

令和 3 年 6 月 1 日現在

機関番号：11301
 研究種目：基盤研究(B)（一般）
 研究期間：2018～2020
 課題番号：18H03123
 研究課題名（和文）ロボット支援下前立腺全摘術の機能的アウトカムを改善する新規アプローチ法の開発

研究課題名（英文）Development of approach to improve functional outcome after robot-assisted radical prostatectomy

研究代表者
 荒井 陽一（ARAI, Yoichi）
 東北大学・医学系研究科・名誉教授

研究者番号：50193058
 交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究ではニューロモジュレーションを用いて勃起機能を改善させる方法をラットで検討し、仙骨神経からの分枝である骨盤神経を電気刺激して膀胱、前立腺、陰茎の血流が増加することを確認した。
 また、前立腺全摘術を施行した症例を対象に術前、術後1、3、6、12か月目にEPICの質問票を用いて尿禁制を評価した。術前MRI画像にて括約筋外側の脂肪組織の厚みを計測した最小残存尿道括約筋長が術後の尿失禁と関連がみられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究にてニューロモジュレーションで骨盤内血流を増加させることができ勃起機能を改善させる可能性が示唆された。さらに、電極を改良することで海綿体神経損傷に対する新たなEDリハビリテーションの可能性を見出すことができた。

また、術前MRI画像による最小残存尿道括約筋長は術後の尿禁制回復の予測因子になり得ると考えられ、ロボット支援下前立腺全摘術の機能的アウトカムを改善させるために前立腺癌患者が治療を選択する際に最小残存尿道括約筋長が臨床決断に活用できる可能性を見出した。

研究成果の概要（英文）：Pelvic hemodynamics in rat was evaluated by stimulating pelvic nerve, which branched out from sacral nerve. Neuromodulation increased blood flow to bladder, prostate, and penis via stimulation of pelvic nerves.
 This study enrolled patients with localized prostate cancer who underwent MRI before radical prostatectomy. Continence was evaluated using the Expanded Prostate Index Composite (EPIC) instrument before surgery and at 1, 3, 6, and 12 months after surgery. Minimal residual membranous urethral length (mRUL) was measured the distance between the lower margins of the puboperinealis and bulbospongiosus muscles in a direction parallel with the urethra on preoperative MRI. Preoperative mRUL was associated with continence after radical prostatectomy.

研究分野：泌尿器科学

キーワード：前立腺全摘術 尿失禁 性機能 リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

本邦の前立腺癌罹患数の増加は顕著であり、2015年には男性癌の第一位となった。この背景の中、前立腺癌に対する根治療法として低侵襲のロボット支援下前立腺全摘術 (Robotic-assisted radical prostatectomy; RARP) が急速に普及しつつある。一方、前立腺全摘術 (Radical prostatectomy; RP) の二大後遺症である勃起障害 (Erectile dysfunction; ED) と尿失禁は発生率がそれぞれ 70-80%、10-20% と高く、患者 QOL を大きく障害している^{1,2)}。本邦では年間 20,000 件以上の RP が行われており、毎年約 15,000 人の ED と 2,000-4,000 人の尿失禁患者が発生していると推定される。低侵襲の RARP においても ED の発生は依然として高率であり、術後早期には尿失禁も頻発する。

術後の機能的アウトカムには患者因子、手術手技、機能温存、機能回復やリハビリテーションなど多くの過程が関与しており、手術支援ロボットの導入や従来の術式の改良のみでは限界が明らかで、機能的アウトカムの改善には新規アプローチ法の開発が必要である。そこで、本研究では前立腺癌根治術の標準術式となりつつある RARP において、機能回復に関係するいくつかの過程に新しいテクノロジーとコンセプトを導入し、手術成績の飛躍的な向上を目指して研究を行った。

