

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 1 日現在

機関番号：14501  
研究種目：挑戦的萌芽研究  
研究期間：2012～2014  
課題番号：24650298  
研究課題名(和文) Open MRIを用いた高精度消化器癌リンパ節ナビゲーション手術システムの開発

研究課題名(英文) The development of the high precision navigation system of sentinel node in gastrointestinal cancer in an open MRI operating theater

研究代表者  
掛地 吉弘 (Kakeji, Yoshihiro)  
神戸大学・医学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：80284488  
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、超常磁性酸化鉄製剤(SPIO)を用いたOpen MRI画像での胃癌のセンチネルリンパ節およびリンパ節ネットワークを画像構築し、腹腔鏡での実視野画像に重畳して郭清すべきリンパ節の位置を示してくれるナビゲーションシステムの確立である。  
MR画像誘導システムについて、技術的に臨床での使用が可能な段階まで到達した。SPIOを用いたOpen MRI画像での胃癌のセンチネルリンパ節が描出でき、摘出可能であった。今後臨床的な検討を続け、本システムの有用性を明らかにしていきたい。

研究成果の概要(英文)：This study aims to establish the navigation system of sentinel node in gastric cancer. In an open MRI operating theater, the laparoscopic monitor clearly showed the augmented reality models of the sentinel node which is enhanced by superparamagnetic iron oxide (SPIO) injected into the gastric mucosa endoscopically. After the appropriate condition setting, laparoscopic sentinel node dissection was technically able to be performed in this navigation system. Further clinical trials may elucidate the feasibility of this navigation system.

研究分野：消化器外科学

キーワード：コンピュータ外科学 ナビゲーション センチネルリンパ節 胃癌 Open MRI

### 1. 研究開始当初の背景

現状での癌のリンパ節転移の画像診断での正診率は満足すべきものではない。胃癌原発巣から癌細胞がリンパ流に乗って最初に到達するリンパ節（センチネルリンパ節）の同定は、色素法や放射性元素を用いたラジオアイソトープ(RI)法が各施設で行われているが、偽陰性率が10%を超える報告もあり手技としての普遍化・標準化は未だである。個々の症例で原発巣からの癌細胞を含んだリンパ流とリンパ節のネットワークが三次元画像で構築できれば、ナビゲーション手術に応用でき、安全確実に個別化された根治手術が可能になる。

### 2. 研究の目的

本研究は診断と治療の融合を計ることで低侵襲治療を進展させることを目的としている。超常磁性酸化鉄製剤(SPIO)を用いた Open MRI 画像での胃癌のセンチネルリンパ節およびリンパ節ネットワークを画像構築し、腹腔鏡での実視野画像に重畳して郭清すべきリンパ節の位置を示してくれるナビゲーションシステムの確立を目指す。

### 3. 研究の方法

(1)拡張現実感 (Augmented Reality) 表示システムの開発：

MRI 等の3次元画像データを腹腔鏡の視野に重畳表示させ、腹腔鏡の動きに合わせてリアルタイムのナビゲーションシステムを構築する。

(2)超常磁性酸化鉄製剤(SPIO)を用いた Open MRI での胃癌センチネルリンパ節画像獲得：

MRI 造影剤を用いて癌原発巣からリンパ管、リンパ節への流出経路を描出し、臓器周辺のリンパ路を3次元表示したナビゲーション手術システムを確立する。

### 4. 研究成果

(1)拡張現実感(Augmented Reality)表示システムの開発と手術室での応用：

MRI で同定したボリュームデータを腹腔鏡の視野に重畳表示する拡張現実感表示ナビゲーションシステムを構築した。実際の手術室環境で全身麻酔下に臍部トロッカーより気腹し、0.4T open MRI にて用いて患者の体表に付けたマーカーを参照点とした腹腔画像を撮影した(図1)。光式センサを座標系の基準に用い、MRI のボリュームデータを腹腔鏡画像にレジストレーションした(図2)。腹腔内手術5例に要したMRI撮像時間は40±9.4分、ナビゲーション時間は34±22分で、基準位置合わせ誤差(FRE: Fiducial Registration Error)は6.88±6.18mmであった。(Tsutsumi et al., Surg Endosc 2013)

MR 画像誘導システム(ナビゲーションシステム)は、鉗子操作に追従した2次元MR画像を表示し、MR画像からセグメンテーシ

ョンされた体腔内の3次元画像上における鉗子の位置情報をリアルタイムに提示することが可能になった。MRI撮像時間やナビゲーション時間も許容範囲かと思われるが、一層の短縮を図っていききたい。位置合わせの誤差についても更なる精度の追求が求められる。

