

令和 2 年 5 月 27 日現在

機関番号：14202

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01563

研究課題名(和文) 高齢者に特化した口腔ケア訓練・評価システムによる適切な口腔ケア技術についての研究

研究課題名(英文) A study of adequate procedure for the oral care to the old people using a simulator for its training and evaluation.

研究代表者

森川 茂廣 (Morikawa, Shigehiro)

滋賀医科大学・神経難病研究センター・客員教授

研究者番号：60220042

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)：CTデータから、3Dプリンタで下顎骨と歯牙を別個に成型し、右側7本の歯根部と歯ブラシの柄に歪ゲージを設置、ブラシと歯の力を同時に記録できるシミュレータを製作した。歯科衛生士課程、看護学科、医系以外の一般学生のデータを収集したところ、歯科衛生士課程の学生では、被検者間のばらつきは小さく、短時間に定期的にブラッシングを行い、奥歯も前歯も均等に力がかかる傾向がみられ、教育効果を反映していた。更に、ブラシの運びや利き腕の違いなど、より総合的な評価を行うため、最終的に左右14本のすべての歯にセンサを置き、シリコンラバーの頬部モデルの中に設置したリアリティーのある口腔ケアシミュレータを完成させた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

口腔ケアは高齢者の全身状態やQOLの向上に欠かすことのできない重要な役割を持つ。しかし、これを施行する者の間に力加減や手技に差があり、適切な力加減の評価、客観的な基準は存在していないのが現状である。また、その教育、訓練においては、市販されているシミュレータは、主にその手順を学習するのが目的であり、適切な力加減や歯ブラシの動きを学習するものではない。今回、我々が開発した力覚センサを有する口腔ケアシミュレータにより、力加減を客観的に評価し適切な基準を確立する意義は大きく、また自分がかけている力をリアルタイムに可視化することは、教育・訓練においても大いに有効である。

研究成果の概要(英文)：We constructed the mandibula and teeth separately from a CT dataset using a 3D-printer. A simulator for the oral care was developed by putting strain gages on the shaft of a toothbrush and at the roots of 7 teeth on the right side. The powers on the brush and on the teeth could be recorded and evaluated simultaneously. The data of the power during oral care were collected from the students in the dental hygienist, nursing, and non-medical courses. A statistical significance among the groups was not detected, but the students in the dental hygienist course showed small dispersion of the data within the group, steady stroke in the relatively short period, equal forces to the front and back teeth, which might be reflected the effects of education. Finally, for the more realistic evaluation of the oral care, we have developed a simulator with strain gages at the roots of 14 teeth on both sides and covered with a silicon rubber model of the cheeks, mouth and oral cavity.

研究分野：医用工学

キーワード：口腔ケア 力覚センサ 看護工学

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、高齢者、認知症患者、要介護者が増加の一途をたどる現状において、口腔ケアは口腔内の清潔の維持のみならず、誤嚥性肺炎や敗血症などの感染予防、嚥下機能や認知機能の維持などの観点からその重要性が広く認識されている。適切な口腔ケアの教育・訓練のために用いられている市販のシミュレータは、主にその手順を学習するのが目的であり、適切な力加減や歯ブラシの動きを学習するものではない。実際の口腔ケアの手技については、口腔ケアを施行する者間に力加減などの手技に差があり、それらの標準化、最適化するための客観的な基準について研究する必要がある。また、教育・訓練の場においても、その手技を正確に伝えることが困難であることは想像に難くない。更に口腔ケアを必要とする高齢者の大部分では、歯列の揃っていない方はまず存在せず、欠損歯、孤立歯、残根、歯肉の退縮による動揺歯などが見られるとともに、唾液分泌減少による口腔粘膜の乾燥と脆弱化、抗血小板薬などによる易出血性などがあり、それぞれの状況に適した繊細な手技をどのように伝承するのが大きな問題となっている。また自分が行っている手技が適切なものかどうかを客観的に評価することも困難な状況である。

### 2. 研究の目的

本研究は、高齢者に対する口腔ケア訓練・評価システムとして、歯ブラシと歯列モデルに力覚センサ設置したリアリティのある口腔ケアシミュレータを開発し、これを用いて最適な高齢者口腔ケア技術を客観的に評価するとともに、計測データをリアルタイム提示することにより有効な教育・訓練システムとして活用し、客観的指標に基づく口腔ケアの標準手技の確立を目指すことを目的とする。

