

令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：14202

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01408

研究課題名（和文）弾性ループ機構と同軸半割り機構を統合した新規弾性マイクロ波手術機器の開発と評価

研究課題名（英文）Development and evaluation of a novel microwave energy-based flexible surgical device that integrates a flexible elastic loop mechanism and a coaxial half-split mechanism

研究代表者

山田 篤史（Yamada, Atsushi）

滋賀医科大学・医学部・特任准教授

研究者番号：40534334

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、弾性ループ構造に着目することで、簡易な構造ながら、高度な屈曲性能やマニピュレーションを実現する医療機器用の屈曲機構を複数提案した。また、医療機器として近年応用されているマイクロ波の焼灼特性を調べるために、システムのインピーダンス変化を計測した。最後に、屈曲機構とマイクロ波機器の統合を検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、カテーテルなどの先端部の可動・屈曲性能に対して、従来のような簡易機能ではなく、高い性能要求がなされている。本研究で提案した屈曲機構・マニピュレーション機構は、保守的なワイヤ牽引機構をベースにしているため実現性が高いだけでなく、簡易な構造ながら、屈曲方向・角度・屈曲半径、屈曲特性などの性能は部品点数の多い高価な機器に匹敵するため、従来は性能が不十分であった単回使用機器の性能向上が期待できる。また、焼灼性能のメリットは多いが、治療機器のラインナップとしては経皮的な針型とハサミ型等の外科手術機器にとどまっていたマイクロ波手術機器を、その他の治療分野に拡大するための第一歩となりうる。

研究成果の概要（英文）：We proposed flexible loop-based simple bending mechanisms for implementing continuum-type medical instruments, enabling physicians to manipulate easily and dexterously. Furthermore, we measured the system impedances of microwave energy-based surgical instruments to identify their ablation and sealing characteristics. Then, we tried to integrate the proposed flexible loop mechanisms and the microwave ablation system.

研究分野：医用工学，フレキシブルメカニズム，ロボティクス

キーワード：屈曲機構 弾性ループ機構 フレキシブルメカニズム

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

内視鏡や外科用手術ロボットで用いられている腱駆動型ワイヤ機構やカテーテルのトルク伝達機構など、フレキシブルメカニズムは低侵襲手術を実現する医療機器として大いに役立っている。しかし、針のような細い直径ともなると、サイズの制約ゆえに十分な屈曲力や操作性を有するワイヤ駆動型メカニズムは搭載が難しく、多層チューブ機構や受動操舵機構が提案されるにとどまっている。一方、腫瘍を熱で壊死させる焼灼治療で使われるマイクロ波加熱は、対象物質の水分子を振動させる加熱法であるため、温度上昇が速いうえに焦げや煙が少ないといった利点があるが、医療応用は、アンテナの構造を転用した針型の焼灼治療用プローブに限定されていた。この現状に対して申請者らは、細径軟性導体の自在屈曲技術として弾性ループ機構である **Active Sheath** を新規提案し、微細針およびマイクロカテーテルを自在に屈曲させることに成功した。特許申請も行った。また、加熱技術として、新規同軸半割り機構のハサミ・ピンセット型マイクロ波機器を開発して焼灼・切断・止血特性を評価した。これらの予備的な研究成果を通して、半割りした同軸ケーブルの先端をあらためて結合するとループ構造にできることに着目し、同軸半割り機構と弾性ループ機構との統合を構想した。そして、この統合機構を利用して、弾性ループの屈曲特性を利用した柔軟な操作性と、ループ型に焼灼するマイクロ波による切断・止血能力を併せ持つ小型の新規ループ型低侵襲治療機器を着想した。しかし、これまでマイクロ波技術は硬い針型とはさみ型機器にしか医療応用されていないため、ループ型で弾性変形可能なマイクロ波プローブ構造は得られていない。そこで、これまでに培った屈曲形状デザイン手法を応用し、加熱と変形形状の統合デザインを考えた。