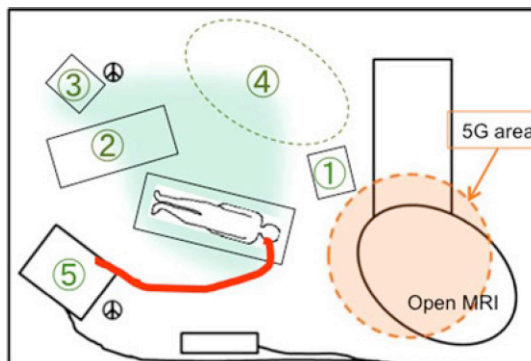


図1 手術室での Open MRI の配置

① 腹腔鏡モニター②手術器具台③電源装置  
④ナビゲーション装置⑤麻酔器



図2 腹腔鏡下胆嚢摘出術における総胆管(緑色)の重畳表示

(2)超常磁性酸化鉄製剤(SPIO)を用いた Open MRI での胃癌センチネルリンパ節画像獲得：基礎的検討から動物実験を経て臨床応用に至る以下のデータを得た。

① 造影剤注入模型(ファントム)での検討で SPIO, Resovist 1000 倍希釈、MRI は T2 強調、高速スピネコーの条件にて脂肪とのコントラストが最大となった。

② 大型動物(豚)を用いた in vivo での検討は実験用で設置している Open MRI 装置 0.3T AIRIS-II(日立メディコ製)を用いて行った。ブタに小開腹をおき、胃前壁を切開し、粘膜下に SPIO 原液を注入し、MRI にて注入部近傍のリンパ節に信号変化が検出された。胃粘膜下に SPIO を注入して 20 分後に、MRI にて 5mm 大のリンパ節が低信号に描出され、30 分後に最も鮮明に描出された。MRI データ取得時間は 10 分以内、リンパ節 3D-MRI 画像の作成にかかった時間は 3 分以内であった。腹腔鏡実画像に 3D-MRI 画像が重畳表示され、視野の移動に毎秒 3-4 フレームの速度で追従が可能であった(図3)。

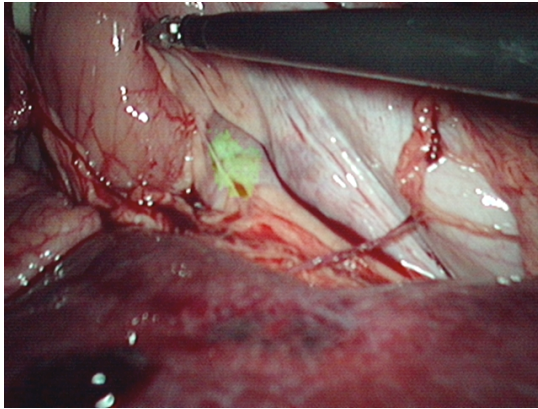


図 3 腹腔鏡画像に重畳したセンチネルリンパ節 (緑色)

腹腔鏡の視野に合わせてMR画像をリアルタイムに変形させ、ナビゲーションの追従は充分高速で臨床的にも有用であることが確認できた。術中ナビゲーションシステムを用いて腹腔鏡下にリンパ節生検が可能であった。

③ 腹腔鏡下胃切除術を施行した胃癌症例 (n=7) で0.4T open MRIを用いて術中にナビゲーションを行い、センチネルリンパ節を確認した。センチネルリンパ節は100%(7/7)検出でき、平均センチネルリンパ節個数2.1個であった。

SPIOの経時的濃度変化と撮像条件のデータが得られた。胃癌センチネルリンパ節画像の臨床での検討を続け、簡便性を改良するとともに有用性を明らかにしていきたい。MRI装置による腹部リンパ経路の可視化も今後の課題である。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 25 件)

① Kanaji S, Nakamura T, Yamamoto M, Imanishi T, Suzuki S, Tanaka K, Kuroda D, Takeji Y.

Successful laparoscopic gastric resection and safe introduction of a single-incision technique for gastric submucosal tumors located near the esophagogastric junction. Surg Today. 査読有. 45. 2015. 209-214

DOI: 10.1007/s00595-014-0940-2.

② Maeda T, Konishi K, Tanouez K, Taketomi A, Shirabe K, Maehara Y, Hashizume M.

