the difference in directivity depending on the magnitude of the ultrasonic drive frequency.

研究分野：科学教育

キーワード：臨床工学士 体験型実習装置 生体情報 教育実践

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

国際赤十字は、様々な機能を備えた緊急対応ユニット（ERU）を被災地に派遣して医療活動を展開している。ERUのメンバーには、いのちのエンジニア（臨床工学士）も含まれている。大規模災害発生時、災害急性期の臨床工学士の役割も大きい。近年手術室では臨床工学士の需要は増加し、それに伴い手術室で働く臨床工学士は増加している。このように臨床工学士の業務範囲の拡大が著しい。さらに医師、看護師不足も影響し、臨床工学士増員に拍車をかけている。今後の臨床工学士の教育に求められることは、さらに高度化、多種多様化する医療技術に対して、臨床現場で役立つ臨床工学士の養成を行うとともに、多方面で活躍できる教育が必要である。

現状では、臨床工学士に必要な基礎教育を行うにあたり、国家試験重視の教育、国家試験に必要とされる知識を中心とした授業・実習を行うことから、臨床現場で必要とされる教育内容が手薄になっている。

臨床工学士は医師の指示の下に医療機器の操作や保守管理を行う役割を担っている。また、近年の厚生労働省のチーム医療の推進による業務範囲の拡大から、更なる専門性の向上が求められている。したがって臨床工学士は業務に関わる生体計測装置の原理、保守管理、操作法について熟知している必要がある。

従来の臨床工学士を養成する実習内容は、電気回路の実習に重きを置いた内容、医療機器の取り扱いを実習する内容、各センサを単体で用いた実習であり、国家試験の合格率を上げることが主要目的である。現在、医療現場で必要とされている数多くの医療機器の原理、保守管理法、操作法について熟知し、活躍することは困難である。

2. 研究の目的

臨床工学士は医師の指示の下に医療機器の操作や保守管理を行う。また、厚生労働省のチーム医療の推進による業務範囲の拡大から専門性の向上が求められている。臨床工学士の育成において、限られた時間の中で、数多くの医療機器の原理や操作方法を習熟することは難しく、学生の理解は十分でない。本研究では医療機器を用いた教育システムを活かし、医療に工学技術を融合した生体情報計測の体験型教育実習装置（心電図・血流計・超音波エコー診断）の開発を行う。

臨床工学科の学生に教育実践し、その前後にアンケート調査を行い、教育効果の分析と確認を行い、この体験型教育実習装置の質を向上させる。

本研究では今までの医療機器を用いた教育システムを活かし、生体・医療に工学技術を融合した体験的に生体情報を計測する実習装置を開発する。計測する生体情報として心電図・筋電図・血流計・超音波エコー診断を考えている。本装置により、測定原理を理解し、作業を模擬体験し、繰り返し練習することができ、臨床での測定誤差を再現でき、測定値に与える影響も理解させることができる。

3. 研究の方法

生体情報計測の体験型教育実習装置（筋電図・心電図・脈拍計・超音波エコー診断）を以下のPDCAサイクルで開発する。

1. Plan: 生体情報計測の体験型教育実習装置の目標設定と開発

(1) 筋電計、(2) 心電図、(3) 脈拍計、(4) 超音波エコー診断

2. Do: 臨床工学科の学生に教育実践

3. Check: 実習装置による理解度と意識調査を実施し、教育効果の分析

4. Action: 結果を解釈し、この体験型装置の目標を再設定と装置の改良

教育効果の分析と確認⇒ 体験型教育実習装置の質を向上させる

(1) 筋電計の場合

からだの電気を測る実習装置の試作を行った。学生は筋肉に発生する非常に小さい電気を測定・記録して、体の細胞が発生する電気を解析するための計装アンプの設計・製作を行った。計装アンプの特性について調べ、筋電計に用いる増幅器とフィルタの回路を設計し解析も行った。