2. 研究の目的

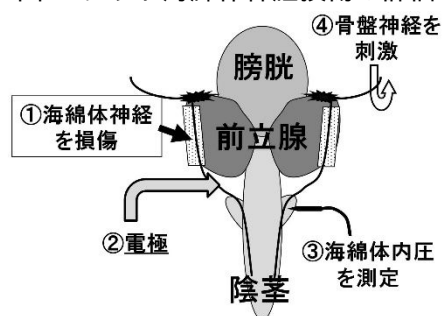
本研究の目的は以下の観点から革新的かつ包括的アプローチを構築し、前立腺全摘術後の機能的アウトカムの改善を目指すことである。

- (1) フレキシブル電極を用いたニューロモジュレーションによる新規 ED リハビリテーション法の開発
- (2) 術後尿失禁の患者因子の同定とこれに基づく臨床決断ツールの開発

3. 研究の方法

- (1) ニューロモジュレーションによる新規 ED リハビリテーション法の開発
骨盤神経を介したニューロモジュレーションの検討
対象：雄性 SD ラット
方法：右頸動脈と陰茎海綿体脚にカニューレ挿入し動脈圧と陰茎海綿体内圧を測定した (図 1)。フック型電極で骨盤神経を把持し、1 分間電気刺激を行った。電気刺激前後の膀胱、陰茎、前立腺血流を近赤外線レーザー血流計 (OZ-1, OMEGAWAVE, INC.) で評価した。

図 1. ラット海綿体神経損傷と評価



ラット海綿体神経損傷モデルを用いて勃起に有用な刺激方法の開発

対象：雄性 SD ラット

方法：ラットの勃起に関する海綿体神経を損傷させて勃起機能を低下させた海綿体神経損傷モデル (いわゆる ED モデル) を作製した³⁾。

ラット海綿体神経損傷モデルの陰茎海綿体内圧や動脈圧を測定しながら、海綿体神経損傷後の海綿体神経に電極を接触させ、勃起に有用な新たな電極の形状や刺激の強さなどを検討した。

また、電極を海綿体神経から皮下まで誘導・留置し、術後に外部から刺激できるかを評価した。

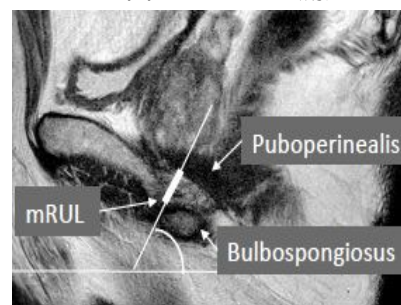
- (2) 術後尿失禁の患者因子の同定とこれに基づく臨床決断ツールの開発

対象：2007 年から 2016 年までに東北大学病院で前立腺癌に対して前立腺全摘術を施行した症例

方法：術前に Magnetic Resonance Imaging (MRI) を撮影し、MRI 画像にて括約筋外側の脂肪組織の厚みを計測して最小残存尿道括約筋長 (Minimum residual urethral length; mRUL) とした (図 2)⁴⁾。

術前、術後 1、3、6、12 か月目に Expanded Prostate Cancer Index Composite (EPIC) の質問票を回収し尿禁制の評価を行った。年齢、Body mass index (BMI)、神経温存方法などの因子を用いて解析を行った。

図 2. mRUL の測定



4. 研究成果

(1) ニューロモジュレーションによる新規 ED リハビリテーション法の開発

ラットの骨盤神経をフック型電極で電気刺激を行い、レーザー血流計で膀胱、前立腺、陰茎の血流を測定したところ、電気刺激に反応して膀胱、前立腺、陰茎の血流が増加することを確認した(図3)。

レーザー血流計による血流の変化に加えて、陰茎海綿体内圧(ICP: intracavernous pressure)と動脈圧(AP: arterial pressure)も同時に測定した。陰茎の血流増加とともに陰茎海綿体内圧が上昇することを確認した。

血流量の変化を電気刺激の前後で定量化したところ、骨盤神経を経て骨盤神経節から分布する神経の支配領域にある膀胱、前立腺、陰茎でいずれも血流が有意に増加していた(図4)。

以上より、骨盤神経を介したニューロモジュレーションで骨盤内血流を増加させ勃起機能を改善させる可能性が示唆された。

ラット ED モデルを用いて陰茎海綿体内圧や動脈圧を測定しながら、海綿体神経損傷後の海綿体神経に電極を接触させて勃起に有用な新たな電極を作製した。その電極を改良して周囲への刺激を抑え、離れた距離から電極を通して海綿体神経に刺激を与え勃起が誘導できることを確認した。

