

令和 3 年 5 月 26 日現在

機関番号：37112

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K01310

研究課題名(和文) マイクロ波生体検知システムの信頼度向上と運転者状態測定への展開

研究課題名(英文) Reliability improvement of microwave vital signal detection and application to the measurement of vehicle driver's condition

研究代表者

間瀬 淳 (Mase, Atsushi)

福岡工業大学・付置研究所・研究員

研究者番号：00023325

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：屋外使用可能な 24 GHz マイクロ波反射計を用いた心拍および心拍変動率の実時間評価法の開発を進めた。反射信号の雑音除去のため二台の反射計間の相互相関法適用や、非静止被験者からの反射波安定化のため、電圧制御減衰器を有する位相検出器を適用すると共に、心拍・心拍変動率を二種類のアルゴリズム(テンプレート法・最大エントロピー法)により測定・評価する新しい信号解析技術を提案した。運転者モニタとしての有用性を実証するためドライビングシミュレータを用いた試験を実施した。心電計と比較した心拍および心拍変動指数の評価精度は1-2%であり、高速道路及び郊外道路では実用化レベルに達していることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

運転者状態センシングの必要性は以前から提唱されており、肉体的、精神的状態に関連する生体信号(心拍および呼吸)取得を目的として種々のセンサが開発されつつあるが実用化に至っていない。リアルタイムでの生体信号の非接触・無意識センシングは、車輛事故の直接の要因となりうる運転者状態測定に有用になると共に、2025年を目標として推進されている自動運転の普及に対しても重要な鍵となる。すなわち、部分的自動運転だけでなく、完全自動運転のモードに対しても運転者状態をフィードバックしていくことが運転支援の観点から重要である。本研究では、マイクロ波反射計による非接触生体信号測定を実用化が可能とされる信頼度で実現する。

研究成果の概要(英文)：Radar reflectometers with frequency of 24 GHz authorized for outdoor use have been developed in order to measure heart rate (HR) and heart rate variability(HRV). We have proposed new signal processing techniques as well as system improvements such as cross-correlation between two reflectometers and quadrature phase detection with a voltage controlled attenuator utilized to control the reflected wave in non-static environments of a human subject. The instantaneous HR and HRV is measured and evaluated in real time by using two types of algorithms (template/cross-correlation method and maximum entropy method). The measurement test of driver's state is performed using a driving simulator. The accuracy of HR and HRV indices (coefficient of variation of peak intervals, low and high frequency components of HRV spectra) is within 1-2% compared with electrocardiograph (ECG). It is concluded that the present system reach the practical use level on highway and suburban road driving.

研究分野：マイクロ波・ミリ波工学

キーワード：マイクロ波 反射計 心拍 心拍変動率 リアルタイム 運転者状態評価 事故防止 自動運転支援

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究代表者等は、マイクロ波が誘電体を透過し、誘電率が不連続な面で反射するという特徴を利用し、物体の内部構造を検知する装置(マイクロ波プロフィールメータ、マイクロ波イメージング)の開発を進めており、その要素技術の開発と高性能化を図ってきた。平成16年度より、その計測応用の一環として、動的な生体信号(心拍および呼吸)測定を非接触で行うため、周波数10GHzの反射計(位相レーダ)を用いた実験を開始した。

マイクロ波を用いた生体信号測定の最大の課題であった、心拍・呼吸に起因する信号と生体のランダムな揺らぎを分離するため、二系統のシステムを用いた相互相関法、反射波信号への自動ゲイン制御アンプの付加等のアイデアを適用し、非静止状態被験者の心拍・呼吸測定に成功している。これら研究成果を基に、平成20年度より心拍変動率(Heart Rate Variability: HRV)の評価に着目し、新しい信号解析アルゴリズムを開発した結果、心電計(Electrocardiograph: ECG)と良く一致する心拍変動率および心拍変動指標が得られるようになった。

安全運転を目的とした、運転者(ドライバ)の心拍・呼吸測定への適用は、当初より重要な課題として進めており、上記ハードウェアの改良により、道路の状態、車両形式、マイクロ波アンテナおよびセンサの取り付け位置に依存するが、70-80%の成功率を実現した。平成27年度からはマイクロ波周波数領域を屋外での使用が可能な24GHzに設定し、実験研究を開始した。

