

令和 2 年 6 月 11 日現在

機関番号：34417

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K16765

研究課題名（和文）拡張現実（AR）技術を応用した麻酔穿刺針ガイドシステムの先駆的開発研究

研究課題名（英文）Development of a novel guidance system for regional anesthesia using augmented reality technology

研究代表者

吉田 敬之（YOSHIDA, Takayuki）

関西医科大学・医学部・研究医員

研究者番号：30634852

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：マーカー型ビジョンベースのAR技術によって、脊椎モデルシミュレータから抽出した脊椎立体データを画面上の脊椎モデルシミュレータに重ねて表示できたが、誤差が大きく、それをガイドに区域麻酔手技を行うことは困難と判断した。そこで、超音波ガイド下の区域麻酔手技中の、針と超音波プローブの位置関係をARを用いて超音波画像とともに表示する方法を開発する方針に転換した。しかし、画像上の針位置と実際の針位置との間の誤差が1 cm程度あり、システムの実用性を評価する段階には至らなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、麻薬性鎮痛薬の過剰使用および不適切使用が社会問題となっている。区域麻酔法は、麻薬性鎮痛薬に頼らずに手術や外傷および慢性疾患による痛みを取り除くことができる方法であり、その重要性が増している。一方で、区域麻酔法は技術的修練を要する。そのため、手技の施行を容易にするガイドシステムが開発されれば、区域麻酔の恩恵に与る対象を増やすことができる。本研究では、AR技術を応用して、区域麻酔手技を簡単かつ安全に行えるようにすることを目指した。

研究成果の概要（英文）：In our research, a vision-based augmented reality (AR) technology allowed visualizing 3D data of a spine model within a human torso simulator onto a picture of the simulator on the screen. However, the insufficient accuracy of the position of structures on the screen prevented us from using this technology as guidance for regional anesthesia techniques in the real world scenario. We changed our original plan and tried to create a new guidance system that presents the positional relationship between an ultrasound transducer and a needle onto the screen during an ultrasound-guided regional anesthesia procedure, using AR technology. While the margin of error between the needle position on the screen and the exact needle position was found to be roughly 1 cm, we could not improve this error within the study period. Therefore, we have not assessed our system in a clinical setting.

研究分野：麻酔科学

キーワード：拡張現実 augmented reality 区域麻酔 神経ブロック 超音波ガイド ナビゲーション 医学教育

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

区域麻酔法は、硬膜外腔や脊髄くも膜下腔および末梢神経の近傍に局所麻酔薬を注入する手技であり、手術や外傷、慢性疾患などによる痛みを効果的に遮断することができる。区域麻酔法の実施にあたっては、骨と骨との間のわずかな隙間や、目的とする神経のごく近くに、神経自体や血管などを傷つけないよう留意しながら針を進めて、薬液を注入する必要がある。そのため、区域麻酔法を安全に実施するためには、修練を重ねた上で、細心の注意を払って手技を行わなければならない。区域麻酔の熟練者であっても、解剖のバリエーションのために、穿刺に難渋する場合がある。また、近年普及がめざましい超音波ガイド法を用いても、目標が脊柱管など骨組織の中にある場合は、穿刺目標を確認しながらリアルタイムに穿刺を行うことは困難である。

ヘッドマウントディスプレイなど体に装着可能なインタフェースを用い、現実空間に情報を重ね合わせてガイダンスとする方法を、拡張現実(Augmented Reality:AR)技術という。ARでは立体デジタル情報を、モニターを介して現実空間の中に表示させることができる。AR技術のうち、ある決まったマーカーを基準にデジタル情報を重ね合わせる方法をマーカー型ビジョンベースARといい、奈良先端科学技術大学院大学の加藤博一氏によって開発された「ARToolKit」などがライブラリとして公開されている。

2. 研究の目的

AR技術を用いて、脊椎などの骨組織の解剖学的画像を患者の体にリアルタイムに投影させることができれば、区域麻酔施行者は、合成された骨組織の立体像を見ながら目標を決定して、穿刺針を進めることができる。本研究は、AR技術を区域麻酔法に応用し、穿刺針を体内の目標位置に到達させるための、正確かつ安全な麻酔穿刺針ターゲット誘導システムを開発することを目的とする。