Minimally invasive image analysis of biliary-pancreatic structure for preoperative simulation.

Hepatogastroenterology. 査読有. 61. 2014. 1744-1747

③ Akahoshi T, Uehara H, Tomikawa M, Kawanaka H, Hashizume M, Maehara Y.

Comparison of open, laparoscopic, and hand-assisted laparoscopic devascularization of the upper stomach and splenectomy for treatment of esophageal and gastric varices: a single-center experience.

Asian J Endosc Surg. 査読有. 7. 2014. 138-144  
DOI: 10.1111/ases.12096.

④ Kanaji S, Harada H, Nakayama S, Yasuda T, Oshikiri T, Kawasaki K, Yamamoto M, Imanishi T, Nakamura T, Suzuki S, Tanaka K, Fujino Y, Tominaga M, Takeji Y. Surgical outcomes in the newly introduced phase of intracorporeal anastomosis following laparoscopic distal gastrectomy is safe and feasible compared with established procedures of extracorporeal anastomosis. Surg Endosc. 査読有. 28. 2014. 1250-1255

⑤ 家入里志、橋爪 誠、本邦におけるロボット手術の導入と今後の展望、日本コンピュータ外科学会、査読有、15、2014、319-322  
DOI: 10.5759/jscas.15.319

⑥ 橋爪 誠、富川盛雅、計算解剖モデルの診断・治療の融合的支援応用、INNERVISION、査読無、29、2014、33-35  
DOI: 10.11409/mit.29.143

⑦ 大内田研宙、橋爪 誠、多元計算解剖学への新展開、INNERVISION、査読無、29、2014、63-65

⑧ Oki E, Sakaguchi Y, Ohgaki K, Saeki H, Ikegami T, Minami K, Yamashita Y, Toh Y, Soejima Y, Ando K, Mimori K, Watanabe M, Sugimachi K, Uchiyama H, Yoshizumi T, Kawanaka H, Morita M, Ikeda T, Maehara Y. Total Laparoscopic Distal Gastrectomy for Elderly Patients with Gastric Cancer. Fukuoka Acta Medica. 査読有. 104. 9. 2013. 290-298

⑨ Tsutsumi N, Tomikawa M, Uemura M, Akahoshi T, Nagao Y, Konishi K, Ieiri S, Hong J, Maehara Y, Hashizume M. Image-guided laparoscopic surgery in an open MRI operating theater. Surg Endosc. 査読無. 27. 6. 2013. 2178-2184  
DOI: 10.1007/s00464-012-2737-y.

⑩ Ohuchida K, Hashizume M. Robotic surgery for cancer. Cancer J. 査読無. 19. 2. 2013. 130-132  
DOI: 10.1097/PP0.0b013e31828da251

⑪ Souzaki R, Ieiri S, Uemura M, Ohuchida K, Tomikawa M, Kinoshita Y, Koga Y, Suminoe

A, Kohashi K, Oda Y, Hara T, Hashizume M, Taguchi T. An augmented reality navigation system for pediatric oncologic surgery based on preoperative CT and MRI images. *J Pediatr Surg*. 査読有. 48. 12. 2013. 2479-2483

DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2013.08.025.

⑫Komori M, Asayama Y, Fujita N, Hiraka K, Tsurumaru D, Takeji Y, Honda H. Extent of arterial tumor enhancement measured with preoperative MDCT gastrography is a prognostic factor in advanced gastric cancer after curative resection. *AJR Am J Roentgenol*. 査読有. 201. 2. 2013. 253-261

DOI: 10.2214/AJR.12.9206

⑬Ikeda T, Kawano H, Hisamatsu Y, Ando K, Saeki H, Okie E, Ohga T, Takeji Y, Tsujitani S, Kohnoe S, Maehara Y. Progression from laparoscopic-assisted to totally laparoscopic distal gastrectomy: comparison of circular stapler (i-DST) and linear stapler (BBT) for intracorporeal anast. *Surg Endosc*. 査読有. 27. 1. 2013. 325-332

DOI: 10.1007/s00464-012-2433-y.

⑭Ikeda T, Mano Y, Morita K, Hashimoto N, Kayashima H, Masuda A, Ikegami T, Yoshizumi T, Shirabe K, Maehara Y. Pure laparoscopic hepatectomy in semiprone position for right hepatic major resection. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*. 査読有. 20. 2. 2013. 145-150

DOI: 10.1007/s00534-012-0558-y.