心電計以外の心拍測定法として超音波や圧電素子を利用した手法があり、種々のグループにより研究されている。ただし、計測時にはセンサを測定部に接触させる必要がある。マイクロ波心拍測定の研究は、わが国では、電気通信大学、首都大学において、外国では、米国、韓国、台湾などの機関で研究されてきたが、生体のランダムな動きによる反射波の揺動成分が測定の障害となり、主として静止状態に近い被験者を対象としている。

2. 研究の目的

運転事故発生要因の大半は運転者自身の問題であるといわれている。居眠り、注意散漫、興奮、緊張、弛緩および心臓発作など、運転者の身体および心理状態が事故発生の要因となりうる。本研究は、心拍・呼吸およびそれらの時間領域および周波数領域での揺らぎが自律神経活動の指標の一つとなることを利用し、マイクロ波センサを座席シートや背もたれ部に埋込み、非接触かつ無意識・無拘束で得られる心拍・呼吸測定およびその時間・周波数解析から、運転者の肉体的および精神的状態の評価を行うこと、運転時の危険度の推測ないしは将来の自動運転時の支援とすることができる方式を構築することを目的としている。

3. 研究の方法

研究開発するシステムとしては、屋外での使用が許可されている周波数24GHzの位相レーダを選択する。車輛運転者を対象とした心拍・呼吸等のバイタル信号測定を信頼度よく実現していくため、相互相関法、自動ゲイン制御(AGC)アンプ付位相検出器の適用等ハードウェアの改良を組み込んだシステムを構築、瞬時心拍値・呼吸値、心拍変動指標導出のアルゴリズムおよびプログラムの改良を並行して進めることにより、測定の信頼性を向上させる。システム製作後は、一般被験者を対象とした車輛運転試験を実施し、一般道路および高速道路における走行試験により、本研究の有効性を検証する。

4. 研究成果

(1)マイクロ波心拍・呼吸測定の信頼度向上と心拍変動指標の知見についての研究:

心拍測定の場合、人体に照射され皮膚表面付近で反射するマイクロ波(反射波)を検出するが、心拍・呼吸に同期した揺動に起因する反射面の変動により伝搬距離(位相成分)が変化することを利用し、位相差の時間変化を検出することになる。車輛ドライバを被験者とする場合、対象者までの距離を同定する必要がないため、周波数固定反射計を適用することが可能であり、システムが簡略化される利点がある。一方、マイクロ波生体センサとして実用化を進めていくためには、総務省の規定により使用周波数を申請、許可を得る必要がある。現在生体センサ等を目的としたレーダ(例えば、移動体検知センサ)に割り当てられた周波数領域があり、屋外使用が可能な24.05-24.25GHzにおいて比較的安価なモジュールが製品化されている。

マイクロ波心拍測定における最大の問題点は、反射波信号に含まれるヒトの体動による位相揺らぎが心拍による位相変動より大きく、その分離に工夫が必要となること、また、車輛運転時のようにハンドル操作などで体が動く場合、反射位置の変動により反射波信号が減少し検出不能に陥ったり、位相評価に大きな誤差が生じることである。

代表者等らは、システム改良の一つとして反射波の強度を一定に制御することを可能にしたホモダイン方式マイクロ波反射計を製作した。その構成図を図1に示す。高周波トランスデューサ出力の一方は、パッチアンテナ(シングルないしアレイ)から人体の動脈拍動の大きい胸部

および背面、あるいは太ももに照射される。皮膚表面からの反射波は同一形状のアンテナにより受信され、低雑音マイクロ波アンプにより増幅されたのち、電圧制御減衰器を通過後検知器に入力され、トランスデューサからのもう一方の出力と混合され、低周波の1/Q成分として高分解デジタルで処理される。本システムにより、被験者が非静止状態においても反射波レベルが安定化すると共に、マイクロ波照射電力が -40 dBm (100 nW) 以下においても良好な信号対雑音比 (SNR) が得られ、電波法で規定される微弱電力の条件を満たしていることが検証された。