次に、電極を海綿体神経損傷部から皮下まで誘導して体外から勃起を誘導することができることを確認した。

電極の耐久性や安全性を今後さらに検討する必要はあるが、本研究にて海綿体神経損傷に対する新たな ED リハビリテーションの可能性を見出すことができた。

図3.電気刺激中のドップラー血流画像および陰茎海綿体内圧と血圧の変化

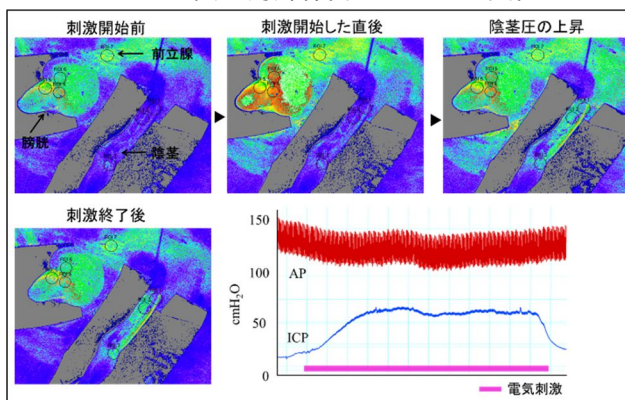
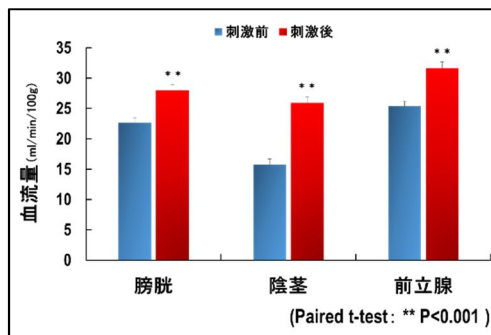


図4.電気刺激前後の血流量の変化



(2) 術後尿失禁の患者因子の同定とこれに基づく臨床決断ツールの開発

約300例の症例から術前、術後1、3、6、12か月目にEPICの質問票に回答を得た。

尿禁制はEPIC排尿の状態に関する問1「過去4週間に、尿もれが何回くらいありましたか」の質問項目に、「めったにはなかった、または全くなかった」と回答した症例を尿禁制ありと定義した⁴⁾。

MRI画像を用いてmRULおよび膜様部尿道長(Membranous urethral length; MUL)を測定した。術後の尿失禁にmRULやMULが影響を及ぼすかを検討したところ、mRULやMULは尿失禁に関連がみられた。

術後1、3ヶ月目にはBMIが術後の尿禁制に影響を与えていたが、術後3ヶ月目以降ではMULが厚い群で禁制が良好であった。

術前のMRI矢状断で測定した骨盤隔膜の厚さや膜様部尿道の長さは術後の尿失禁に関連しており、これが薄い症例は術後の尿禁制の回復が不良であった。骨盤隔膜の厚さや膜様部尿道の長さは術後の尿禁制回復の予測因子になり得ると考えられ、前立腺癌患者が治療を選択する際の臨床決断に活用できる可能性を見出した。

引用文献

Namiki S, Kwan L, Kagawa-Singer M, Arai Y, Litwin MS. The effect of erectile function on the use of phosphodiesterase-5 inhibitors after radical prostatectomy in Japanese and U.S. men. *Urology*. 2008; 71: 901-5.

Namiki S, Terai A, Nakagawa H, Ikeda Y, Saito S, Satoh M, Ishidoya S, Yoshimura K, Ichioka K, Arai Y. Intraoperative electrophysiological confirmation of neurovascular bundle preservation during radical prostatectomy: long-term assessment of urinary and sexual function. *Jpn J Clin Oncol*. 2005; 35: 660-6.

Yamashita S, Kato R, Kobayashi K, Hisasue S, Arai Y, Tsukamoto T. Nerve injury-related erectile dysfunction following nerve-sparing radical prostatectomy: a novel experimental dissection model. *Int J Urol*. 2009;16: 905-11.