筋電計においては、うちわを動かす、手首を動かす、棒を振るなどの動作を行い、うちわなどの道具を使う際に手や腕の筋肉を使う（収縮する）と筋電図の信号の振れ幅が大きくなるなどの筋電信号を測定した。特別な用途を目的とした計装アンプとして、AD620を使用し、体験型実習装置を作成した。アンプの入力に同じ信号が加わった時に、入力された信号をどの程度抑えることができるかを表す同相除去比がどの程度であるかを実験により調べた。

(2) 心電図の場合

学生が自分で作成した心電計実習装置(図1・図2)を用いて、各自の心電図を測定(図3)する。心電計では、右手電位、左足電位に貼り付けた誘導電極から同軸ケーブルを介して差動増幅器に入力し、ハイパスフィルタやローパスフィルタを介して、雑音を取り除き、出力した。心電図信号の周波数成分は、100Hz程度とされており、この周波数帯域には、50または60Hzのハム雑音が含まれ、その周波数を選択的に除去するフィルタとしてハムフィルタ、ゲイン調節(ゲインが高すぎると、QRS波が飽和してしまう)も組み込んだ。

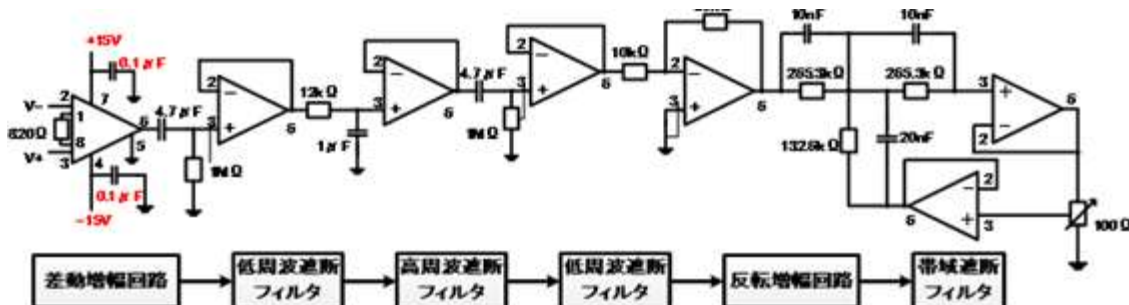


図1 学生が作成する心電計の回路図と回路のブロック線図

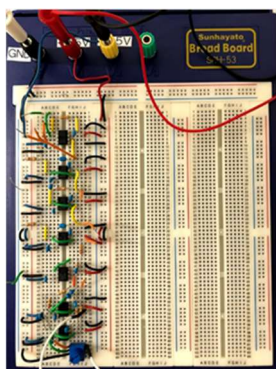


図2 学生が作成した心電計回路例



図3 A学生が測定したA学生の心電図波形の例

(3) 脈拍計の場合

脈波計に使用した照射光は生体組織を透過しやすい波長域にある。動脈血の酸素化ヘモグロビンの吸光度特性は920nm付近の赤外光にピークを持つことから、波長920nmの赤外光と660nmの赤色を照射光として用いている。回路の構成はフォトリフレクタ、ハイパスフィルタ、増幅器、脈波信号の可視化(LED点灯)も行った。