### 3. 研究の方法

歯列の CT データとして、インターネット上に公開され、教育・研究には自由に用いることのできる Dicom Image Viewer: Osirix のサンプルデータ、INCISIX (<http://www.osirix-viewer.com/datasets/>) を利用した。このデータは、厚さ 0.5mm、FOV 185x185mm<sup>2</sup>、Matrix 512x512 の 166 枚の CT 画像から成り、ヴォクセルサイズは、0.36x0.36x0.5 mm<sup>3</sup> という高精細なものである。Osirix を使用して不要な部分を削除して下顎部分のみを取り出した後、歯列を別個に抽出し、下顎骨と歯牙それぞれの STL ファイルを作成した。このデータをもとに、3D プリント (Stratsys 社、ObjetConnex 350) を用いて VerowhitePlus をトナーとして、歯列を除いた原寸大の下顎骨と歯牙を別個に作製した。当初は片側 7 本、最終年度に両側 14 本の歯を抽出したモデルを作製した。(図 1、2)。有効長が 2mm と 5mm の汎用箔歪みゲージ (KFGS-2-120-C1-11、KFGS-5-120-C1-11; 共和電業) (図 3) を入手し、それぞれ歯根部と歯ブラシに使用した。工作用のルータードリルで歯牙の裏側と歯槽骨の間に歪みゲージを挿入するためのスペースを作製し、シリコン接着剤で歯牙を固定し、歯牙の裏側の歯根部の接着剤内に有効長 2mm の箔歪みゲージを包埋して固めた。歯ブラシの柄には、正面と側面の 2 か所に有効長 5mm の箔歪みゲージを接着した。

各歪みゲージの感度は、歯根部と歯牙の間のスペース、シリコン接着剤への包埋条件などによって、一定ではないため、3 軸方向のロードセル (USL06-H5-50N、テック技販) を用いて、歯牙の正面中央から、歯ブラシでは 2 方向から圧力を加えてキャリブレーションを行い、すべて gf (グラムフォース) に変換した。すべての歪みゲージからの情報は、歪み測定ユニット、EDX-10B、EDX-11A と計測用ソフトウェア DCS-100A (いずれも共和電業) を用いてパソコン上にリアルタイムに表示するとともに、50Hz のサンプリングレートで CSV ファイルとしてすべてのチャンネルの信号を記録した。

保存された CSV ファイルは、数値計算ソフト、Matlab (Mathworks 社) を用いて解析した。歯ブラシにかかる 2 方向の力は、正面からの力がほとんどであるが、歯ブラシの当たる角度によっては側方からの力も無視することはできず、個々の施行者やタイミングによっても一定しないため、2 方向の力の合成ベクトルとして処理することとした。各センサの計測値にはわずかに基線のドリフトが生じるため、全体のデータを目視で確認してベースとする時間をマニュアルで設定してドリフトコレクションを行った。各センサについて、最大力、力の積算と時間当たりの平均、検出ピーク数、ピークの力総和と平均等の指標を求めた。最大力と力の積算の算出は比較的容易であったが、観測・記録時間の中で各歯牙に力がかかっている時間はその一部のみであり、



図 1 片側 7 本の歯を抽出した歯列モデル



図 2 両側 14 本の歯を抽出した歯列モデル

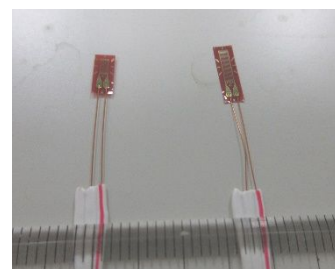


図 3 有効長 2mm と 5mm の汎用箔歪みゲージ

力の加わっている時間を判定して、設定する必要があった。個別のセンサにかかる力は一律ではないため、一定値を閾値とすることは不相当であると考え、それぞれの最大力の20%を閾値として設定し、それ以上の力の加わっている時間についてデータの解析を行った。ピークは、極大値を検出することで得たが、歯ブラシに比べて各歯牙の力は小さく、ノイズも多かったため、前後5ポイント(0.1秒)に複数の極大値が存在する場合には、大きい方をピークとして採用することとした。こうした閾値やポイント数の設定は、女性歯科衛生士2名、口腔ケア経験のない男性研究者2名から得た明らかに傾向の異なるサンプルデータを用いて検討を行った。