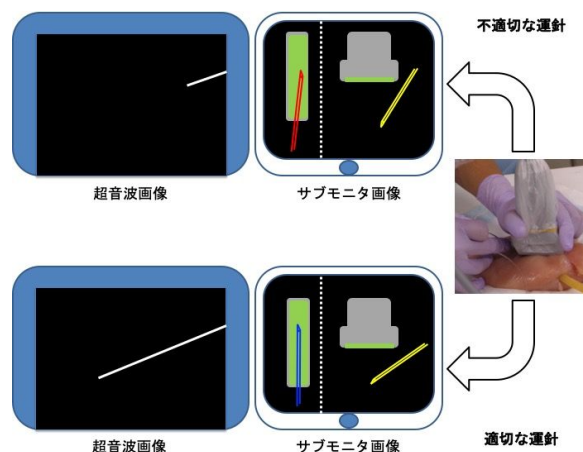
3. 研究の方法

研究代表者は、マーカー型ビジョンベースを基本とした簡素なAR画像表出法に成功しており、これを基盤としてその精度を高めることを第一の目標とする。脊椎モデルシミュレータから抽出した脊椎立体データをヘッドマウントディスプレイ上に再構築し、どのような距離および角度からの視野においても画像データが実物モデルと正確に重なり表示されることを検証する。次に、このシステムを用いて、実際の穿刺手技を脊椎シミュレータを使って実施し、正確に穿刺針を目標部位に誘導することができることを示す。最後に患者から得られた脊椎情報をARシステムを使って人体に重ね合わせる実験を行う。

4. 研究成果

本研究の最終目標は、現実空間の人体に、脊椎などの骨構造を正確に投影し、それをガイドにして骨組織近傍に存在する神経の近くに正確かつ安全に針を進めて、区域麻酔手技を行うことであった。一方で、皮膚表面から投影物までの距離に誤差が生じれば、この技術を実際に臨床現場で患者に手技を行う際に用いることは、特に安全面における問題をはらむ。マーカー型ビジョンベースによるAR技術によって、脊椎モデルシミュレータから抽出した脊椎立体データを、モニター上の脊椎モデルシミュレータに重ね合わせることはできたが、実際の患者においては、患者の体動と針の動き、さらに技術面から生じる誤差の影響で、安全面を担保することが難しいと判断した。

そこで、平成30年度の計画でわれわれは発想を転換し、ARを用いて人体に投影された骨構造のみをガイドに区域麻酔手技を実行するのではなく、超音波ガイド下で行う区域麻酔手技中の針の動きや、針と超音波プローブとの位置関係を、ARを用いて超音波画像とともに表示する方法を開発していく方針とした。具体的には、OpenGL(グラフィックスライブラリ)とARToolkit(AR開発環境)の組み合わせを用いて、患者皮膚、超音波プローブ、穿刺針の位置関係を三次元的に認識可能なシステムを構築することを目標とした(右概念図参照)。超音波ガイドを併用することで、骨構造のみに頼るのではなく、針が目標物(神経)あるいは危険な構造物(血管など)と



接近する部分も可視化できると考えた。平成29年度中に研究協力施設(和歌山大学システム工学部)と研究方針について協議し、平成30年度に本システムの開発を開始した。既存のAPIを応用することで比較的容易にシステムを構築できると予想したが、AR画像上で示される針位置と実際の針位置との間の誤差が1cm程度生じた。超音波ガイド下手技において、1cmの誤差は安全範囲内とは言えず、平成31年度は引き続き誤差の低減を目指したが、十分な改善が得られず、システムの実用性を評価する段階に移ることはできなかった。また、臨床応用を達成するためには、誤差の問題のほかに、超音波プローブと穿刺針に装着するビジョンベースAR用マーカーの