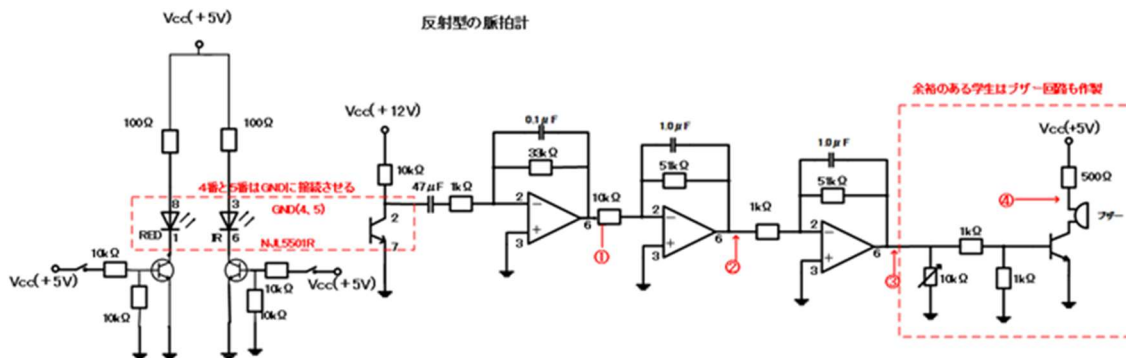


図4 学生が作成する反射型脈拍計の回路図

学生から実験レポートとして実験方法、実験結果、考察などを記載したものを提出させ、実習装置作成のアンケート調査も実施した。



図5 学生が作成した脈拍計回路例 と A 学生が測定した A 学生の脈拍波形の例

(4) 超音波エコー診断の場合

ファンクションジェネレータ (FG) から、周波数 2MHz、振幅 710mVpp のバースト信号を、センサドライバアンプへ入力し、その出力を、小型の水槽の左壁に貼り付けた送受信用の超音波センサへ入力し、水槽の右壁で反射した超音波を左壁の送受信用の超音波センサで受信し、オシロスコープで観測できる実習装置を作成する。水槽の右側の受信用の超音波センサでの受信波形および、媒質の変化や、センサ間の距離の変化が超音波信号に及ぼす影響を考察出来るようにする。また、センサを並列に配列し、水槽に粘性の違う物体を入れて、エコー信号がどのように変化するかが体験的に・実験的に理解できるように改良を加えた

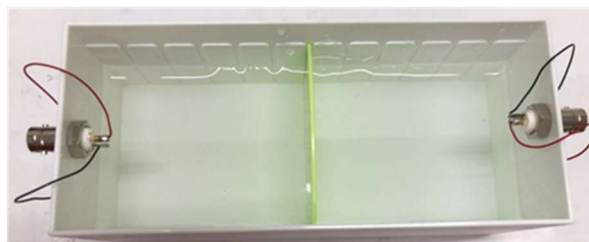


図6 仕切り板を1枚取り付けた水槽 (生体モデルの例)

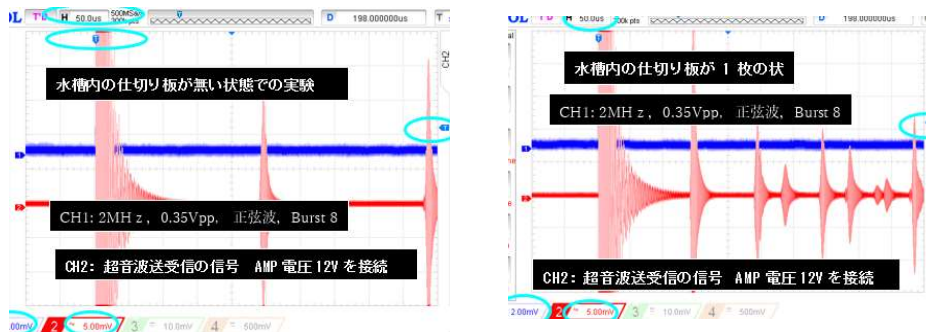


図7 仕切り板が1枚の状態と仕切り板が無い状態でのエコー信号

4. 研究成果

(1) 電子工学Ⅱ及び演習の科目で、トランジスタ増幅回路の教育実践を行い、アンケート調査を行い教育効果の分析と確認を行った。改善点として時間が足りない学生がいたが、一人が一つの回路を作成できて良かったという学生もいた。実習テキストは回路図や写真等もあり分かり易いという学生が多かったが、項目設定が分かりにくいという学生もいた。さらに入力信号として疑似の心電図波形を入力させ、その信号の増幅した信号を体験させることが出来た。