データ処理方法について十分に検討した後、基礎データを得るため、歯科衛生士養成課程3年生女子10名(A群)、看護大学3-4年生女子10名(B群)、医系以外の大学3-4年生女子10名(C群)・男子10名(D群)、計40名を対象として、右側7本の歯に対して口腔ケアをしているつもりで丁寧に磨かせ、教育背景の異なる学生の力学データを収集し、比較した。得られたデータは、一元配置分散分析やBonferroniの多重比較を用いて統計解析を行った。この研究のプロトコールについては学内倫理委員会の承認(30-060)を受けた上で行った。

さらに、最終年度には、よりリアリティのある現実に即したシミュレータとするため、頬部などの軟部組織のモデルを作製することとした。元のCTデータは口を閉じたものであり、口を開いた状態で撮像しているCTデータも入手不可能であるため、市販されている口腔ケアシミュレータ、「せいけつ君」の利用を試みた。しかし、この軟部組織のモデルに用いられている樹脂は、実際の人の組織に比べて固くて伸展性に乏しく、歯列モデルを内部に設置しても、歯ブラシを挿入して歯磨きすることは不可能であった。そこで、このモデルを水に浸して、水信号のMR画像を高精度に撮影し、これをもとに、モデル作製のための鋳型を3Dプリンタで製作した。頬の硬さに近いシリコン樹脂として、SMOOTH-ON社のEcoFlex 00-30を肌色に着色したものを選択し、この鋳型に注入して頬部モデルを作製した。この内部に歯列モデルを設置してリアリティのある口腔ケアシミュレータを製作した。シリコンラバー表面は摩擦が大きいいため、歯ブラシを滑らかに動かせるよう、内側の表面にはベビーパウダーを塗布した。

#### 4. 研究成果

##### 1) 歪みセンサを設置した歯ブラシと歯列モデルによる口腔ケアシミュレータ

当初、歯ブラシは標準的なデザインのもので正面と側面がはっきり区別できて歪みゲージを接着できる、ライオン、システム、3列スリムヘッドを使用し、毛先の摩耗への対応や毛先の硬さや形状の違いの評価のために、同じく3Dプリンタで作製したコネクタを置いて、先端部分を交換できるように改造した(図4)。しかし、歪みセンサ感度をキャリブレーションしてgfとして表示・記録することとなり、箔歪みセンサもそれほど高価ではないため、コネクタを用いた先端部分の取り換えはせず、個々の歯ブラシに接着することも可能となった。そのため、様々な形状や毛先の硬さをもつ歯ブラシの効果やそれぞれについての適切な力加減について検討できることとなった(図5)。

歯列モデルについては、歪みセンサは薄くて小型であるため、作製された実寸大の下顎骨と歯牙に埋め込むことができ、現実味のあるものを製作することができた。当初は、右側7本の歯牙に歪みセンサを設置した下顎骨をそのままアクリル板に固定したものを使用した。これを用いて、口腔ケアにおける歯ブラシと歯牙にかかる力の関係、前歯から奥歯にかけての各歯牙にかかる力を比較、分析することができた。計測のためのソフトウェアはflexibleにいろいろな設定が可能で、外部ディスプレイを併用するなどして、必要な場合には、歯磨き中に自分が実際に歯ブラシにかけている力と、歯牙にかかっている力をリアルタイムに表示させることができ、教育・訓練にも有用であった(図6)。

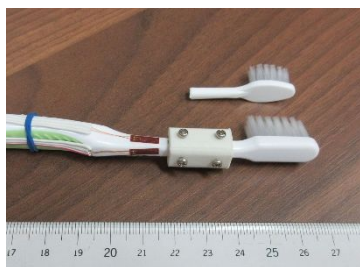


図4 歪みゲージを正・測2方向に貼り付けた歯ブラシ。コネクタで先端部分の交換が可能。

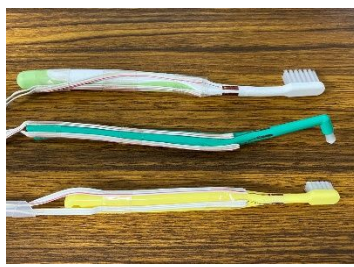


図5 歪みゲージを貼り付けた様々な形状の歯ブラシ。

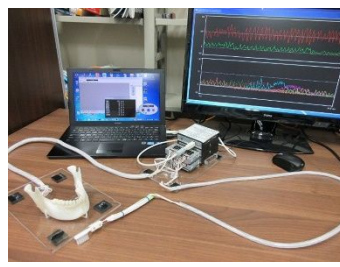


図6 アクリル板に固定したシミュレータと力を表示する画面。

##### 2) 教育背景の異なる学生の基礎データ

教育背景の異なる4群の学生、計40名から得た、歯ブラシと歯根部のすべてのセンサについての力覚データ(図7)から、最大力、力の積算総和、時間当たりの平均、検出ピーク数、ピークの力の総和、ピーク当たりの平均の6つの指標を求めた。ブラシのデータを図8に示す。群間に