### 2. 研究の目的

本研究では、内視鏡用の弾性ループ型マイクロ波プローブを開発するために、弾性機構を提案し、形状変形特性・加熱特性・操作性を評価する。

### 3. 研究の方法

以下のように研究を進めた。

- (a) 弾性ループ機構の基本構造を確立し、屈曲性能やマニピュレーション性能を向上させる弾性構造のバリエーション抽出を行い、構造の体系化を進めた。
- (b) 弾性構造のデザインに伴う、変形入力自由度と形状変化特性を調べ、臨床現場で求めるニーズとシーズをマッチングしながら、機器のデザインを行った。また、マイクロ波焼灼時のシステムのインピーダンスを計測し、性能評価指標のノウハウを蓄積した。
- (c) 統合可能性を評価するために、サイズを調整しながら、弾性ループ機構とマイクロ波機構の統合試験をおこない、操作性を評価した。

### 4. 研究成果

#### 4-1. 弾性構造

本研究期間内に、研究代表者が中心となって提案したユニークな弾性ループ機構のバリエーション抽出をおこなった。バリエーション抽出は、応用が期待される診療科と密に連携し、ニーズとシーズのマッチングをおこなった。弾性ループ機構のバリエーションと、その応用先の概略を以下に示す。

#### 4-1-1. Active Sheath

Active Sheath は、針やカテーテルを目的の方向に適応的に屈曲させるために、針における内筒やカテーテルにおけるガイドワイヤの代わりに、弾性のループアームを用いる方法である。ループアームは、弾性の芯材（背骨構造）と操舵機構を兼ねる。概要を図1に示す。Active Sheath は、弾性の外筒と、円柱を長軸方向に二分割して先端部だけを互いに接続したループ状の弾性体（ループアーム）で構成される。ループアームを外筒に挿入し、2つあるアーム端点のいずれかを押し引きすることで、外筒を屈曲させることができる。ループアームは外筒の軸まわりに任意に回転できるので、外筒を全方向に屈曲させることができる。本研究では、ループアームが弾性の芯材（背骨構造）と操舵機構を兼ねることに注目し、半円柱であるアームの先端部のみを肉薄にする剛性デザインをおこなうことで、外筒先端部の屈曲性能を向上させることができた。Active Sheath は 2 つの独立した弾性体で構成されるため、ループアームの挿入量を調節することで外筒の屈曲形状を調整したり、必要ないときは外筒から引き抜きて治療機器を挿入したりするなど、オンデマンドに使用できる。

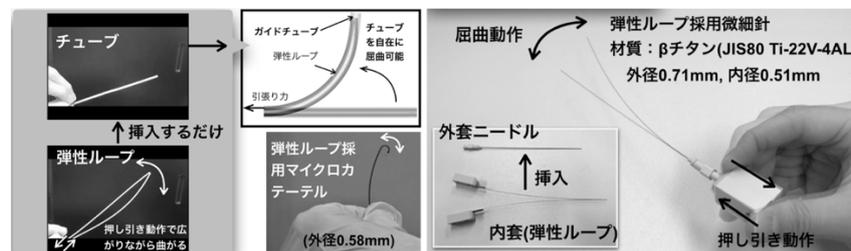


図1 Active Sheath

#### 4-1-2. ループ状のトルクワイヤ構造

ループ状のトルクワイヤ構造は、カテーテルの断片など、血管内の異物を除去するスネアシステムにおいて、さまざまなサイズのワークスペースに適応するために提案した構造である。この構造では、スネアループを、屈曲部を有するトルクワイヤで構成している。これにより、図2に示すように、ループの拡大・縮小、回転、グースネックのようなループ根元部を曲げる上下移動が容易におこなえる。これらの単一動作を組み合わせることで、ワークスペースのサイズに応じた適応的な形状制御を可能になるため、血管での異物を回収できるだけでなく、心房のような広い領域にまで達した異物を短時間で回収できる可能性がある。