(2) 電子工学実習の科目で、心電計実習装置を学生自ら作成して、各自の心電図を測定させた。心電計では、3つの誘導電極から同軸ケーブルを介して差動増幅器へ入力し、ハイパスフィルタやローパスフィルタを介して、雑音を取り除き、出力した。心電図信号の周波数成分は、100Hz程度とされており、この周波数帯域には、50または60Hzのハム雑音が含まれ、その周波数を選択的に除去するフィルタとしてハムフィルタ、ゲイン調節 (ゲインが高すぎると、QRS波が飽和してしまう) も組み込んだ。各学生の右手電位・左足電位による第Ⅱ肢誘導から得られる自分の心電図を測定し、得られた波形を電子データとして保存し、実験レポートに取り込み提出させた。

得られた教育効果としては、深呼吸や手を強く握るなどの動作で心電図にドリフトノイズや筋電図ノイズが加わることを実体験として学ぶことが出来ていた。

(3) 医用システム工学実習の科目で、超音波エコー診断装置の実践的実習装置の作成を行い、教育実践し、教育効果の再分析が可能となるように、同装置の改良も行った。超音波センサの送信周波数の違いによる減衰特性と超音波の広がる特性、バック材の有無の違いについて体験できる実習装置へと改良した。超音波エコー診断装置は反射波の様子によって対象物までの距離がどうなっているかを、モデル的な生体組織の厚さも実験的に測定させた。①超音波エコー診断装置の実習装置では、モデル内の臓器の厚さを A モードの信号から求めることが出来るようになった。②音波の波長を短くする(高周波)とより細かい生体組織まで分離可能となるが→減衰も大きくなり、→音波の到達距離は短くなるなど、超音波の駆動周波数の大きさよる減衰の違いや指向性の違いを確認させることが出来た。

(4) 医用システム工学実習の科目で、反射型の脈拍計実習装置の作成を行い教育実践し、教育効果の分析が可能となるように、同装置の改良も行った。アンケート調査を行い教育効果の分析と確認を行った。改善点として時間が足りない学生がいたが、一人が一つの回路を作成できて良かったという学生もいた。実習テキストは回路図や写真等もあり分かり易いという学生が多かったが、項目設定が分かりにくいという学生もいた。脈拍計アンケートの調査項目には、パルスオキシメータの関連知識を深めるのに本装置が有効かどうかの数値化、計測原理の理解が深まったかの数値化も行った。反射型の脈拍計を 2 台用いることにより、透過型の脈拍計として応用できることから、両者の利点も比較させることが出来た。計測部位として指先が最適であること、指先の血行不良が脈波に与える影響の理解、パルスオキシメータの計測原理なども、模擬体験させ、測定を繰り返し練習することが出来ていた。爪に塗るマニキュアによる測定誤差を再現でき、測定値に与える影響も理解させることが出来た。

研究成果の概要

本研究では医療現場での医療機器をまねた教育システムを作成し、医療に工学技術を融合した生体情報計測の体験型教育実習装置(心電図・脈拍計・超音波エコー診断装置)を開発し、教育実践を行い装置の開発を行い、教育実践後に学生アンケート調査を行い、教育効果の分析と確認を行った。本装置が有効かどうかの数値化、計測原理の理解が深まったかの数値化を行った。心電図計測では、深呼吸や手を強く握るなどの動作で心電図にドリフトノイズや筋電図ノイズが加わることを実体験させ、超音波エコーの実習では、モデル内の臓器の厚さを信号から求め、超音波の駆動周波数の大きさよる減衰の違いや指向性の違いを確認させることが出来た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