Satake Y, Kaiho Y, Saito H, Yamada T, Kawamorita N, Yamashita S, Mitsuzuka K, Yamada S, Ito A, Arai Y. Estimated Minimal Residual Membranous Urethral Length on Preoperative Magnetic Resonance Imaging Can Be a New Predictor for Continence After Radical Prostatectomy. *Urology*. 2018, 112: 138-144.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 6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 Miyuchi Toshiya, Takahashi Masahiro, Mitsuzuka Koji, Saiki Yuriko, Okubo Teppei, Vertino Paula M., Goto Akiteru, Arai Yoichi, Horii Akira, Fukushima Shinichi	4. 巻 2021
2. 論文標題 Aberrant Hypermethylation-Mediated Suppression of PYCARD Is Extremely Frequent in Prostate Cancer with Gleason Score 7	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Disease Markers	6. 最初と最後の頁 1~13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1155/2021/8858905	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 Okita Kazutaka, Hatakeyama Shingo, Narita Shintaro, Takahashi Masahiro, Sakurai Toshihiko, Kawamura Sadafumi, Hoshi Senji, Ishida Masanori, Kawaguchi Toshiaki, Ishidoya Shigeto, Shimoda Jiro, Sato Hiromi, Mitsuzuka Koji, Ito Akihiro, Tsuchiya Norihiko, Arai Yoichi, Habuchi Tomonori, Ohyama Chikara	4. 巻 18
2. 論文標題 The Effect of Treatment Sequence on Overall Survival for Men With Metastatic Castration-resistant Prostate Cancer: A Multicenter Retrospective Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Clinical Genitourinary Cancer	6. 最初と最後の頁 e103~e111
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.clgc.2019.09.006	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 Hatakeyama Shingo, Narita Shintaro, Takahashi Masahiro, Sakurai Toshihiko, Kawamura Sadafumi, Hoshi Senji, Ishida Masanori, Kawaguchi Toshiaki, Ishidoya Shigeto, Shimoda Jiro, Sato Hiromi, Hamano Itsuto, Okamoto Teppei, Mitsuzuka Koji, Ito Akihiro, Tsuchiya Norihiko, Arai Yoichi, Habuchi Tomonori, Ohyama Chikara	4. 巻 27
2. 論文標題 Association of tumor burden with the eligibility of upfront intensification therapy in metastatic castration sensitive prostate cancer: A multicenter retrospective study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Urology	6. 最初と最後の頁 610~617
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/iju.14258	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 味村俊樹、荒井陽一、佐田尚宏（企画・監修）	4. 巻 149
2. 論文標題 特集 排尿・排便障害 - 初期診療から専門的診療まで	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本医師会雑誌	6. 最初と最後の頁 809~875
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 荒井陽一	4. 巻 149
2. 論文標題 巻頭言 排尿・排便障害の現状と課題	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本医師会雑誌	6. 最初と最後の頁 809
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 荒井陽一、前田耕太郎、味村俊樹、後藤百万、山西友典	4. 巻 149
2. 論文標題 座談会 排尿障害と排便障害の診療 - その類似点と相違点	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本医師会雑誌	6. 最初と最後の頁 813 ~ 826
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 Okamoto Teppei, Hatakeyama Shingo, Narita Shintaro, Arai Yoichi, Habuchi Tomonori, Ohyama Chikara	4. 巻 27
2. 論文標題 Validation and development of the CHARTED criteria in patients with hormone naive metastatic prostate cancer: A multi institutional retrospective study in Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Urology	6. 最初と最後の頁 90 ~ 91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/iju.14136	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 Terada N, Kamoto T, Tsukino H, Mukai S, Akamatsu S, Inoue T, Ogawa O, Narita S, Habuchi T, Yamashita S, Mitsuzuka K, Arai Y, Kandori S, Kojima T, Nishiyama H, Kawamura Y, Shimizu Y, Terachi T, Sugi M, Kinoshita H, Matsuda T, Yamada Y, Yamamoto S, Hiramata H, Sugimoto M, Kakehi Y, Sakurai T, Tsuchiya N	4. 巻 19