試作機は、3層構造の弾性トルクコイル(材質:SUS304, 外径:0.54mm)をループ形状にして、6Fr.カテーテル(Cordis vista bright tip 670-280-55, Johnson & Johnson K.K.)に挿入して構成した。ループ中央には、形状変化を促進する補助ワイヤ(材質:ニッケルチタン, 外径:0.08mm)を接続した。カテーテルの根元部位には、弾性トルクコイルの2つの端点および補助ワイヤが貫通しており、ロボットマニピュレータや手動での操作が可能である。従来用いられている3つのスネアループで構成される血管内治療用スネアシステム (EN Snare 2006020, Merit Medical Systems, Inc.)との比較実験をおこなった。捕獲・回収対象として、ガイドワイヤの断片(直径0.57mm, 長さ45mm)を用いた。ファントムとして、(A)内径11.0mmの血管ファントム, (B)内径24.6mmの右心房ファントムを用いた。捕獲・回収実験のビューワとして、X線画像システム(Plessart 50, Toshiba Medical Systems Corp., Tochigi, Japan)を用いた。ファントム(A), (B)を用いたときの捕獲・回収の様子および実験結果を図3にそれぞれ示す。ファントム(A)を用いた場合、比較用スネアシステムは3つのループを有するため、断片の捕獲・回収が比較的容易であった。試作機は、ファントム内径が小さかったために、適応的に Goose Neck Snare 形状を構成して捕獲・回収を実現した。ファン

トム(B)を用いた場合、比較用スネアシステムのワークスペースがファントムの内径をカバーできないために捕獲・回収ができなかった。一方、試作機は構造特性上、ループサイズを環境や対象物のサイズに応じて十分な大きさに調整可能であるため、捕獲・回収が可能であった。

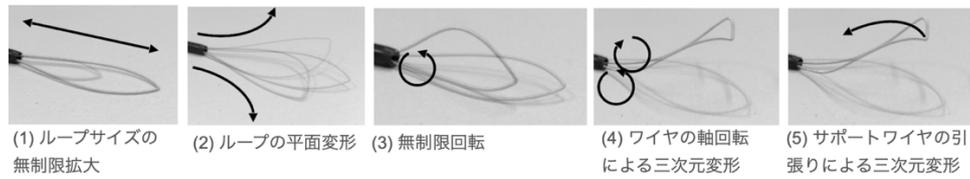


図2 ループ状のトルクワイヤのマニピュレーション

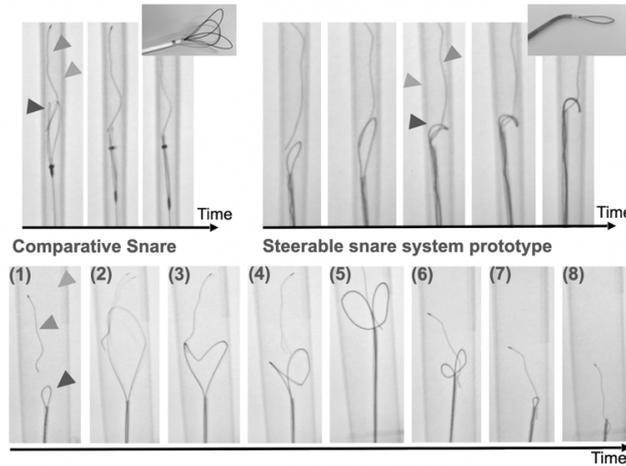


図3 捕獲・回収の様子. 上段左は比較機, 上段右は試作機をファントム(A)に用いた場合. 下段は, 試作機をファントム(B)に用いた場合.