小型化も必要であることがわかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 5件）

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Yoshida Takayuki, Watanabe Yoshiko, Hashimoto Takeshi, Ohta Atsushi, Nakamoto Tatsuo | 4. 巻 2019 |
| 2. 論文標題 Effects of Catheter Tip Location on the Spread of Sensory Block Caused by a Continuous Thoracic Paravertebral Block: A Prospective, Randomized, Controlled, Double-Blind Study | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 BioMed Research International | 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) 10.1155/2019/1051629 | 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 Takeshita Jun, Yoshida Takayuki, Nakajima Yasufumi, Nakayama Yoshinobu, Nishiyama Kei, Ito Yukie, Shimizu Yoshiyuki, Takeuchi Muneyuki, Shime Nobuaki | 4. 巻 20 |
| 2. 論文標題 Superiority of Dynamic Needle Tip Positioning for Ultrasound-Guided Peripheral Venous Catheterization in Patients Younger Than 2 Years Old | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Pediatric Critical Care Medicine | 6. 最初と最後の頁 e410~e414 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/PCC.0000000000002034 | 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 Yoshida Takayuki, Nakamoto Tatsuo, Hashimoto Chikako, Aihara Satoshi, Nishimoto Kota, Kamibayashi Takahiko | 4. 巻 43 |
| 2. 論文標題 An Ultrasound-Guided Lateral Approach for Proximal Sciatic Nerve Block | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Regional Anesthesia and Pain Medicine | 6. 最初と最後の頁 712~719 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/AAP.0000000000000835 | 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 Takeshita Jun, Yoshida Takayuki, Nakajima Yasufumi, Nakayama Yoshinobu, Nishiyama Kei, Ito Yukie, Shimizu Yoshiyuki, Takeuchi Muneyuki, Shime Nobuaki | 4. 巻 33 |
| 2. 論文標題 Dynamic Needle Tip Positioning for Ultrasound-Guided Arterial Catheterization in Infants and Small Children With Deep Arteries: A Randomized Controlled Trial | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia | 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) 10.1053/j.jvca.2018.12.002 | 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 Yoshida Takayuki、Anada Natsuki、Nakajima Yasufumi | 4. 巻 5 |
| 2. 論文標題 Residual shunt in an infant following patent ductus arteriosus ligation detected via transesophageal echocardiography monitoring during pulmonary artery banding: a case report | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 JA Clinical Reports | 6. 最初と最後の頁 1~2 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40981-019-0240-3 | 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 Yoshida Takayuki、Nakamoto Tatsuo、Kamibayashi Takahiko | 4. 巻 2017 |
| 2. 論文標題 Ultrasound-Guided Obturator Nerve Block: A Focused Review on Anatomy and Updated Techniques | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 BioMed Research International | 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) 10.1155/2017/7023750 | 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 Imai Hidekazu、Ohashi Nobuko、Yoshida Takayuki、Okamoto Takeshi、Kitamura Nobutaka、Tanaka Takahiro、Baba Hiroshi | 4. 巻 125 |
| 2. 論文標題 Intraoperative Detection of Persistent Endoleak by Detecting Residual Spontaneous Echocardiographic Contrast in the Aneurysmal Sac During Thoracic Endovascular Aortic Repair | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Anesthesia and Analgesia | 6. 最初と最後の頁 417~420 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1213/ANE.0000000000002207 | 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 Yoshida Takayuki、Nakamoto Tatsuo | 4. 巻 55 |
| 2. 論文標題 Practical tips for placement of transversus abdominis plane catheter using oblique subcostal approach | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Asian Journal of Anesthesiology | 6. 最初と最後の頁 50~51 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aja.2017.06.003 | 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 Tsai Hsiao-Chien, Yoshida Takayuki, Chuang Tai-Yuan, Yang Sheng-Feng, Chang Chuen-Chau, Yao Han-Yun, Tai Yu-Ting, Lin Jui-An, Chen Kung-Yen | 4. 巻 2017 |
| 2. 論文標題 Transversus Abdominis Plane Block: An Updated Review of Anatomy and Techniques | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 BioMed Research International | 6. 最初と最後の頁 1~12 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2017/8284363 | 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 Kamiya Yoshinori, Hasegawa Miki, Yoshida Takayuki, Takamatsu Misako, Koyama Yu | 4. 巻 35 |
| 2. 論文標題 Impact of pectoral nerve block on postoperative pain and quality of recovery in patients undergoing breast cancer surgery | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 European Journal of Anaesthesiology | 6. 最初と最後の頁 215~223 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/EJA.0000000000000762 | 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19件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 10件)