統計的有意差は認められず、歯科衛生士課程の女子学生 (A 群) では、最大力は  $120 \pm 35$  gf、力の積算総和は  $1950 \pm 599$  gf・sec、ピークの力総和は  $9780 \pm 2870$  gf で、これらの平均値は 4 群の中の中間的な値を示したが、力の平均は  $68.4 \pm 20.7$  gf で 4 群の中で最高値を示していた。その一方、これら 4 指標の標準偏差はすべて歯科衛生士課程の学生が最小の値を示していた。この他の指標として、歯磨き実施時間、個人毎のピーク間隔の平均と標準偏差について分析した (図 9)。歯科衛生士課程の学生は、平均値、標準偏差ともに、3 つの指標のいずれについても最小値を示すとともに、個人毎のピーク間隔の標準偏差では、多重比較で D 群との間に統計的有意差を認め、歯磨き実行中のストロークの乱れが少なく、一定のリズムで磨いていることが示された。また歯牙のデータから、前歯 (第 2 歯) と奥歯 (第 6 歯) に着目し、力の総和の比、ピーク総数の比、ピーク力総和の比を求めたところ (図 10)、統計的な有意差をは認めないものの歯科衛生士課程の学生 (A 群) は、第 2 歯と第 6 歯にかかる力の指標の比がいずれも 1 に最も近く、前歯と奥歯の双方に対して同等の力が加えられていることが窺えた。この結果から、個人毎のピーク間隔の標準偏差以外には統計的有意差は認められなかったが、歯科衛生士課程の学生は、しっかりとした力で、比較的短時間に歯ブラシを規則正しく高速に動かし、前歯も奥歯も均等な力を加えて磨く傾向がみられ、しかも、10 名の被験者のばらつきが小さくまとまったデータが得られており、3 年間の教育・訓練の結果、こうした力の加え方に収束していったものと推測された。今後、このシミュレータを教育訓練システムとして応用するにあたっての基準データとして活用できるものと期待される。

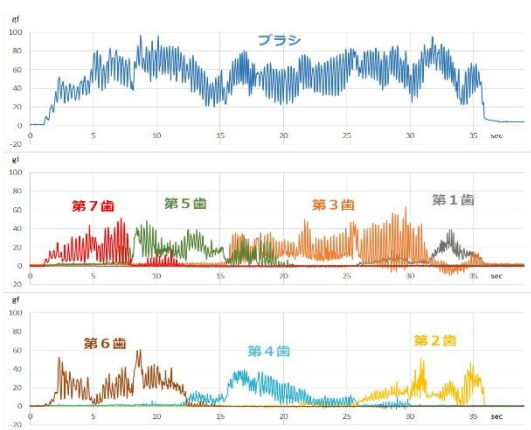


図 7 ある被検者のデータ。歯ブラシと 7 本の歯のすべての力覚データが記録されている。

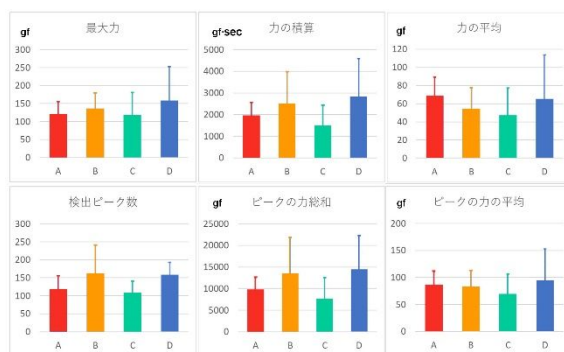


図 8 ブラシの 6 項目の力学指標 (最大力、力の積算・平均、検出ピーク数、ピークの力総和・平均) の分析結果。歯科衛生士養成課程 3 年生女子 (A)、看護大学 3-4 年生女子 (B)、医系以外の大学 3-4 年生女子 (C)、男子 (D)、それぞれ 10 名。値は平均  $\pm$  S.D.