⑮Suzuki N, Hattori A, Ieiri S, Tomikawa M, Kenmotsu H, Hashizume M. Formulation of wire control mechanism for surgical robot to create virtual reality environment aimed at conducting surgery inside the body. *Stud Health Technol Inform*. 査読有. 184. 2013. 424-30

DOI: 10.3233/978-1-61499-209-7-424

⑯Saeki H, Okie E, Ohga T, Takeji Y, Tsujitani S, Kohnoe S, Maehara Y. Progression from laparoscopic-assisted to totally laparoscopic distal gastrectomy: comparison of circular stapler (i-DST) and linear stapler (BBT) for intracorporeal anastomosis. *Surg Endosc*. 査読有. 27. 1. 2013. 352-332

DOI: 10.1007/s00464-012-2433-y.

⑰Saeki H, Morita M, Harada N, Egashira A, Okie E, Uchiyama H, Ohga T, Takeji Y, Sakaguchi Y, Maehara Y. Esophageal replacement by colon interposition with

microvascular surgery for patients with thoracic esophageal cancer: the utility of superdrainage. *Dis Esophagus*. 査読有. 26. 1. 2013. 50-56

DOI: 10.1111/j.1442-2050.2012.01327.x.

⑱橋爪 誠、イメージガイド下ロボット手術の現況、人工臓器、査読有、42 巻 1 号、2013、14-15

⑲神代 竜一、橋爪 誠、コンピューター外科の現状と将来、消化器外 2013-8、査読有、Vol.36 No.9、2013、1363-1370

⑳富川盛雅、植村宗則、曹 柄炫、長尾吉泰、金城 直、堤 敬文、赤星朋比古、前田貴司、川中博文、田上和夫、森 健策、池田哲夫、前原喜彦、橋爪 誠、医用画像を応用したナビゲーション手術・低侵襲治療シミュレーションの有用性の検討、臨牀と研究、査読有、90(12)、2013、1861-1866

㉑Tomikawa M, Akahoshi T, Kinjo N, Uehara H, Hashimoto N, Nagao Y, Kamori M, Kumashiro R, Maehara Y, Hashizume M. Rigid and flexible endoscopic rendezvous in spatium peritonealis may be an effective tactic for laparoscopic megasplenectomy: significant implications for pure natural orifice transluminal endoscopic surgery. *Surgical Endoscopy*. 査読有. 26. 12. 2012. 3573-3579

DOI: 10.1007/s00464-012-2369-2

㉒Oouchida K, Ieiri S, Kenmotsu H, Tomikawa M, Hashizume M. Robotic surgery for cancer treatment. *Gan To Kagaku Ryoho*. 査読有. 39. 1. 2012. 1-7

㉓Ikeda T, Kabasima A, Ueda N, Yonemura Y, Ninomiya M, Nogami M, Fujii K, Mashino K, Tashiro H, Sakata H. Totally laparoscopic colectomy with intracorporeal anastomosis achieved using a laparoscopic linear stapler: experience of a single institute. *Surg Today*. 査読有. 42. 1. 2012. 41-45

DOI: 10.1007/s00595-011-0003-x.

㉔Ieiri S, Uemura M, Konishi K, Souzaki R, Nagao Y, Tsutsumi N, Akahoshi T, Ohuchida K, Ohdaira T, Tomikawa M, Tanoue K, Hashizume M, Taguchi T. Augmented reality navigation system for laparoscopic splenectomy in children based on preoperative CT image using optical tracking device. *Pediatr Surg Int*. 査読有. 28. 4. 2012. 341-346

DOI: 10.1007/s00383-011-3034-x.

㉕Tomikawa M, Korenaga D, Akahoshi T,

Kohshi K, Sugimachi K, Nagao Y, Tsutsumi N, Takenaka K, Kakeji Y, Hashizume M, Maehara Y. Quality of life after laparoscopy-assisted pylorus-preserving gastrectomy: an evaluation using a questionnaire mailed to the patients. Surg Today. 査読有. 42. 7. 2012. 625-632  
DOI: 10.1007/s00595-012-0182-0.

㉔ Sugiyama M, Morita M, Yoshida R, Ando K, Egashira A, Takefumi O, Saeki H, Oki E, Kakeji Y, Sakaguchi Y, Maehara Y. Patterns and time of recurrence after complete resection of esophageal cancer. Surg Today. 査読有. 42. 8. 2012. 752-758  
DOI: 10.1007/s00595-012-0133-9.