#### 4-1-3. ループ状の制御ワイヤ

ループ状の制御ワイヤは、カテーテルを屈曲させるためのロバストなワイヤ配線として提案した。図4に概略を示す。提案したループ状の制御ワイヤ配線は、牽引時にワイヤにかかる張力と、屈曲時にカテーテルに生じる応力集中（ワイヤがワイヤルーメン内面に接触することにより発生する）を半分ほどに抑制できるため、牽引時にワイヤが破断したり、屈曲時にカテーテルが裂けて破損したりするのを防ぐことが期待できる。ループ状の制御ワイヤ配線は原理が単純であるが、簡易屈曲構造を実装した可動型チューブのロバスト性を向上させる方法として有用である。試作機は、外径 1.9mm の延伸ポリテトラフルオロエチレン (ePTFE) チューブに、ループ状の制御ワイヤを配線して構成した。図に示すように、メインルーメンの周囲にワイヤルーメンを配置したカテーテルチューブにおいて、一方向へ屈曲するために二つのワイヤルーメンを使用している。ループ状に配線したワイヤの両端点を同時に牽引することでカテーテルを屈曲させることができる。ワイヤの根元部分は、マニュアルコントローラに接続される。臨床で使用されている内視鏡的逆行性胆管膵管造影 (ERCP) 用可動型カテーテルと比較して、試作機は、先端部をより小さい半径とより大きな角度で屈曲できることを示した。

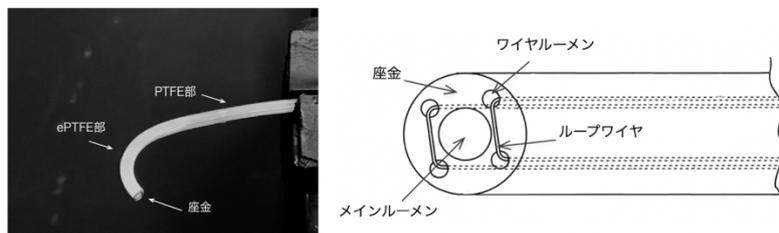


図4 ループ状の制御ワイヤ構造

#### 4-1-4. フランジハブ

フランジハブは、管腔臓器や脈管、血管内で用いるカテーテルや内視鏡の先端部の屈曲性能の劣化を防ぐために、ループ状の制御ワイヤを利用することを前提としたワイヤ配線用構造体である。簡単のために、ひとつのループ状ワイヤを用いた一方向への屈曲に関する基本構造を図5に示す。フランジハブは、フランジハブを挟んで接続されたチューブの先端部と本体部で、ワイヤを挿通するワイヤルーメンの位置が異なる場合でも、ワイヤがスムーズに配線されるのを補助する役割を担う。

実験およびシミュレーションにより、ワイヤを挿通するチューブ先端部と本体部のワイヤルーメンの位置を図に示すようにデザインした場合、ワイヤの接触力により本体部にかかるモーメントを先端部よりも小さくできることを確認した。その結果、ワイヤの影響による本体部の屈曲を約75%抑制することができた。また、本体部では、屈曲方向に対して、ワイヤがチューブの中心（背骨曲線）付近に配線されているため、本体部が経路に沿って屈曲された場合でも、先端部の屈曲性能がほとんど劣化しないことを確認した。