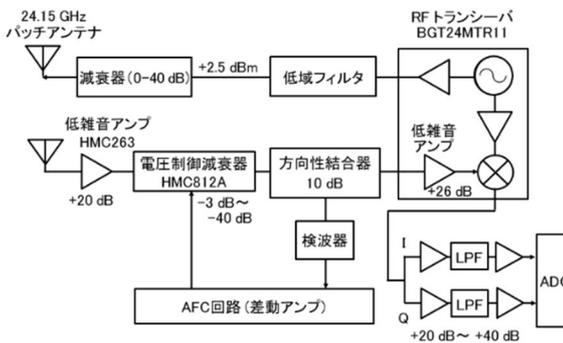


図 1. 電圧制御減衰器を付加した 24 GHz 反射計システム。

(2) 実時間心拍変動率評価アルゴリズム：

心拍変動率 (HRV) は、心電計 (ECG) 波形において、ピーク間隔 (R-R 間隔) を読み取っていくことで導出されている。マイクロ波反射計の測定信号には、心臓や脈動に伴う体表面に現れる規則的な変動の他にランダムな体動成分も含まれるため、非静止状態での測定では、ECG ほど拍動間隔が明確に形成されない場合が多い (例えば、図 2 における青色のトレース参照)。したがって、単純に信号ピーク間を読み取ることは、HRV を正確かつ自動的に得ることが難しい。HRV を導出するアルゴリズムとして、次の二つの方法を提案した^{10,11)}。i) 反射波信号において一定時間幅でピーク波形を抽出し重ねることにより、平均化された波形 (テンプレート) を作成し、テンプレートと反射波信号の相互相関係数を計算することにより、明確なピークを構築し、そのピーク間隔を読み取る。ii) 心拍間隔の変動を短時間幅での心拍周波数の変化とみなし、最大エントロピー法 (MEM) 解析の繰り返しで推定される心拍周波数の時間変化を求める。この周波数ピークの逆数を求める。

ここでは、瞬時 HR の導出に基づく HRV および HRV 指数であるスペクトルの LF、HF 成分、LF/HF、および CVRR (RR 間隔の分散) 等を実時間で評価することが可能なプログラムを作成した。そのフローチャートを図 3 に示す。その手順は以下のである。

測定前に、データ時間幅、全測定時間、解析、HR の周波数解析法等のパラメータを設定する。

データの記録を開始する。

データが得られたのち上記アルゴリズムに基づき解析を進める。

解析結果を表示後、結果を保存する。

測定に使用したデータロガー GL980 は、チャンネル当たり 4 MW の RAM、4 GB のフラッシュメモリを有し 16 ビットの分解である。

(3) 運転者測定試験：

本試験には、協力企業が保有するドライビングシミュレータを使用した。図 4 にマイクロ波アンテナの配置、および測定試験の風景写真を示す。マイクロ波センサの位置は、ドライバの体勢と周辺条件を考慮し、座席の背もたれおよび座面シートを選択する。各センサは、それぞれ心拍動の大きい背中、あるいは脈動の大きい太腿裏を測定するよう設置されている。

運転条件は、i) アイドリング状態、ii) 高速走

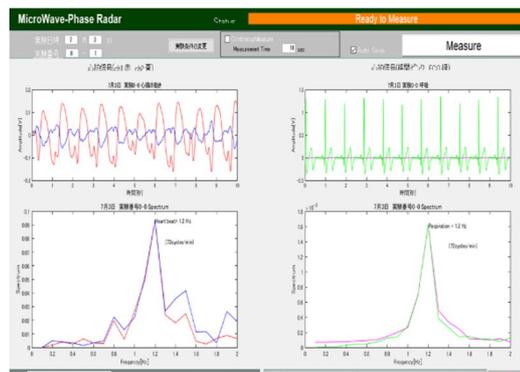


図 2. (左列) 二台の反射計システムで得られた信号波形と周波数スペクトル、(右列) ECG (緑) および反射計二台の相互相関信号 (ピンク) の波形と周波数スペクトル。