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 吉田敬之 |
| 2. 発表標題 胸部傍脊椎ブロックの正体に迫る |
| 3. 学会等名 日本臨床麻酔学会第39回大会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Takayuki Yoshida, Katsutoshi Nakahata, Michiko Kanazawa, Chisato Sumi |
| 2. 発表標題 A Case of Painless Labor Managed by a Combination of Bilateral Ultrasound-Guided Percutaneous Pudendal Nerve Blocks and Intravenous Remifentanil Infusion |
| 3. 学会等名 ANESTHESIOLOGY 2019 (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takayuki Yoshida、Tatsuo Nakamoto、Takahiko Kamibayashi |
| 2. 発表標題 A SUBFASCIAL LOCAL ANESTHETIC INJECTION TO THE PSOAS MAJOR MUSCLE COMBINED WITH THE ANTERIOR APPROACH FOR QUADRATUS LUMBORUM BLOCK: TECHNICAL DESCRIPTION AND RETROSPECTIVE EVALUATION |
| 3. 学会等名 38th Annual ESRA Congress (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 吉田敬之、中本達夫 |
| 2. 発表標題 胸部傍脊椎腔造影で雲状パターンが生じる原因の解剖所見に基づく推察 |
| 3. 学会等名 日本ペインクリニック学会第53回大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 吉田敬之 |
| 2. 発表標題 超音波ガイド下神経ブロックをいかに教育するか 胸部体幹神経ブロックの教育体制構築 |
| 3. 学会等名 日本麻酔科学会第66回学術集会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名 吉田敬之 |
| 2. 発表標題 坐骨神経ブロックのリバイバルアプローチ |
| 3. 学会等名 日本区域麻酔学会第6回学術集会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takayuki Yoshida |
| 2. 発表標題 Utilizing truncal nerve blocks in abdominal surgeries: myths and facts |
| 3. 学会等名 The 15th Asian and Oceanic Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Congress (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Takayuki Yoshida, Tatsuo Nakamoto |
| 2. 発表標題 A New Ultrasound-Guided Lateral Approach for Proximal Sciatic Nerve Block: A Comparison with the Anterior Approach and a Cadaveric Evaluation |
| 3. 学会等名 2018 World Congress on Regional Anesthesia & Pain Medicine (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takayuki Yoshida |
| 2. 発表標題 Ultrasound-guided proximal lateral sciatic nerve block |
| 3. 学会等名 7th Annual Meeting RA Asia 2018 in Tokyo (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 吉田敬之、中本達夫、高橋千香子、相原聡、西本浩太、上林卓彦 |
| 2. 発表標題 坐骨神経ブロック近位側方アプローチの超音波ガイド下新手法の報告 -超音波ガイド下前方アプローチとの前向き無作為化観察者盲検比較試験- |
| 3. 学会等名 日本麻酔科学会 第65回学術集会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Takayuki Yoshida、 Takeshi Hashimoto、 Takashi Fujiwara、 Kenta Furutani、 Tatsuo Nakamoto |
| 2. 発表標題 EFFECTIVENESS OF ULTRASOUND-GUIDED CONFIRMATION OF CATHETER TIP POSITION ON THE SPREAD OF SENSORY BLOCK PRODUCED BY A CONTINUOUS THORACIC PARAVERTEBRAL BLOCK: A PROSPECTIVE COHORT STUDY |
| 3. 学会等名 37th Annual ESRA Congress (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Natsuki Anada、 Takayuki Yoshida、 Yasufumi Nakajima |
| 2. 発表標題 An Infant Case of Residual Shunt Following Patent Ductus Arteriosus Ligation Detected Via Transesophageal Echocardiography Monitoring During Pulmonary Artery Banding |
| 3. 学会等名 ANESTHESIOLOGY 2018 annual meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 吉田敬之 |
| 2. 発表標題 持続末梢神経ブロック 体幹部における持続末梢神経ブロックの応用 |
| 3. 学会等名 日本臨床麻酔学会 第38回大会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 吉田敬之 |
| 2. 発表標題 TAPブロックの歴史を振り返る-ランドマーク法の登場からQLBへの派生まで- |
| 3. 学会等名 日本区域麻酔学会 第4回学術集会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yoshida Takayuki、Sakuma Kazuhiro、Watanabe Satoshi |
| 2. 発表標題 A case of psoas major muscle abscess diagnosed using ultrasound-guided percutaneous puncture |
| 3. 学会等名 Euroanaesthesia 2017 (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yoshida Takayuki、Nakamoto Tatsuo、Kamibayashi Takahiko |
| 2. 発表標題 A NEW ULTRASOUND-GUIDED LATERAL APPROACH FOR PROXIMAL SCIATIC NERVE BLOCK: TECHNICAL DESCRIPTION AND RETROSPECTIVE EVALUATION |
| 3. 学会等名 36th Annual ESRA Congress (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ando Akiko、Yoshida Takayuki、Nakamoto Tatsuo、Ikeda Sakahiro |
| 2. 発表標題 ANALGESIC EFFICACY OF ULTRASOUND-GUIDED LOCAL ANESTHETIC INJECTION INTO THE LONGUS CAPITIS MUSCLE IN CAROTID ENDARTERECTOMY: A RETROSPECTIVE COMPARATIVE STUDY |
| 3. 学会等名 36th Annual ESRA Congress (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 吉田敬之、中本達夫、上林卓彦 |
| 2. 発表標題 新しい坐骨神経ブロック法：超音波ガイド下近位側方アプローチ |
| 3. 学会等名 日本臨床麻酔学会 第37回大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 吉田敬之 |
| 2. 発表標題 本邦における臨床研究 - 4 臨床研究を通じて麻酔を愉しむ |
| 3. 学会等名 日本臨床麻酔学会 第37回大会（招待講演） |
| 4. 発表年 2017年 |