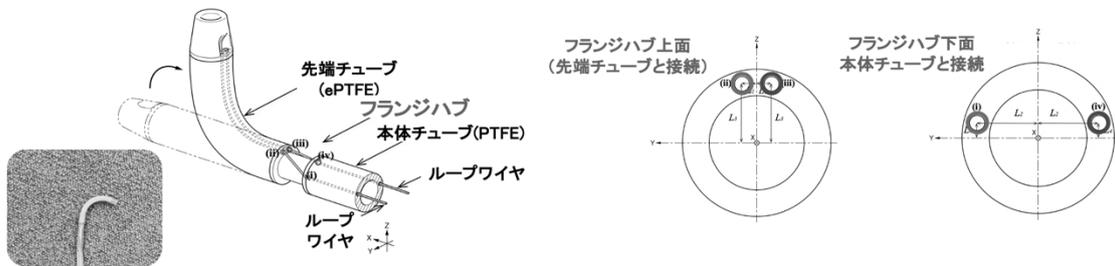


図5 フランジハブ（1方向屈曲の場合）

#### 4-2. マイクロ波を用いた加熱特性

これまでに申請者らのグループで開発した基本機能をベースに製品化された外科用マイクロ波手術機器である Acrosurg は、現在すでに臨床利用されているが、開発者サイドが蓄積し、今後の新しい手術手技に資するデータを論文にまとめた。また、焼灼対象である組織や血管は部位によって異なり、全ての対象は焼灼中に状態変化が伴うことから、マイクロ波機器のパフォーマンスを最大化するためには、対象のインピーダンスに対するマッチングが重要となる。本研究では、インピーダンスマッチングをおこなう前段階として、組織焼灼中の反射波を、パワーメータを用いて計測するシステムと、焼灼中のシステムのインピーダンス変化を計測するシステムを構築した。焼灼中のインピーダンスは、スミスチャート上を特徴的に動くことを確認した。

#### 4-3. マイクロ波ケーブルと屈曲機構の統合

上記の屈曲機構とマイクロ波焼灼機能の統合をおこなうため、フランジハブ機構にマイクロ波伝送用の同軸ケーブルを組み合わせた。屈曲性能にほとんど劣化はみられなかった（図6）。

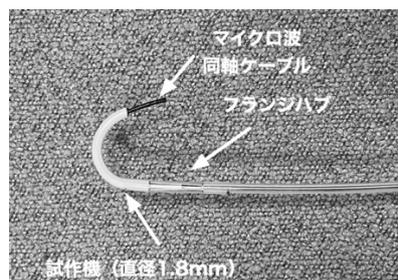


図6 統合試作機

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 K. T. Dang, S. Naka, V. Q. Nguyen, A. Yamada, T. Tani	4. 巻 -
2. 論文標題 Functional Evaluation of a Novel Microwave Surgical Device in a Canine Splenectomy Model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Investigative Surgery	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/08941939.2019.1619884	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. Yamada, J. Tokuda, S. Naka, K. Murakami, T. Tani, S. Morikawa	4. 巻 47(3)
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 T. Tani, S. Naka, S. Tani, H. Shiomi, K. Murakami, A. Yamada, D. T. Khiem	4. 巻 48(9)
2. 論文標題 Invention of microwave surgical scissors for seamless coagulation and cutting	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Surgery Today	6. 最初と最後の頁 856-864
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00595-018-1662-7	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 Dang Khiem Tran, Naka Shigeyuki, Yamada Atsushi, Mukaisho Ken-ichi, Tani Tohru	4. 巻 27
2. 論文標題 Vessel-Sealing Capability of Novel Microwave Sealer: Experimental Study in Animal Models	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Surgical Innovation	6. 最初と最後の頁 633 ~ 643
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1177/1553350620937860	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 Mekata Eiji, Yamada Atsushi, Shimagaki Masaaki, Kajiyama Takahiro, Tani Tohru	4. 巻 -
2. 論文標題 Lightweight Carbon-Reinforced Resin Surgical Instruments	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Surgery and Operating Room Innovation	6. 最初と最後の頁 3~16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-8979-9_1	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	4. 巻 23
2. 論文標題 Steering Mechanisms for Continuum Devices using Flexible Loops	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Computer Aided Surgery	6. 最初と最後の頁 65~72
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5759/jscas.23.65	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 Dang Khiem Tran, Naka Shigeyuki, Yamada Atsushi, Tani Tohru	4. 巻 8
2. 論文標題 Feasibility of Microwave-Based Scissors and Tweezers in Partial Hepatectomy: An Initial Assessment on Canine Model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Surgery	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fsurg.2021.661064	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 Tanaka Rie, Tani Tohru, Yamada Atsushi, Tani Soichiro, Dang Khiem Tran, Nitta Norihisa, Tabata Takahisa, Muraoka Shintaro, Yoneyama Tsutomu, Sanada Shigeru	4. 巻 -
2. 論文標題 Correlations between cardiovascular parameters and image parameters on dynamic chest radiographs in a porcine model under fluid loading	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12194-021-00626-2	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, Dang Khiem Tran, Morikawa Shigehiro, Tani Tohru	4. 巻 69
2. 論文標題 Development of an MR-Compatible High-Definition Flexible Endoscope for Real-Time MR Image-Guided Microwave Ablation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IFMBE Proceedings	6. 最初と最後の頁 21 ~ 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-13-5859-3_4	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, Nitta Norihisa, Naka Shigeyuki, Dang Khiem Tran, Morikawa Shigehiro, Tani Tohru	4. 巻 69
2. 論文標題 Design and Implementation of Loop Shaped Steering Mechanisms for Flexible Needles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IFMBE Proceedings	6. 最初と最後の頁 15 ~ 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-13-5859-3_3	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 Tani Tohru, Naka Shigeyuki, Yamada Atsushi, Tani Soichiro, Khiem Dang Tran, Vinh Nguyen Quoc	4. 巻 69
2. 論文標題 Overview of Our Less Invasive Operation System?Development of Three Dimensional Real-Time MR Image Guided Operation System Using Microwave Devices and Relating Technologies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IFMBE Proceedings	6. 最初と最後の頁 11 ~ 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-13-5859-3_2	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 Khiem Dang Tran, Tani Tohru, Naka Shigeyuki, Yamada Atsushi, Tani Soichiro	4. 巻 69
2. 論文標題 Comparative Study of Novel Microwave Coagulation Surgical Instrument and Currently Commercialized Energy Devices in an Animal Model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IFMBE Proceedings	6. 最初と最後の頁 115 ~ 118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-13-5859-3_19	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 -