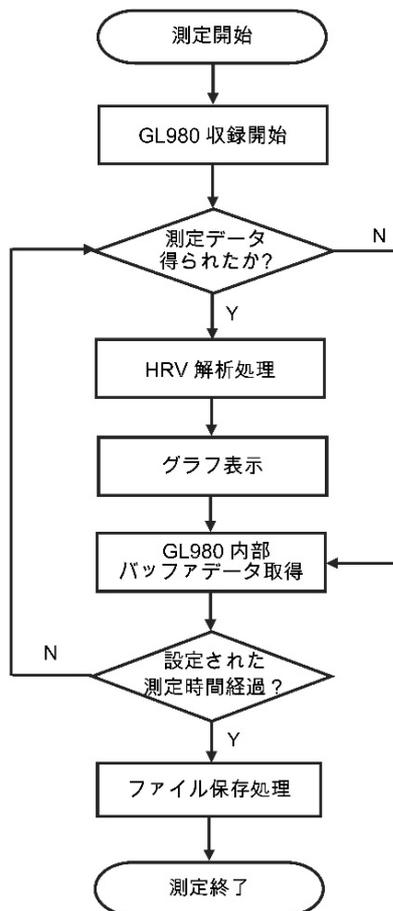


図 3. HRV 実時間測定のフローチャート。

行、iii)市街地走行、等である。実時間測定の一環として、まず心拍信号について wavelet 変換による時間周波数解析を適用した。図5はアイドリング状態における測定、図6は高速走行時の測定である。

図(b)に示した誤差率は、マイクロ波反射計および ECG 信号の周波数スペクトルピークの差から導出している。アイドリング時には誤差率は全体を通して1-2%以下と非常に良く一致している。高速走行時は、スタート時(加速開始後速度が安定する時間帯)およびカーブ走行がある160-170秒間を除いて誤差率は約2%以下で一致するという結果であった。従って、5-10秒毎に評価する心拍測定には十分対応可能であることが分かる。

図7に高速走行を対象とし、テンプレート・相互相関法により求めたHRの値とHRVの評価結果を示す。マイクロ波測定とECGの比較では、60-85秒の間、HRV指数の値がずれているが、その時間以後は良く一致していることが分かる。特徴的なこととして、i)LF/HFの値が、ECGとマイクロ波で差が見られるが、時間的な傾向は一致している、ii)LF成分は絶対値、時間変化とも良く一致している、iii)HF成分は時間変化が類似しているが、絶対値に差があること、等が分かった。理由としては、以前まで試験を進めていた10GHzシステムと比較し、24GHzシステムは短波長のため、反射面の不規則変動による位相揺らぎが顕著で高周波成分の増大をもたらすことが考えられる。また、測定時間を通してHRの両者の差は1%以内であった。

図8は市街地走行の場合の結果で、90secまでは、交差点、信号停止、右折・左折を繰り返す道路、90sec以後は市街地から郊外道路に移行する条件となっている。市街地道路では現状では測定が困難であること、郊外道路に移行すると、マイクロ波測定とECGがHR、HRV指数とも一致するようになることが分かった。