〔図書〕 計5件

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 Admir Hadzic、Hiroaki Murata、Tatsuo Nakamoto、Takayuki Yoshida | 4. 発行年 2019年 |
| 2. 出版社 McGraw-Hill Education | 5. 総ページ数 448 |
| 3. 書名 Hadzic's Textbook of Regional Anesthesia and Acute Pain Management: Self-Assessment and Review First Edition | |

| | |
|----------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 上嶋 浩順、大嶽 浩司、吉田 敬之、ほか | 4. 発行年 2018年 |
| 2. 出版社 中外医学社 | 5. 総ページ数 232 |
| 3. 書名 続・末梢神経ブロックの疑問～実践編～Q&A70 | |

| | |
|---|------------------|
| 1. 著者名 Admir Hadzic、Hiroaki Murata、Tatsuo Nakamoto、Takayuki Yoshida、Manoj K. Karmakar、ほか | 4. 発行年 2017年 |
| 2. 出版社 McGraw-Hill Education / Medical | 5. 総ページ数 1536 |
| 3. 書名 Hadzic's Textbook of Regional Anesthesia and Acute Pain Management, Second Edition | |

| | |
|--------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 上嶋 浩順、大嶽 浩司、吉田 敬之、ほか | 4. 発行年 2017年 |
| 2. 出版社 中外医学社 | 5. 総ページ数 235 |
| 3. 書名 末梢神経ブロックの疑問Q&A70 | |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 奥田 泰久、臼井 要介、中本 達夫、山内 正憲、吉田 敬之、ほか | 4. 発行年 2017年 |
| 2. 出版社 克誠堂出版 | 5. 総ページ数 187 |
| 3. 書名 超音波診断装置が有用な運動器疾患診断治療ガイド | |

〔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 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
|--|---------------------------|-----------------------|----|