2. 論文標題 The efficacy and toxicity of cabazitaxel for treatment of docetaxel-resistant prostate cancer correlating with the initial doses in Japanese patients	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMC Cancer	6. 最初と最後の頁 156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12885-019-5342-9	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 Nakamura Yasuhiro, Ise Kazue, McNamara Keely May, Azmahani Abdullah, Sato Shun, Fujishima Fumiyoshi, Joh Kensuke, Suzuki Hiroyoshi, Mitsuzuka Koji, Arai Yoichi, Takahashi Hiroyuki, Sasano Hironobu	4. 巻 84
2. 論文標題 The expression of sex steroid receptors and sex steroid-synthesizing/metabolizing enzymes in metastasized lymph nodes of prostate cancer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Human Pathology	6. 最初と最後の頁 124 ~ 132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.humpath.2018.09.011	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 12件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 荒井陽一
2. 発表標題 ロボット手術の現状と未来
3. 学会等名 令和元年度宮城県医師会がん対策に係わる医療従事者養成事業講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荒井陽一
2. 発表標題 泌尿器骨盤外科の醍醐味：考える外科医になるために
3. 学会等名 第72回西日本泌尿器科学会総会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ohara Eiichiro, Kawamorita Naoki, Saito Hideo, Ishidoya Shigeto, Arai Yoichi
2. 発表標題 Minimal residual membranous urethral length and me urethral length can be predictive factors for poor recovery from in after radical prostatectomy.
3. 学会等名 American urological association Annual Meeting 2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山下慎一、荒井陽一、伊藤明宏
2. 発表標題 ロボット支援腹腔鏡下前立腺全摘術の神経温存に役立つ組織接着用シート
3. 学会等名 第32回日本内視鏡外科学会総会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒井陽一
2. 発表標題 泌尿器骨盤外科はおもしろい：考える外科医になるために.
3. 学会等名 泌尿器科日常診療向上のためのウロセミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒井陽一
2. 発表標題 Surgeon-scientistを目指して.
3. 学会等名 第28回日本形成外科学会基礎学術集会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arai Yoichi
2. 発表標題 Radical prostatectomy: My favorite and a treasury of research
3. 学会等名 2018 Asan-Michinoku Symposium（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yamashita Shinichi
2. 発表標題 Effect of tissue sealing sheets on erectile function following robotic-assisted laparoscopic prostatectomy: Interim results of a randomized controlled trial
3. 学会等名 AUA Annual Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒井陽一
2. 発表標題 前立腺癌内分泌療法の今までとこれから
3. 学会等名 第19回ホルモンと癌研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒井陽一
2. 発表標題 ロボット手術の現状と未来
3. 学会等名 宮城県立がんセンターセミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒井陽一
2. 発表標題 外科解剖は生きている：手術上達のために
3. 学会等名 第6回青柳手術手技研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒井陽一
2. 発表標題 前立腺癌内分泌療法の今までとこれから：今さら聞けない目からウロコのエビデンス
3. 学会等名 第7回Prostate Cancer Innovation Symposium (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒井陽一
2. 発表標題 泌尿器骨盤外科は面白い：小さなsurgeon scientistを目指そう
3. 学会等名 山形県泌尿器科研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒井陽一
2. 発表標題 前立腺癌内分泌療法を再考する
3. 学会等名 前立腺シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山下慎一
2. 発表標題 ロボット支援腹腔鏡下前立腺全摘術後の勃起障害に対する組織接着用シートの有効性に関する無作為化比較対照試験：中間解析報告
3. 学会等名 第106回日本泌尿器科学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山下慎一
2. 発表標題 ロボット支援腹腔鏡下前立腺全摘術後の勃起障害に対する組織接着用シートの有効性に関する無作為化比較対照試験：中間解析報告
3. 学会等名 第15回泌尿器科再建再生研究会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計12件