㉕ Kakeji Y, Nakanoko T, Yoshida R, Eto K, Kumashiro R, Ikeda K, Egashira A, Saeki H, Oki E, Morita M, Ikeda T, Maehara Y. Laparoscopic resection for gastrointestinal stromal tumors in the stomach. Surg Today. 査読有. 42. 6. 2012. 554-558.  
DOI: 10.1007/s00595-011-0072-x

㉖ Kakeji Y, Yamamoto M, Ito S, Sugiyama M, Egashira A, Saeki H, Morita M, Sakaguchi Y, Toh Y, Maehara Y. Lymph node metastasis from cancer of the esophagogastric junction, and determination of the appropriate nodal dissection. Surg Today. 査読有. 42. 2. 2012. 351-358  
DOI: 10.1007/s00595-011-0114-4

〔学会発表〕(計 21 件)

① 橋爪 誠、インテリジェント手術支援ロボットシステムの開発、第 28 回日本泌尿器内視鏡学会総会、2014 年 11 月 26 日～2014 年 11 月 28 日、ヒルトン福岡シーホーク(福岡)

② 橋爪 誠、最新の 3D システムと手術支援ロボットシステムの動向 ～内視鏡外科を事例として超精密加工技術に期待するもの～、将来加工技術 第 136 委員会 創設 50 周年記念シンポジウム、2014 年 11 月 28 日、ホテルグランピア京都(京都)

③ 池田哲夫、吉田佳弘、今井大祐、松本佳大、別城悠樹、赤星朋比古、木村光一、中川原英和、播本憲史、伊藤心二、山下洋市、池上徹、吉住朋晴、橋爪誠、生体医工学・医用画像解析に基づいた、曲げて、捻って内部構造の変化がはっきり見え、電気メスで切れる、肝臓手術ナビゲーションシステムの検討、第 76 回日本臨床外科学会、2014 年 11 月 21 日、郡山市民文化センター(福島)

④ 赤星 朋比古、富川 盛雅、池田 哲夫、赤星 朋比古、橋爪 誠、画像誘導装置の現

状と今後の展望、第 27 回日本内視鏡外科学会総会、2014 年 10 月 02 日～2014 年 10 月 04 日、盛岡地域交流センターマリオス(岩手)

⑤ 富川 盛雅、植村 宗則、赤星 朋比古、内山 秀昭、遠藤 和也、是永 大輔、竹中賢治、橋爪 誠、消化器・一般外科領域におけるナビゲーションサージェリーの現状と今後の展望、第 52 回日本癌治療学会学術集会、2014 年 08 月 28 日～2014 年 08 月 30 日、パシフィコ横浜(横浜)

⑥ 鈴木 知志、金治 新悟、中村 哲、山本将士、金光 聖哲、山下 公大、今西達也、角 泰雄、田中 賢一、掛地 吉弘、胃癌における機能温存手術、第 52 回日本癌治療学会学術集会、2014 年 08 月 28 日～2014 年 08 月 30 日、パシフィコ横浜(横浜)

⑦ 橋爪 誠、手術支援ナビゲーションシステムの開発と臨床応用における課題、第 102 回日本泌尿器科学会総会、2014 年 04 月 24 日～2014 年 04 月 27 日、神戸国際会議場(兵庫)

⑧ 大内田研宙、永井英司、仲田興平、山田大輔、中村勝也、清水周次、橋爪誠、田中雅夫、胃がんに対する 3D 手術とロボット支援手術の経験、第 114 回日本外科学会定期学術集会、2014 年 04 月 03 日～2014 年 04 月 05 日、国立京都国際会館(京都)

⑨ 掛地 吉弘、外科療法、第 11 回日本臨床腫瘍学会学術集会、第 11 回日本臨床腫瘍学会学術集会、2013 年 08 月 29 日～2013 年 08 月 31 日、仙台国際センター(宮城)

⑩ 掛地 吉弘、胃癌腹膜播腫に対する治療と展開、第 113 回日本外科学会定期学術集会、2013 年 04 月 11 日～2013 年 04 月 13 日、福岡国際会議場(福岡)

⑪ 沖 英次、池田 哲夫、安藤 幸滋、井田智、木村 和恵、佐伯 浩司、森田 勝、楠本 哲也、前原 喜彦、腹腔鏡下前方切除術におけるリニアステープレを用いた新しい吻合法の開発、第 113 回日本外科学会定期学術集会、2013 年 04 月 11 日～2013 年 04 月 13 日、福岡国際会議場(福岡)