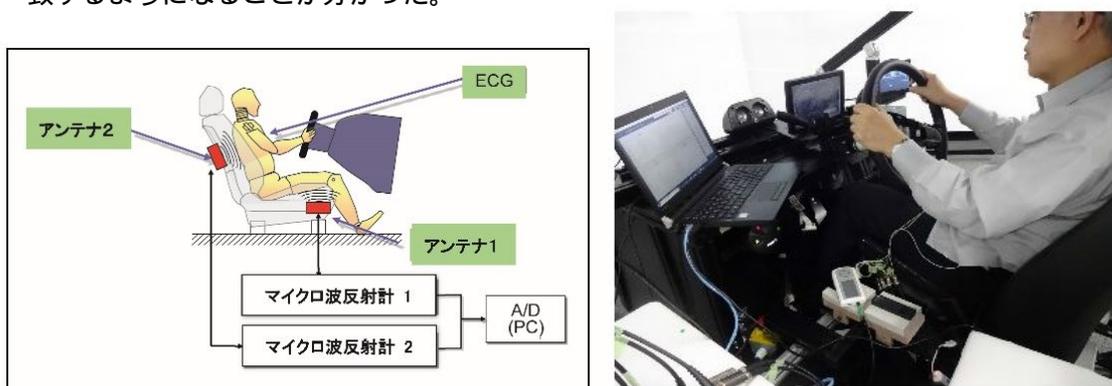


図4. 運転者測定のための実験配置と測定風景写真。

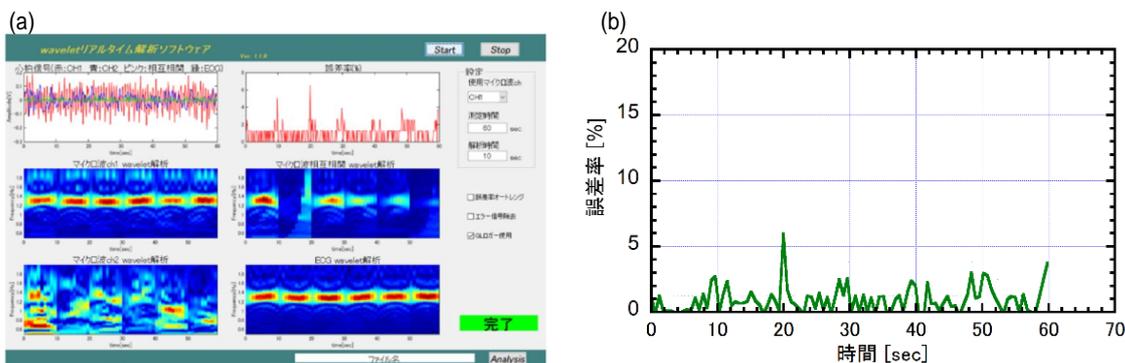


図5. (a)(上左)反射波信号波形、(上右)マイクロ波と ECG のスペクトルピークの差から得た誤差率、(中、下)2チャンネル反射計信号の wavelet スペクトル、2チャンネルの相互相関および ECG 信号の wavelet スペクトル。(b) 誤差率。

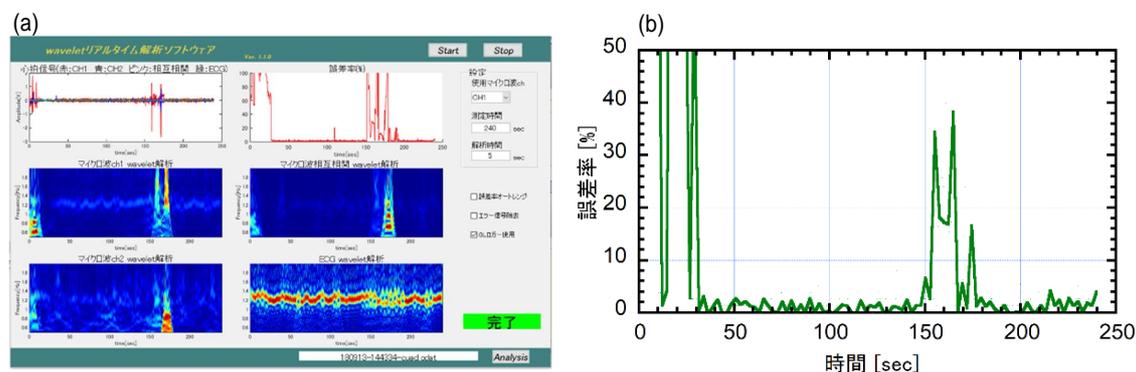


図6. 高速走行時の測定。図説は図5と同じ。

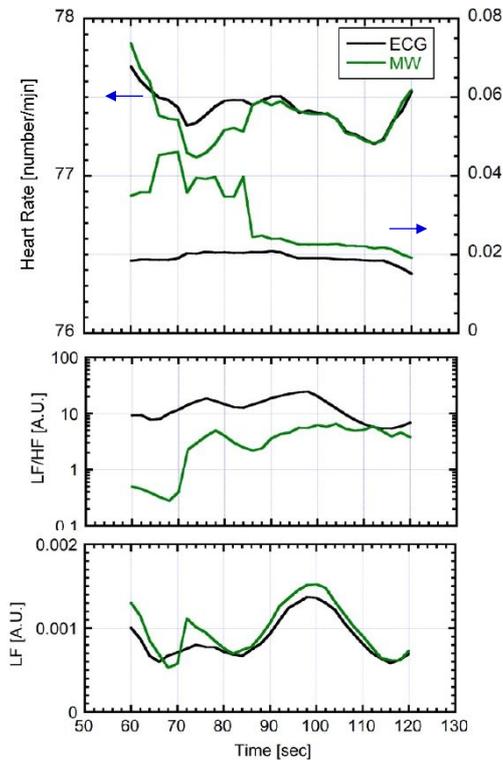


図7. 高速走行時の HR および HRV 測定.