コロナ禍、臨床工学士の教育に求められることは、多種多様化する医療技術に対して、医療現場で役に立つ臨床工学士の養成であり、多方面で活躍できる実践的な教育が必要である。業務範囲の拡大から、臨床工学士は、いま以上に専門性の向上が求められている。臨床工学技士の育成において、限られた教育時間の中で数多くの医療機器の原理や操作方法を習熟することは難しく、学生らの理解は十分ではない。本研究では現場での医療機器をまねた教育システムを作成し、医療に工学技術を融合した生体情報計測の体験型教育実習装置の開発・改良を行った。生体情報として心電図・筋電図・脈拍計・超音波エコー診断装置を取り入れた。本研究により、測定原理を理解し、作業を模擬体験し、繰り返し練習することができ、臨床での測定誤差を再現でき、測定値に与える影響も理解させることができた。本研究の結果が他大学の学生にも波及すればその学術的意義は大きい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 T. Kyoden, S. Akiguchi, T. Tajiri, T. Andoh, N. Furuichi, R. Doihara, T. Hachiga	4. 巻 70
2. 論文標題 Assessing the infinitely expanding intersection region for the development of large-scale multipoint laser Doppler velocimetry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Flow Measurement and Instrumentation 101660	6. 最初と最後の頁 101660-
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.flowmeasinst.2019.101660	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 義岡秀晃, 経田僚昭, 八賀正司	4. 巻 36(4)
2. 論文標題 塩化ナトリウム水溶液の凝固過程と超音波挙動との連関 - 音響相図の構築 -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本冷凍空調学会論文集	6. 最初と最後の頁 291-301
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11322/tjsrae.19-24KE_EM	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 H. Yoshioka, T. Kyoden, T. Hachiga	4. 巻 122
2. 論文標題 Sound velocity during solidification in binary eutectic systems	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 225109-(1)-(10)
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.5001893	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 T. Kyoden, S. Akiguchi, T. Tajiri, T. Andoh, T. Hachiga	4. 巻 122
2. 論文標題 Three-dimensional imaging of absolute blood flow velocity and blood vessel position under low blood flow velocity based on Doppler signal information included in scattered light from red blood cells	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 194701-(1)-(6)
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/1.4994080	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 経田僚昭, 秋口俊輔, 田尻智紀, 安東嗣修, 八賀正司	4. 巻 23(5)
2. 論文標題 血流異常を診断するための非侵襲光技術	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 エレクトロニクス実装学会誌	6. 最初と最後の頁 353-358
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5104/jiep.23.353	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tajiri T, Kyoden T, Akiguchi S, Andoh T, Hachiga T	4. 巻 483
2. 論文標題 Optical visualization of blood shear stress using laser Doppler velocimetry combined with acousto-optic module	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Optics communications	6. 最初と最後の頁 126607(1-9)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.optcom.2020.126607	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Akiguchi S, Kyoden T, Tajiri T, Andoh T, Hachiga T	4. 巻 16-5
2. 論文標題 Deep Learning Method for Melanoma Discrimination Using Blood Flow Distribution Images	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering (First published)	6. 最初と最後の頁 813-815
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/tee.23363	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 荒木桃子, 秋口俊輔, 経田僚昭, 百生登, 田尻智紀, 安東嗣修, 八賀正司
2. 発表標題 .血流の一方向成分判別機能を有する計測視野拡大LDV
3. 学会等名 2019年度日本伝熱学会北陸信越支部 春季セミナー (富山県立大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 義岡秀晃, 経田僚昭, 八賀正司, 寺西恒宣, 蓑茉莉乃, 西谷有瑠生
2. 発表標題 氷の融解・凝固過程と超音波挙動の連関
3. 学会等名 第56回日本伝熱シンポジウム(徳島市)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒木桃子, 秋口俊輔, 経田僚昭, 田尻智紀, 安東嗣修, 八賀正司
2. 発表標題 血流の方向判別機能を有する流速分布計測装置