⑫ 掛地 吉弘、増田 隆伸、安藤 幸滋、佐伯 浩司、沖 英次、大賀 丈史、辻谷 俊一、鴻江 俊治、米満 吉和、前原 喜彦、胃・大腸癌組織における CXCL12/CXCR4 発現による浸潤転移の分子機序とその制御、第 67 回日本消化器外科学会、2012 年 07 月 18 日～2012 年 07 月 20 日、富山国際会議場(富山)

⑬ 富川 盛雅、小田 昌宏、神代 竜一、赤星 朋比古、橋本 直隆、長尾 吉泰、掛地 吉弘、森 健策、前原 喜彦、橋爪 誠、コ



ンピューター診断支援システム NewVES を応用した消化器外科領域の治療シミュレーション、第 67 回日本消化器外科学会、2012 年 07 月 18 日～2012 年 07 月 20 日、富山国際会議場(富山)

⑭安藤 幸滋、佐伯 浩司、池田 哲夫、神代 竜一、沖 英次、大賀 丈史、掛地 吉弘、辻谷 俊一、鴻江 俊治、前川 喜彦、完全腹腔鏡下幽門側胃切除における三角吻合(Book Binding 法)の工夫、第 67 回日本消化器外科学会、2012 年 07 月 18 日～2012 年 07 月 20 日、富山国際会議場(富山県)

⑮橋爪 誠、医科におけるロボット手術の最前線、第 22 回日本顎変形症学会総会、2012 年 06 月 18 日、福岡国際会議場(福岡)

⑯Hashizume M. Recent advances in robotic surgery. The Korean Journal of Endourology 2012 年 06 月 09 日. Seoul (Korea)

⑰豊田和孝、村田正治、橋爪 誠、OMRI 装置を利用した広範囲レドックスイメージングを実現する ESR 局所コイルロボット、第 51 回 日本生体医工学会大会、2012 年 05 月 10 日、福岡国際会議場(福岡)

⑱徐 号、橋爪 誠、A newly-developed novel konjak Complex Marker (KCM) for MRI-guided intra-abdominal surgery. 第 51 回 日本生体医工学会大会、2012 年 05 月 10 日、福岡国際会議場(福岡)

⑲徐 号、富川盛雅、植村宗則、家入里志、橋爪 誠、MRI ガイド腹腔内臓器手術に対応する生体内用蒟蒻コンプレックスマーカ-の開発、第 51 回 日本生体医工学会大会、2012 年 05 月 10 日、福岡国際会議場(福岡)

⑳橋爪 誠、手術支援ロボットの開発、第 112 回日本外科学会定期学術集会、2012 年 04 月 14 日、幕張メッセ(千葉)

㉑家入里志、宗崎良太、長尾吉泰、大内田研宙、赤星朋比古、大平 猛、富川盛雅、田口智章、橋爪 誠、九州大学病院におけるロボット手術の普及へ向けた取り組み-ロボット外科医の教育と新規国産手術支援ロボットの研究開発、第 112 回日本外科学会定期学術集会、2012 年 04 月 14 日、幕張メッセ(千葉)

[図書] (計 1 件)

①Kakeji Y, Morita M, Maehara Y. Springer Science + Business Media. Patient Surveillance After Cancer Treatment, Current Clinical Oncology. Stomach Carcinoma Surveillance Counterpoint: Japan. 2013. 538(113-119)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

掛地 吉弘 (KAKEJI, Yoshihiro)  
神戸大学・大学院医学研究科・教授  
研究者番号：80284488

(2) 研究分担者

富川 盛雅 (TOMIKAWA, Morimasa)  
九州大学・大学病院・特任准教授  
研究者番号：60325454

池田 哲夫 (IKEDA, Tetsuo)  
九州大学・大学病院・准教授  
研究者番号：60585701

長尾 吉泰 (NAGAO, Yoshihiro)  
九州大学・大学病院・医員  
研究者番号：70608968

前原 喜彦 (MAEHARA, Yoshihiko)  
九州大学・大学院医学研究科・教授  
研究者番号：80165662

橋爪 誠 (HASHIZUME, Makoto)  
九州大学・大学院医学研究科・教授  
研究者番号：90198664

神代 竜一 (KUMASHIRO, Ryuichi)  
九州大学・大学院医学研究科・研究員  
研究者番号：10631591

沖 英次 (OKI, Eiji)  
九州大学・大学院医学研究科・准教授  
研究者番号：70380392

(3) 連携研究者 無し