〔学会発表〕 計34件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 N. Nitta, A. Yamada, A. Sonoda, S. Otha, S. Watanabe, Y. Tomozawa, Y. Imai, A. Inoue, S. Naka, T. Tani
2. 発表標題 Capturing-performance Assessment of an Endovascular Snare System Based on a Loop-Formed Torque Wire
3. 学会等名 第78回日本医学放射線学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金一暁, 山田篤史, 園田悠馬, 山本寛, 矢端博行, 塚本剛士, 和田英貴, 玉木良高, 小川暢弘, 北村彰浩, 山川勇, 川合寛道, 漆谷真
2. 発表標題 神経変性疾患のリハビリテーションにおけるfunctional connectivity networkの検討
3. 学会等名 第60回日本神経学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田篤史, 谷徹
2. 発表標題 人工血管用素材を用いたアクティブカニューレのマニピュレーション
3. 学会等名 第37回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田篤史
2. 発表標題 弾性アームに基づく屈曲・伸展機構
3. 学会等名 DAFULセミナー2019 ユーザ講演（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金一暁，山田篤史，園田悠馬，漆谷真
2. 発表標題 脊髄小脳変性症に対する集中リハビリテーションが脳コネクトームに及ぼす影響
3. 学会等名 2019年度 第5回 SUMSグランド・ラウンド
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田篤史，米道渉，嶋辰也，谷徹
2. 発表標題 人工血管用素材を用いたアクティブカニューレの開発
3. 学会等名 第28回日本コンピュータ外科学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲成幸，山田篤史，谷徹
2. 発表標題 マイクロ波手術機器と術中MRIが実現する究極の手術システム
3. 学会等名 Microwave Workshops & Exhibition (MWE2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷徹, 仲成幸, 山田篤史, Tran Dan Khiem, 谷総一郎
2. 発表標題 マイクロ波の医療への導入 -マイクロ波手術機器の開発-
3. 学会等名 Microwave Workshops & Exhibition (MWE2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村上耕一郎, 山田篤史, 仲成幸, 飯田洋也, 龍田健, 小玉正智, 谷徹, 谷眞至
2. 発表標題 通常のポートセッティングが困難と思われる胆嚢炎症例に対し3Dシミュレーションを用いて腹腔鏡下手術を遂行した症例
3. 学会等名 第118回日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 目片英治, 谷徹, 山田篤史, 太田裕之, 赤堀浩也, 小島正継, 田畑貴久, 清水智治, 梶山隆啓, 武重英之, 島垣昌明
2. 発表標題 樹脂製手術器具の開発 続報
3. 学会等名 第118回日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 N. Nitta, A. Yamada, S. Watanabe, A. Sonoda, A. Inoue, K. Takaki, S. Otha, S. Naka, S. Morikawa, T. Tani, K. Murata
2. 発表標題 Development of a Steerable Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt (TIPS) Needle Based on a Loop-Shaped Flexible Mechanism
3. 学会等名 第77回日本医学放射線学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 目片英治, 谷徹, 山田篤史, 太田裕之, 赤堀浩也, 小島正継, 田畑貴久, 清水智治, 梶山隆啓, 島垣昌明
2. 発表標題 樹脂製手術器具の開発 続報
3. 学会等名 第73回日本消化器外科学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村上耕一郎, 山田篤史, 田中久富, 仲成幸, 龍田健, 小玉正智, 谷徹, 谷眞至
2. 発表標題 腹腔鏡手術時のポート位置をエミュレートできるVRソフトウェアの開発 -胆嚢炎症例と移動性盲腸症例-
3. 学会等名 第73回日本消化器外科学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. T. Dang, T. Tani, S. Naka, A. Yamada, S. Tani
2. 発表標題 Comparative Study of Novel Microwave Coagulation Surgical Instruments and Currently Commercialized Energy Devices in an Animal Model
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 T. Tani, A. Yamada, D. Khiem, S. Naka, S. Tani and N. Vinh
2. 発表標題 Overview of Our less Invasive Operation System: - Development of Three Dimensional Real-time MR Image Guided Operation System Using Microwave Devices and Relating Technologies