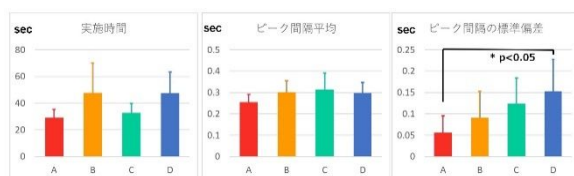


図 9 実施時間、個人毎のピーク間隔の平均と標準偏差の分析結果。(A) ~ (D) は図 8 と同じ。値は平均  $\pm$  S.D.

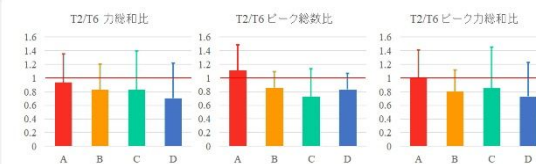


図 10 前歯 (第 2 歯) と奥歯 (第 6 歯) の力の総和の比、ピーク総数の比、ピーク力総和の比の分析結果。(A) ~ (D) は図 8 と同じ。値は平均  $\pm$  S.D.

### 3) 本研究で最終的に完成させた口腔ケアシミュレータ

学生のデータ収集に使用した口腔ケアシミュレータは、下顎骨と右片側 7 本の歯牙のみに力学センサが設置され、しかも下顎骨がむき出しの状態であった。そのため、実際のデータ収集においては、被検者の利き腕によってデータが偏る可能性があるとともに、シミュレータには、口唇や頬がないため、現実にはあり得ない歯ブラシの運び方をする事例も認められた。そこで最終年度には、より患者に近いモデルの製作に取り組んだ。

まず下顎の左右両側 14 本のすべての歯牙の根元に歪みセンサを埋め込んだモデルを作製した。歯ブラシ 2 チャンネルと 14 チャンネルの歯牙データを同時に計測できるよう、検出系を 16 チャンネルまで増設し、キャリブレーションにより、すべてのチャンネルの歪みを gf (グラムフォース) に変換して、歯ブラシ、右側歯牙、左側歯牙、それぞれの力を 3 つのグラフに分けて液晶画面に表示した。シリコンで作製した、頬部などの軟部組織のモデルは、色も柔らかさも実際の行うことができものに近く、ベビーパウダーを使用することにより、歯ブラシの運びも滑らかになり、よりリアリティのあるシミュレータを作製することができた (図 11)。ただし、このモデルでは、コネクタを設置した歯ブラシは、引っかかって使用することができず、柄に直接センサを貼りつけた歯ブラシを使用する必要があった。さらに、シミュレータを設置する台を工

夫し、坐位だけでなく仰臥位の患者を想定した口腔ケアを行えるようにした（図 12）。

今後はこの口腔ケアシミュレータを臨床の場に持ち込み、歯科衛生士課程の学生から得られたデータを参考として、口腔ケア手技の教育・訓練、あるいは客観的評価システムとして有効に活用していくことができるものと期待される。