3. 学会等名 2019年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集(石川高専)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上坂朋史, 西谷有瑠生, 義岡秀晃, 飯塚亮太, 河上仁美, 八賀正司, 経田僚昭
2. 発表標題 超音波探索に基づくアイスラリーの状態計測システムの開発
3. 学会等名 日本機械学会 北陸信越支部学生会 第49 回学生員卒業研究発表講演会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Yamazaki, T. Kyoden, S. Akiguchi, T. Tajiri, T. Hachiga, N. Yamada
2. 発表標題 Analysis on optical path of Doppler signal from circular pipe using multipoint laser Doppler velocimetry
3. 学会等名 The 4th International Conference on "Science of Technology Innovation "2019. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷口大樹, 寺西恒宣, 経田僚昭, 秋口俊輔, 田尻智紀, 百生登, 八賀正司, 古市紀之
2. 発表標題 末梢部における微細血管と血流速の同時検出
3. 学会等名 2018年度日本伝熱学会北陸信越支部 春季セミナー (富山大学)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤井海雄, 野口亮, 経田僚昭, 秋口俊輔, 田尻智紀, 寺西恒宣, 百生登, 八賀正司
2. 発表標題 Large-scale LDVにおける計測視野の広さ評価方法
3. 学会等名 2018年度日本伝熱学会北陸信越支部 春季セミナー (富山大学)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Fujii, T. Kyoden, S. Akiguchi, T. Tajiri, T. Andoh, T. Hachiga
2. 発表標題 Evaluating method of measurement region in laser Doppler velocimetry using survival measurement values in pulsatile flow
3. 学会等名 Proceedings of International Forum on Reserch Promotion 2018, S-45, (PDF) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 D. Taniguchi, T. Teranishi, T. Tajiri, T. Kyoden, S. Akiguchi, T. Andoh, T. Hachiga, N. Yamada
2. 発表標題 Basic study on two-beam multipoint laser Doppler velocimetry including acoustic-optical module
3. 学会等名 2nd International Conference of "Science of Technology Innovation" 2017, Activity-B (PDF). (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Akiguchi, T. Kyoden, N. Shoji, T. Tajiri, T. Andoh, H. Ishida, T. Hachiga
2. 発表標題 Visualization method of blood flowing by laser Doppler velocimetry using speckle and fringe pattern (査読付)
3. 学会等名 The 6th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies, Manuscript ID:P01-22. (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 谷口大樹, 寺西恒宣, 経田僚昭, 秋口俊輔, 田尻智紀, 八賀正司, 安東嗣修
2. 発表標題 音響光学素子を導入したTwo-beam multipoint laser Doppler velocimetry
3. 学会等名 平成29年度日本伝熱シンポジウム講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮部孝明, 寺西恒宣, 経田僚昭, 秋口俊輔, 田尻智紀, 保前友高, 百生登, 八賀正司, 富田栄二
2. 発表標題 高速応答マッハツェンダー干渉計の多点化に向けた基礎検討
3. 学会等名 平成29年度日本伝熱シンポジウム講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 寺林大樹, 秋口俊輔, 経田僚昭, 田尻智紀, 安東嗣修, 八賀正司
2. 発表標題 レーザードップラー血流速計を用いたメラノーマ判別システムの検討
3. 学会等名 日本福祉工学会九州支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Momoko Araki, Shunshuke Akiguchi, Tomoaki Kyouden, Tomoki Tajiri, Tsugunobu Andoh, Tadashi Hachiga
2. 発表標題 Development of multi-point Laser Doppler Velocimeter for measuring simultaneous blood velocity distribution
3. 学会等名 The 5th International Conference on "Science of Technology Innovation (国際学会)"
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寺林大樹, 秋口俊輔, 経田僚昭, 田尻智紀, 安東嗣修, 八賀正司
2. 発表標題 血流イメージング機能を用いた血流関連疾患判別機能の検討
3. 学会等名 Japan AT フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荒木桃子, 秋口俊輔, 経田僚昭, 田尻智紀, 安藤嗣修, 八賀正司
2. 発表標題 血流速度とその方向成分を考慮した微細流路内の血流イメージング
3. 学会等名 Japan AT フォーラム
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	中山 謙二 (Nakayama kenji) (00207945)	小松短期大学・その他部局等・教授 (43306)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	秋口 俊輔 (Akiguchi shunshuke) (50462130)	富山高等専門学校・その他部局等・准教授 (53203)	
研究分担者	経田 僚昭 (kyouden Tomoaki) (50579729)	富山高等専門学校・その他部局等・准教授 (53203)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関