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 S. Naka, T. Tani, D. Khiem, S. Tani, A. Yamada, M. Tani
2 . 発表標題 “ Acrosurg. ” is a Next Generation Technology of Microwave Surgical Device -Development and Initial Clinical Evaluation-
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 Implementation of 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 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 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 山田篤史, 新田哲久, 仲成幸, 谷徹
2. 発表標題 ループ型トルクワイヤを用いた血管内異物除去用スネアシステムの操作性評価
3. 学会等名 第27回日本コンピュータ外科学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷徹, 村田聡, 竹林克士, 山田篤史, khiem Dang Tran, 仲成幸, 谷眞至
2. 発表標題 予後改善を目指す鏡視下, ロボット手術法のコンセプト がん手術におけるリンパ網シーリングとエネルギーデバイス選択
3. 学会等名 第56回日本人工臓器学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷徹, 田中利恵, 真田茂, 田畑貴久, 新田哲久, 島田二郎, 山田篤史, 谷総一郎, Dang Tran Kheim, 米山努, 村岡慎太郎
2. 発表標題 デジタル胸部X線写真情報を利用した肺血流や心肺機能の可視化
3. 学会等名 第80回日本臨床外科学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田篤史
2. 発表標題 革新的医療機器・システム研究開発講座における弾性機構の研究
3. 学会等名 日本ロボット学会ソフトロボティクス研究専門委員会第5回研究会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷徹, 山田篤史, Dang Tran Khiem, 仲成幸, 谷総一郎
2. 発表標題 ハサミ型マイクロ波器具による血管シーリング過程の病理学的検討
3. 学会等名 第37回Microwave Surgery研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 仲成幸, 谷徹, 谷総一郎, 山田篤史, 児玉泰一, 塚田宏明, 飯田洋也, 清水智治, 谷眞至
2. 発表標題 マイクロ波手術支援デバイスの開発と臨床応用 -開発の経過と今後の展開-
3. 学会等名 第73回日本消化器外科学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 仲成幸, 谷総一郎, 山田篤史, 森治樹, 児玉泰一, 前平博充, 飯田洋也, 北村直美, 塚田宏明, 谷眞至, 谷徹
2. 発表標題 肝切除におけるマイクロ波手術デバイスAcrosurg.の有用性
3. 学会等名 第118回 日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村上耕一郎, 山田篤史, 仲成幸, 飯田洋也, 龍田健, 植木智之, 貝田佐知子, 田中久富, 小玉正智, 谷徹, 谷眞至
2. 発表標題 VRシミュレーションによるポートセッティングを行った腹壁瘢痕ヘルニア術後の胆嚢炎症例
3. 学会等名 第118回 日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷徹, 山田篤史, D. T. Khiem, 谷眞至, 仲成幸, 村田聡, 谷総一郎
2. 発表標題 動物腸管膜リンパ節摘出術のエネルギーデバイス比較
3. 学会等名 第39回Microwave Surgery研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯田洋也, 前平博充, 森治樹, 徳田彩, 村本圭史, 山田篤史, 仲成幸, 谷徹, 谷眞至
2. 発表標題 腹腔鏡下肝切除における新規エネルギーデバイス (Acrosurg Revo S) の使用経験
3. 学会等名 第39回Microwave Surgery研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田篤史, 米道渉, 嶋辰也, 谷徹
2. 発表標題 先端部の安定した多方向屈曲を実現する人工血管用素材を用いた可動型カニューレの開発
3. 学会等名 第29回日本コンピュータ外科学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田篤史
2. 発表標題 フレキシブルメカニズムの医療応用に関する研究開発
3. 学会等名 第29回日本コンピュータ外科学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下敬, 山田篤史, 王忠奎, 平井慎一, 森川茂廣
2. 発表標題 頬部・口腔モデル内に設置した下顎左右の歯牙に力学センサを有する口腔ケアシミュレータの作製
3. 学会等名 第8回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷徹, 山田篤史, 仲成幸, 谷総一郎, 中瀬雄三
2. 発表標題 本邦外科医が実践可能で社会貢献となる製品化を目指す医学研究開発
3. 学会等名 第120回 日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷徹, 鈴木麻子, 山田篤史, 仲成幸, Dang Tran Khiem, 大平孝, 塚本悟司, 石崎俊雄, 松室堯之
2. 発表標題 マイクロ波止血鉗子による血管封止中のインピーダンスと病理変化 - リアルタイムインピーダンスモニターによる -
3. 学会等名 第38回Microwave Surgery研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計5件