図 11 両側 14 本の歯にセンサを埋め込み、シリコンで作製した軟部組織モデル内に設置した口腔ケアシミュレータ。



図 12 固定台を工夫して坐位及び仰臥位を想定した状況での口腔ケアが行えるシミュレータ。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Yamada Atsushi, Tokuda Junichi, Naka Shigeyuki, Murakami Koichiro, Tani Tohru, Morikawa Shigehiro	4. 巻 47
2. 論文標題 Magnetic resonance and ultrasound image guided navigation system using a needle manipulator	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Medical Physics	6. 最初と最後の頁 850 ~ 858
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mp.13958	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 Sato Fusako, Miyazaki Yusuke, Morikawa Shigehiro, Perez Antonio Ferreiro, Schick Sylvia, Yamazaki Kunio, Brolin Karin, Svensson Mats Y.	4. 巻 141
2. 論文標題 Relationship Between Cervical, Thoracic, and Lumbar Spinal Alignments in Automotive Seated Posture	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Biomechanical Engineering	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) 10.1115/1.4045111	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 Wang Zhongkui, Or Keung, Hirai Shinichi	4. 巻 125
2. 論文標題 A dual-mode soft gripper for food packaging	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Robotics and Autonomous Systems	6. 最初と最後の頁 103427 ~ 103427
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.robot.2020.103427	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 Rosle Muhammad Hisyam, Kojima Ryo, Or Keung, Wang Zhongkui, Hirai Shinichi	4. 巻 5
2. 論文標題 Soft Tactile Fingertip to Estimate Orientation and the Contact State of Thin Rectangular Objects	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 159 ~ 166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LRA.2019.2950118	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 Rosle Muhammad Hisyam, Wang Zhongkui, Hirai Shinichi	4. 巻 19
2. 論文標題 Geometry Optimisation of a Hall-Effect-Based Soft Fingertip for Estimating Orientation of Thin Rectangular Objects	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 4056 ~ 4056
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s19184056	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 Matsuno Takahiro, Wang Zhongkui, Althoefer Kaspar, Hirai Shinichi	4. 巻 4
2. 論文標題 Adaptive Update of Reference Capacitances in Conductive Fabric Based Robotic Skin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 2212 ~ 2219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LRA.2019.2901991	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 松野 孝博、三谷 篤史、平井 慎一	4. 巻 7
2. 論文標題 力覚センサを用いた口腔ケアシミュレータのための計測アルゴリズムの構築	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 看護理工学会誌	6. 最初と最後の頁 59 ~ 67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24462/jnse.7.0_59	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 Okayama Hisayo, Ninomiya Sanae, Naito Kiyoko, Endo Yoshihiro, Morikawa Shigehiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Effects of wearing supportive underwear versus pelvic floor muscle training or no treatment in women with symptoms of stress urinary incontinence: an assessor-blinded randomized control trial	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Urogynecology Journal	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) 10.1007/s00192-018-03855-z	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 Wang Zhongkui, Kido Masamitsu, Imai Kan, Ikoma Kazuya, Hirai Shinichi	4. 巻 21
2. 論文標題 Towards patient-specific medializing calcaneal osteotomy for adult flatfoot: a finite element study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 332 ~ 343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10255842.2018.1452202	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 内藤 紀代子、二宮 早苗、岡山 久代、遠藤 善裕、古川 洋子、森川 茂廣	4. 巻 5
2. 論文標題 磁気共鳴 (MR) 画像を用いた骨盤底筋体操指導用動画の利用の試み	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 看護理工学会誌	6. 最初と最後の頁 127 ~ 135
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24462/jnse.5.2_127	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 Hirai Shinichi, Wang Zhongkui, Anh-Van Ho, Matsuno Takahiro	4. 巻 37
2. 論文標題 Sensor Technology for Soft Robotics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Robotics Society of Japan	6. 最初と最後の頁 22 ~ 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7210/jrsj.37.22	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 山田 篤史、仲 成幸、森川 茂廣、新田 哲久、谷 徹	4. 巻 35
2. 論文標題 弾性アームに基づく操舵可能な針の屈曲機構	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本ロボット学会誌	6. 最初と最後の頁 539 ~ 547
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7210/jrsj.35.539	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 Yamada Atsushi, Naka Shigeyuki, Morikawa Shigehiro, Tani Tohru	4. 巻 19
2. 論文標題 Active Sheath Mechanism based on Closed Elastica for Endoscope and Steerable Needle	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Computer Aided Surgery	6. 最初と最後の頁 5 ~ 16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5759/jscas.19.5	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 Matsuno Takahiro, Wang Zhongkui, Hirai Shinichi	4. 巻 4
2. 論文標題 Grasping state estimation of printable soft gripper using electro-conductive yarn	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Robotics and Biomimetics	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) 10.1186/s40638-017-0072-4	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 Wang Zhongkui, Zhu Mingzhu, Kawamura Sadao, Hirai Shinichi	4. 巻 4
2. 論文標題 Comparison of different soft grippers for lunch box packaging	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Robotics and Biomimetics	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) 10.1186/s40638-017-0067-1	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 Ho Van Anh, Yamashita Hideyasu, Wang Zhongkui, Hirai Shinichi, Shibuya Koji	4. 巻 13
2. 論文標題 Wrin ' Tac: Tactile Sensing System With Wrinkle's Morphological Change	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Industrial Informatics	6. 最初と最後の頁 2496 ~ 2506
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TII.2017.2718660	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 Wang Zhongkui, Torigoe Yuuki, Hirai Shinichi	4. 巻 2
2. 論文標題 A Prestressed Soft Gripper: Design, Modeling, Fabrication, and Tests for Food Handling	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 1909 ~ 1916
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LRA.2017.2714141	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 Yanagisawa Daijiro, Ibrahim Nor Faeizah, Taguchi Hiroyasu, Morikawa Shigehiro, Kato Tomoko, Hirao Koichi, Shirai Nobuaki, Sogabe Takayuki, Tooyama Ikuo	4. 巻 96
2. 論文標題 Fluorine-19 magnetic resonance imaging probe for the detection of tau pathology in female rTg4510 mice	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 841 ~ 851
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jnr.24188	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 Yamada Atsushi, Naka Shigeyuki, Nitta Norihisa, Morikawa Shigehiro, Tani Tohru	4. 巻 3
2. 論文標題 A Loop-Shaped Flexible Mechanism for Robotic Needle Steering	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 648 ~ 655
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LRA.2017.2779273	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 高田 美雪、桑田 弘美、森川 茂廣	4. 巻 5
2. 論文標題 ロボット支援腹腔鏡下前立腺摘出術を受けた患者の体験	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 看護理工会誌	6. 最初と最後の頁 41 ~ 51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24462/jnse.5.1_41	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 二宮早苗、杉野菜穂子、森川茂廣、内藤紀代子、遠藤善裕、岡山久代	4. 巻 29
2. 論文標題 女性の腹圧性尿失禁症状の改善を目的とした膀胱頸部挙上作用を有する下着の評価者盲検無作為化比較試験	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日排尿会誌	6. 最初と最後の頁 426 ~ 434
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 -