1. 著者名 高橋 悟 (担当編集), 荒井陽一, 土谷順彦, 山本新吾 (編)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 メデイカルビュー社	5. 総ページ数 213
3. 書名 Urologic Surgery Next シリーズ: No.6尿失禁・女性泌尿器科手術	

1. 著者名 内藤誠二、荒井陽一、鈴木和浩、原 勲編	4. 発行年 2020年
2. 出版社 アステラス製薬	5. 総ページ数 16
3. 書名 Prostate Cancer Frontline vol. 9 No.1	

1. 著者名 Arai Yoichi, Ogawa Osamu (eds)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer Japan	5. 総ページ数 433
3. 書名 Hormone Therapy and Castration Resistance of Prostate Cancer	

1. 著者名 Arai Yoichi, Ogawa Osamu	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer Japan	5. 総ページ数 433
3. 書名 Introduction. In Hormone Therapy and Castration Resistance of Prostate Cancer, ed. Y Arai and O Ogawa	

1. 著者名 Arai Yoichi, Mitsuzuka Koji	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer Japan	5. 総ページ数 433
3. 書名 Therapy for Clinically Localized Prostate Cancer (Chapter 14). In Hormone Therapy and Castration Resistance of Prostate Cancer, ed. Y Arai and O Ogawa	

1. 著者名 Mitsuzuka Koji, Arai Yoichi	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer Japan	5. 総ページ数 433
3. 書名 Complications of Androgen Deprivation Therapy for Prostate Cancer: Metabolic Change (Chapter 17). In Hormone Therapy and Castration Resistance of Prostate Cancer, ed. Y Arai and O Ogawa	

1. 著者名 Yamashita Shinichi, Arai Yoichi	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer Japan	5. 総ページ数 433
3. 書名 Androgen Receptor Splice Variant in Prostate Cancer (Chapter 29). In Hormone Therapy and Castration Resistance of Prostate Cancer, ed. Y Arai and O Ogawa	

1. 著者名 荒井陽一	4. 発行年 2018年
2. 出版社 日医雑誌	5. 総ページ数 208
3. 書名 日本人の前立腺がんはホルモン療法が効きやすいのか?	

1. 著者名 荒井陽一(担当編集), 土谷順彦, 山本新吾, 高橋 悟(編)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 メデイカルビュー社	5. 総ページ数 201
3. 書名 Urologic Surgery Next シリーズ: No.1 腹腔鏡手術.	

1. 著者名 土谷順彦(担当編集)、山本新吾、高橋 悟、荒井陽一 (編)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 メデイカルビュー社	5. 総ページ数 185
3. 書名 Urologic Surgery Next シリーズ: No.2 ロボット支援手術.	

1. 著者名 山本新吾 (担当編集)、土谷順彦、高橋 悟、荒井陽一 (編)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 メデイカルビュー社	5. 総ページ数 168
3. 書名 Urologic Surgery Next シリーズ: No.3 エンドウロロジー.	

1. 著者名 土谷順彦(担当編集)、山本新吾、高橋 悟、荒井陽一 (編)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 メデイカルビュー社	5. 総ページ数 207
3. 書名 Urologic Surgery Next シリーズ: No.4 オープンサージャーリー.	

〔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	川守田 直樹 (KAWAMORITA Naoki) (00617524)	東北大学・大学病院・助教 (11301)	
研究分担者	山下 慎一 (YAMASHITA Shinichi) (10622425)	東北大学・大学病院・講師 (11301)	
研究分担者	伊藤 明宏 (ITO Akihiro) (70344661)	東北大学・医学系研究科・教授 (11301)	
研究分担者	三塚 浩二 (MITSUZUKA Koji) (80568171)	東北大学・医学系研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	川崎 芳英 (KAWASAKI Yoshihide) (80722256)	東北大学・大学病院・講師 (11301)	

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	泉 秀明 (IZUMI Hideaki) (80722545)	東北大学・医学系研究科・非常勤講師 (11301)	
研究分担者	嶋田 修一 (SHIMADA Shuichi) (80749218)	東北大学・大学病院・助教 (11301)	
研究分担者	佐藤 琢磨 (SATO Takuma) (80804856)	東北大学・大学病院・助教 (11301)	

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