産業財産権の名称 可動型カテーテル	発明者 山田ら	権利者 滋賀医科大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/008720	出願年 2019年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 可動型カテーテル	発明者 山田ら	権利者 滋賀医科大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/008718	出願年 2019年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 フランジハブ, 細長体, 器具	発明者 山田ら	権利者 滋賀医科大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-060885	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 可動型カテーテル	発明者 山田ら	権利者 滋賀医科大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-078540	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 屈曲・伸展装置及び屈曲・伸展方法	発明者 山田ら	権利者 滋賀医科大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2017/ 38239	出願年 2018年	国内・外国の別 外国

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 屈曲・伸展装置	発明者 山田ら	権利者 滋賀医科大学
産業財産権の種類、番号 特許、6841442	取得年 2021年	国内・外国の別 国内

〔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	仲 成幸  (Naka Shigeyuki)  (10359771)	滋賀医科大学・医学部・非常勤講師   (14202)	
研究分担者	谷 徹  (Tani Tohru)  (20179823)	滋賀医科大学・医学部・特任教授   (14202)	
研究分担者	望山 洋  (Mochiyama Hiromi)  (40303333)	筑波大学・システム情報系・教授   (12102)	
研究分担者	新田 哲久  (Nitta Norihisa)  (40324587)	滋賀医科大学・医学部・非常勤講師   (14202)	
研究分担者	森川 茂廣  (Morikawa Shigehiro)  (60220042)	滋賀医科大学・神経難病研究センター・客員教授   (14202)	

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