〔学会発表〕 計27件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 19件)

1. 発表者名 山下敬、中西京子、本田可奈子、柏木直亮、王忠奎、平井慎一、森川茂廣
2. 発表標題 力覚センサを有する歯列モデルを用いた口腔ケア手技の評価(1) 基礎データの収集と解析
3. 学会等名 第7回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内藤紀代子、二宮早苗、森川茂廣、遠藤善裕、岡山久代
2. 発表標題 骨盤底筋群の機能評価におけるPFMトレーナーと超音波診断装置の関連性の検討
3. 学会等名 第7回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naito K, Kameyama C, Morikawa S, Okayama H
2. 発表標題 Investigation on awareness and handling of blood-borne infectious diseases among nursery teachers in Japan.
3. 学会等名 23rd East Asian Forum of Nursing Scholars (EAFONS 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下敬、中西京子、本田可奈子、関口香奈子、王 忠奎、平井慎一、森川茂廣
2. 発表標題 口腔ケア手技評価のための歪みセンサを有する歯列モデル力学データ解析についての基礎的検討
3. 学会等名 第6回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内藤紀代子、二宮早苗、森川茂廣、遠藤善裕、岡山久代
2. 発表標題 骨盤底筋体操時の骨盤底筋群の動きをイラスト動画にした指導用動画の有用性の検討
3. 学会等名 第6回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Yamada, S. Naka, K. T. Dang, S. Morikawa, T. Tani
2. 発表標題 Development of a MR-Compatible High Definition Flexible Endoscope for Real-Time MR Image-Guided Microwave Ablation,
3. 学会等名 7th International Conference on the Development of Biomedical Engineering in Vietnam (BME7) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Yamada, N. Nitta, S. Naka, K. T. Dang, S. Morikawa, T. Tani
2. 発表標題 Design and Implementations of Novel Loop-Shaped Steering Mechanisms for Flexible Needles.
3. 学会等名 7th International Conference on the Development of Biomedical Engineering in Vietnam (BME7) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 N. Nitta, A. Yamada, A. Sonoda, S. Ota, S. Naka, S. Morikawa, T. Tani, K. Murata
2. 発表標題 Dexterity assessment of a novel endovascular snare system based on a loop-formed torque-command wire
3. 学会等名 Annual Conference of Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe (CIRSE 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 二宮早苗、杉野菜穂子、森川茂廣、内藤紀代子、遠藤善裕、岡山久代
2. 発表標題 女性の腹圧性尿失禁の改善を目的とした膀胱頸部挙上作用を有する下着の評価者盲検無作為化比較試験
3. 学会等名 第25回日本排尿機能学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Zhongkui Wang and Shinichi Hirai
2. 発表標題 Geometry and Material Optimization of A Soft Pneumatic Gripper for Handling Deformable Object
3. 学会等名 IEEE ROBIO 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Zhongkui Wang and Shinichi Hirai
2. 発表標題 A Soft Gripper with Adjustable Stiffness and Variable Working Length for Handling Food Material
3. 学会等名 IEEE RCAR 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Zhongkui Wang and Shinichi Hirai
2. 発表標題 Chamber Dimension Optimization of a Bellow-Type Soft Actuator for Food Material Handling
3. 学会等名 IEEE-RAS RoboSoft 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Matsuno, Shinichi Hirai, and Zhongkui Wang
2. 発表標題 Vibration analysis of food material for noncontact viscoelasticity measurement
3. 学会等名 ICCFE 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yamada A, Naka S, Nitta N, Morikawa S, Tani S, Tani T
2. 発表標題 An Adaptive Steerable Needle based on a Loop-Shaped Flexible Arm
3. 学会等名 The 31st International Congress and Exhibition of Computer Assisted Radiology and Surgery (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yamada A, Naka S, Tokuda J, Tani T, Morikawa S