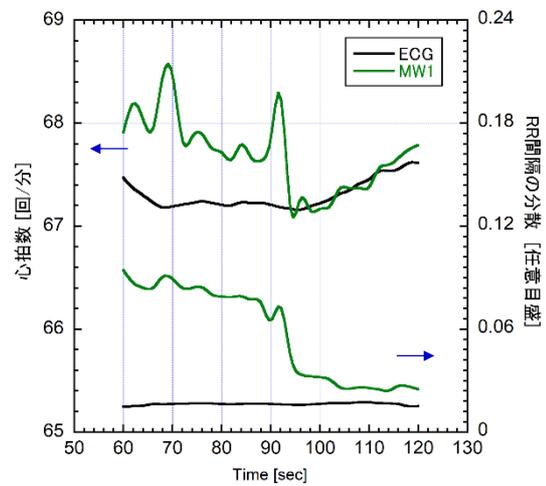


図8. 市街地走行時の HR および HRV 測定.

5. まとめ

マイクロ波反射計を用いた心拍および心拍変動率測定システムの開発および改良を進め、以下の結果を得た。

）従来の 10 GHz システムから屋外使用が可能な 24 GHz システムに移行し、被験者の体動による反射波レベルの変動を補償するシステムを構築した。

）心拍変動率導出のためのアルゴリズムを発展させ、実時間評価を可能にした。

）上記を組み合わせ、運転者モニタとしての評価を検証するためドライビングシミュレータを使用した試験を実施、交差点、信号など多々ある市街地走行を除けば適用可能であることを実証した。

< 引用文献 >

A. Mase, N. Ito, Y. Kogi *et al.*: “Reflectometric Measurement of Plasma Imaging and Applications”, J. Instrum., Vol. 7, C01089 (2012).

Ministry of Internal Affairs & Communications; <https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/system/ml/small/index.htm>

D. Nagae and A. Mase: “Measurement of heart rate variability and stress evaluation by using microwave reflectometric vital signal sensing”, Rev. Sci. Instrum. Vol. 81, 094301 (2010).

A. Mase and D. Nagae: “System for measuring a peak frequency of a signal for analyzing condition of a subject”, US Patent 9186079 (2015).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 A. Iba, C. W. Domier, M. Ikeda, A. Mase, A.-V. Pham, N. C. Luhmann, Jr.	4. 巻 なし
2. 論文標題 Realizing sub-diffraction focusing for terahertz	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 44th Int. Conf. Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves	6. 最初と最後の頁 Tu-AM-6-3/1-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 該当する

1. 著者名 A. Mase, Y. Kogi, T. Maruyama, T. Tokuzawa, F. Sakai, M. Kunugita, T. Koike, H. Hasegawa	4. 巻 91
2. 論文標題 Non-contact and real-time measurement of heart rate and heart rate variability using microwave reflectometry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Review of Scientific Instruments	6. 最初と最後の頁 014704/1, 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5128959	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 A. Mase, Y. Kogi, T. Maruyama, T. Tokuzawa, M. Kunugita, T. Koike, H. Hasegawa	4. 巻 90
2. 論文標題 Non-contact and Non-Invasive Driver's Monitor Using Microwave Reflectometer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress In Electromagnetics Research M	6. 最初と最後の頁 81, 88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2528/PIERM19082004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 丸山 徹、間瀬 淳	4. 巻 42
2. 論文標題 マイクロ波反射計による非接触および着衣状態での心臓拍動の同定：今後の応用と展開	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 健康科学	6. 最初と最後の頁 1, 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 A. Mase, Y. Kogi, D. Kuwahara, Y. Nagayama, N. Ito, T. Maruyama, H. Ikezi, X. Wang, M. Inutake, T. Tokuzawa, J. Kohagura, M. Yoshikawa, S. Shinohara, A. Suzuki, F. Sakai, M. Yamashika, B. J. Tobias, C. Muscatello, X. Ren, M. Chen, C. W. Domier, N. C. Luhmann, Jr.	4. 巻 3
2. 論文標題 Development and application of radar reflectometer using micro to infrared waves	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Advances in Physics: X	6. 最初と最後の頁 633, 675
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/23746149.2018.1472529	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Atsushi Mase, Yuichiro Kogi, Toru Maruyama	4. 巻 978-1
2. 論文標題 Real-Time Evaluation of Heart Rate and Heart Rate Variability Using Microwave Reflectometry	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. IEEE MTT-S International Microwave Biomedical Conference	6. 最初と最後の頁 160, 162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IMBIOC.2018.8428948	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 Dan Zhang, Chujing Zong, Atsushi Mase	4. 巻 75
2. 論文標題 Quasi-Millimeter Wave Technique Used for Image of Wood	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress in Electromagnetic Research Letters (PIER L)	6. 最初と最後の頁 19-24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2528/PIERL18021902	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Y. Wang, B. Tobias, Y. T. Chang, J. H. Yu, M. Li, F. Hu, M. Chen, T. Phan, A. V. Pham, Y. Zhu, C. W. Domier, L. Shi, E. Valeo, G. J. Kramer, D. Kuwahara, Y. Nagayama, A. Mase, N. C. Luhmann, Jr.	4. 巻 57
2. 論文標題 Millimeter-wave imaging of magnetic fusion plasmas: technology innovations advancing physics	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 072007/1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/aa5e30	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 X. Wang, Z. Ma, M. Yoshikawa, J.Kohagura, T. Tokuzawa, D. Kuwahara, A. Mase	4. 巻 59
2. 論文標題 Mixed Type Structure in Wilkinson Power Divider Design with 3rd Harmonic Suppression	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Microw. Opt. Tech. Lett	6. 最初と最後の頁 1245-1248
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mop.30513	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 該当する