2. 発表標題 An Accuracy Assessment of Hybrid Image Navigation System with MR and Ultrasound to Assist Needle Puncture.
3. 学会等名 The 31st International Congress and Exhibition of Computer Assisted Radiology and Surgery (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yamada A, Nitta N, Naka S, Morikawa S, Tani S, Tani T
2. 発表標題 A 1.7 Fr. Steerable Microcatheter based on a Loop-Shaped Guidewire.
3. 学会等名 The 31st International Congress and Exhibition of Computer Assisted Radiology and Surgery (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nitta N, Yamada A, Watanabe S, Sonoda A, Ota S, Tani T, Inoue A, Naka S, Morikawa S, Murata K
2. 発表標題 Needle Steering Methods Based on a Loop-Shaped Flexible Mechanism
3. 学会等名 RSNA2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yanagisawa D, Ibrahim NF, Taguchi H, Morikawa S, Hirao K, Shirai N, Sogabe T, Tooyama I.
2. 発表標題 Tau imaging using fluorine-19 MRI in a mouse model of tauopathy
3. 学会等名 Alzheimer ' s Association International Conference 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mingzhu Zhu, Zhongkui Wang, Kawamura Sado, and Shichichi Hirai
2. 発表標題 Design and Fabrication of a Soft-Bodied Gripper with Integrated Curvature Sensors
3. 学会等名 IEEE 24th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takahiro Matsuno, Zhongkui Wang, and Shinichi Hirai
2. 発表標題 Real-time Curvature Estimation of Printable Soft Gripper using Electro-conductive Yarn
3. 学会等名 2017 IEEE Int. Conf. on Real-time Computing and Robotics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Zhongkui Wang, Mingzhu Zhu, Sadao Kawamura, and Shinichi Hirai
2. 発表標題 Fabrication and Performance Comparison of Different Soft Pneumatic Actuators for Lunch Box Packaging
3. 学会等名 2017 IEEE Int. Conf. on Real-time Computing and Robotics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Zhongkui Wang and Shinichi Hirai
2. 発表標題 Soft Gripper Dynamics Using a Line-Segment Model with Optimization-Based Parameter Identification Method
3. 学会等名 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Van Ho, Hideyasu Yamashita, Zhongkui Wang, Shinichi Hirai, Koji Shibuya
2. 発表標題 Morphological Computation in Tactile Sensing: The Role of Wrinkle
3. 学会等名 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (国際学会)
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 Zhongkui Wang and Shinichi Hirai
2. 発表標題 Soft Robotic Gripper for Packaging of Japanese Lunch Box
3. 学会等名 The 13th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森川茂廣、王 忠奎、平井慎一
2. 発表標題 力学データに基づく口腔ケアの訓練・評価システムの開発に向けた歪ゲージを用いた歯列モデルの作製
3. 学会等名 第5回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田原大輔、西木友浩、熊本真大、二宮早苗、岡山久代、内藤紀代子、森川茂廣
2. 発表標題 骨盤底サポート下着開発のための殿部軟組織の柔らかさ評価
3. 学会等名 第5回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山田篤史, 新田哲久, 仲成幸, 森川茂廣, 谷徹
2. 発表標題 ループ型弾性屈曲機構を用いた針のステアリング性能評価
3. 学会等名 第26日本コンピュータ外科学会大会
4. 発表年 2017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	平井 慎一  (Hirai Shinichi)  (90212167)	立命館大学・理工学部・教授   (34315)	
研究分担者	王 忠奎  (Wang Zhongkui)  (50609873)	立命館大学・総合科学技術研究機構・准教授   (34315)	
研究分担者	山下 敬  (Yamashita Satoshi)  (50758018)	滋賀医科大学・医学部・助教   (14202)	