1. 著者名 I. Gondo, Y. Kogi, A. Mase, H. Ikezi, M. Inutake	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of the calibration method for the multi-channel sea-tide measurement radar	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. 6th International Conference on Engineering Applied Science and Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICEAST50382.2020.9165390	査読の有無 無
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 N. Kimura, Y. Kogi, A. Mase, H. Ikezi, M. Inutake	4. 巻 -
2. 論文標題 Throughput improvement and evaluation of a laser radar with a high-speed sweep oscillator	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. 6th International Conference on Engineering Applied Science and Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICEAST50382.2020.9165369	査読の有無 無
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19件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 I. Gondo, Y. Kogi, A. Mase, H. Ikezi, M. Inutake
2. 発表標題 Development of the calibration method for the multi-channel sea-tide measurement radar
3. 学会等名 The 6th Int. Conf. on Engineering Applied Science and Technology (ICEAST 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1 . 発表者名 N. Kimura, Y. Kogi, A. Mase, H. Ikezi, M. Inutake
2 . 発表標題 Throughput improvement and evaluation of a laser radar with a high-speed sweep oscillator
3 . 学会等名 The 6th Int. Conf. on Engineering Applied Science and Technology (ICEAST 2020) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 A. Iba, C. W. Domier, M. Ikeda, A. Mase, A.-V. Pham, N. C. Luhmann, Jr.
2 . 発表標題 Realizing sub-diffraction focusing for terahertz
3 . 学会等名 The 44th Int. Conf. Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 大崎頌太、間瀬 淳、平田吉一、岩倉宗弘
2 . 発表標題 建築物外壁診断のためのミリ波計測法の開発
3 . 学会等名 電気・情報関係学会九州支部連合大会
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Atsushi Mase, Yuichiro Kogi, Toru Maruyama
2 . 発表標題 Real-Time Evaluation of Heart Rate and Heart Rate Variability Using Microwave Reflectometry
3 . 学会等名 IEEE MTT-S International Microwave Biomedical Conference (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Maruyama, Shioto Yasuda, Atsushi Mase
2. 発表標題 Heart beat variability estimated by microwave reflectometry in noncontact clothing condition
3. 学会等名 The 2018 International Congress on Electrocardiology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryota Nakazono, Yuichiro Kogi, Ryusei Noda, Daisuke Kaneko, Yasuhiro Takeuchi, Atsushi Mase, Hiroyuki Ikezi, Masaaki Inutake
2. 発表標題 Development and calibration of prototype radar for sea tide level measurement
3. 学会等名 The 4th International Conference on Engineering Science and Technology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 間瀬 淳, 近木祐一郎, 桑原大介, 長山好夫, 土屋隼人, 徳沢季彦, 小波蔵純子, 吉川正志, 伊藤直樹, 王 小龍, J-H. Yu, Y-T. Chang, Y. Yu, Y. Zhu, K-Y. Lin, C. Chang, S. Chang, B. J. Tobias, C. Muscatello, C. W. Domier, N. C. Luhmann, Jr.
2. 発表標題 プラズマのマイクロ波イメージングの現状
3. 学会等名 第35回プラズマ・核融合学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 桑原大介, 伊藤直樹, 土屋隼人, 徳澤季彦, 吉永智一, 長山好夫, 山口聡一郎, 近木祐一郎, 間瀬 淳, 小波蔵純子, 吉川正志, 大島慎介, 長崎百伸
2. 発表標題 広周波数帯域に対応したマイクロ波イメージング用ローカル内蔵型アンテナアレイの開発
3. 学会等名 第35回プラズマ・核融合学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 間瀬 淳, 近木祐一郎, 丸山 徹
2. 発表標題 マイクロ波反射計による運転者の心拍および心拍変動率測定
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Atsushi Mase, Yuichiro Kogi, Daisuke Kuwahara, Hiroyuki Ikezi, Yoshio Nagayama, Xiaolong Wang, Naoki Ito, Masaaki Inutake
2. 発表標題 Development and application of radar reflectometer using millimeter to infrared waves
3. 学会等名 The 6th Annual World Congress of Advanced Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 間瀬 淳
2. 発表標題 マイクロ波/ミリ波を用いた反射計(レーダ)の開発と応用
3. 学会等名 IEEE-MTTS関西チャプターワークショップ(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 金子大祐, 近木祐一郎, 池地弘行, 犬竹正明, 間瀬 淳
2. 発表標題 陸上設置型レーダシミュレーションによる海波の潮位検出法の研究
3. 学会等名 電子情報通信学会2017年ソサイエティ大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 間瀬 淳、近木祐一郎、桑原大介、長山好夫、池地弘行、伊藤直樹、小波蔵純子、吉川正志、王 小龍、犬竹正明
2. 発表標題 マイクロ波・ミリ波反射計（レーダ）の開発と応用事例
3. 学会等名 電子情報通信学会2017年ソサイエティ大会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 間瀬 淳
2. 発表標題 マイクロ波反射計（レーダ）の開発と応用
3. 学会等名 日本学術振興会第188委員会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 桑原大介、五十嵐明彦、篠原俊二郎、伊藤直樹、徳沢季彦、長山好夫、吉永智一、吉川正志、小波蔵純子、山口聡一郎、近木祐一郎、間瀬 淳
2. 発表標題 Development of Local Oscillator Integrated Antenna Array for Microwave Imaging Diagnostics
3. 学会等名 PLASMA2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野田龍成、近木祐一郎、金子大祐、竹内康洋、池地弘行、間瀬 淳、犬竹正明
2. 発表標題 陸上設置型潮位観測レーダの発振器制御装置の製作
3. 学会等名 電子情報通信学会2018年総合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 間瀬 淳、近木祐一郎、丸山 徹
2. 発表標題 マイクロ波反射計を用いた心拍変動率の実時間評価
3. 学会等名 電子情報通信学会2018年総合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金子大祐、近木祐一郎、竹内康洋、野田龍成、池地弘行、間瀬 淳、犬竹正明
2. 発表標題 陸上設置型潮位観測レーダシミュレーションによるアンテナ設置間隔と波高推定精度に関する研究
3. 学会等名 電子情報通信学会2018年総合大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 間瀬 淳（共著）	4. 発行年 2017年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 202, 8
3. 書名 ひと見守りテクノロジー	

1. 著者名 稗田道成、丸山 徹、間瀬 淳	4. 発行年 2021年
2. 出版社 シーエムシー	5. 総ページ数 -
3. 書名 「非接触」が拓く新しいバイタルモニタリング：（第15章）マイクロ波反射計による非接触および着衣状態での心臓拍動の同定	

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 外壁診断システム	発明者 平田吉一、間瀬 淳、大崎頌太、中島 寛	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、6683964	取得年 2020年	国内・外国の別 国内

〔その他〕

MASE Laboratory http://www.gic.kyushu-u.ac.jp/mase/mase_lab.html
--

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	近木 祐一郎 (Kogi Yuichiro) (10398109)	福岡工業大学・工学部・教授 (37112)	
研究 分 担 者	伊藤 直樹 (伊藤直樹) (Ito Naoki) (50604849)	宇部工業高等専門学校・制御情報工学科・准教授 (55501)	

	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 協 力 者	丸山 徹 (Mruyama Toru) (50229621)	九州大学・キャンパスライフ健康支援センター・教授 (17102)	
研究 協 力 者	酒井 文則 (Sakai Fuminori)	サクラテック株式会社・最高経営責任者	

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
---------	---------