

<特集「ロボット手術の現在位置」>

胃がんに対するロボット手術の現状と展望

稲葉 一樹*¹, 須田 康一^{2,3}, 宇山 一郎^{1,4}

¹藤田医科大学 先端ロボット・内視鏡手術学講座

²藤田医科大学 総合消化器外科講座

³藤田医科大学 高度情報医療外科学共同研究講座

⁴藤田医科大学 先端外科治療開発協同研究講座

Surgical Treatment for Gastric Cancer: Status and Future Perspectives

Kazuki Inaba¹, Koichi Suda^{2,3} and Ichiro Uyama^{1,4}

¹Department of Advanced Robotic and Endoscopic Surgery, Fujita Health University

²Department of Gastroenterological Surgery, Fujita Health University

³Collaborative Laboratory for Research and Development in Advanced Surgical Intelligence, Fujita Health University

⁴Collaborative Laboratory for Research and Development in Advanced Surgical Technology, Fujita Health University

抄 録

近年の低侵襲治療に対する社会的需要の高まりとともに、胃がん外科治療では1990年代からは腹腔鏡手術が、2000年後半からロボット手術が徐々に普及した。本邦の多施設共同前向き単群臨床試験（先進医療B）の結果から、ロボット支援下胃切除が術後合併症の軽減に寄与する可能性が示唆された。2018年胃悪性腫瘍手術を含む12術式が保険収載されてからはロボット手術施行数が急激に増加する中、施設・術者基準やプロクター制度を定めるなど、ロボット支援下手術の新規導入に関して安全性を担保した学会主導のシステムが整備されつつある。2022年4月の診療報酬改定では胃悪性腫瘍手術について手術支援ロボットを使用した場合の診療報酬点数が、ロボットを用いない腹腔鏡下手術よりも加算算定されることになった。ロボット手術の普及に向けた指導方法の確立、コスト面など克服すべき課題が残されているが、2020年8月には国産手術支援ロボットが製造販売承認を取得するなど、ロボット支援手術を取り巻く環境が大きく変わる可能性がある。本稿では、腹腔鏡手術に変わって急速に普及したロボット支援胃がん手術の歴史、現状と展望について概説する。

キーワード：胃がん，ロボット手術，胃切除手術。

令和4年6月22日受付 令和4年6月28日受理

*連絡先 稲葉一樹 〒470-1192 愛知県豊明市沓掛町田楽ヶ窪 1-98

kinaba@fujita-hu.ac.jp

doi:10.32206/jkpum.131.08.651

Abstract

Robotic surgery using the da Vinci Surgical Systems has been increasingly performed in the past decade. We introduced robotic gastrectomy for patients with gastric cancer in 2009 and have demonstrated the potential advantages of the robot in reducing postoperative local complications especially pancreatic leakage after gastrectomy. Based on the outcomes of our previous study, we have been conducting a multi-institutional single-arm prospective trial, which has been approved for Advanced Medical Technology (“Senshiniryō B”) by the Japanese Ministry of Health, Labor and Welfare (MHLW) since 2014. In that study, we demonstrated that the morbidity rate in the robotic group (2.45%) was significantly lower than that in the historical control group (6.4%). Because of that clinical trial, 12 procedures, including robotic gastrectomy for GC, have been covered under the Japanese national insurance in 2018. Since then, the number of robotic gastrectomies have increased nationwide although it has several limitations to be resolved including high cost.

In this article, we present the status of robotic gastrectomy for gastric cancer including the Japanese systems for the safe dissemination of robotic surgery and future perspectives based on our experience and review of the literature.

Key Words: Gastric cancer, Robotic surgery, Gastrectomy.

腹腔鏡胃切除手術の普及と課題

現行の胃癌治療ガイドライン第6版(2021年7月改定)では、「cStage I胃癌に対しては標準治療の選択肢の一つとして腹腔鏡下幽門側胃切除術を強く推奨する」と記された。内視鏡外科手術機器、画像機器の技術革新、腹腔鏡手術におけるリンパ節郭清、体腔内吻合などの手技が開発され¹⁻³⁾、エビデンスの蓄積とともに、腹腔鏡下胃切除手術は急速に普及した⁴⁾⁵⁾。

一方で、我が国の全国データベースであるNational Clinical Database (NCD)を用いた検討において、進行胃癌とは異なり、早期胃癌では開腹よりも腹腔鏡手術に膵液瘻が多く、腹腔鏡手術に習熟していない施設で術後合併症が多い傾向であった⁶⁾。関節機能の欠如、不安定な画像、手振れなどの鉗子の動作制限、ラーニングカーブが長いことなどは、腹腔鏡手術の課題とされている。

保険収載までのロボット胃切除手術

現在世界で最も使用されているIntuitive Surgical社の内視鏡下手術支援ロボット da Vinci Surgical System (DVSS)はハイビジョン3D画像と拡大視、多関節、手振れ防止、モー

ションスケールなど様々な機能を有することで、従来の内視鏡外科手術の技術的欠点を補い、より精緻かつ臓器愛護的な手術手技が可能となると期待されている(図1A,C,D)⁷⁾。

2006年にDVSS-StandardからDVSS-Sにバージョンが変わり、さまざまな機能が増えたことから、2008年12月薬事未承認機器であったDVSS-Sを日本で初めて当施設に個人輸入した。2009年1月韓国Yonsei大学のWoo Jin Hyung先生をプロクターとして招聘、ロボット支援下胃切除手術初例を実施、合併症なく退院した(図1B)⁸⁾。2009-2012年までの当科での導入初期の短期成績では、ロボット胃切除手術(RG)は腹腔鏡下胃切除(LG)と比べ、手術時間の延長、出血量がやや増加したものの、Clavien-Dindo分類(CD)Grade ≥ IIIaの全合併症がRGで2.3%とLG11.4%に対して有意に減少、膵液瘻を中心とした局所合併症がRGで有意に減少した(RG 1.1% vs 9.8%; p = 0.007)⁷⁾。

2010年本邦でRGを受けた患者が術後5日目に多臓器不全で死亡する事故が報告されたが、事故調査委員会において、ロボット鉗子で膵臓を強く圧迫する操作により膵損傷を引き起こしたことが原因と結論付けられた⁹⁾。この事故を契機にロボット手術に対する安全性を担保する制度

の社会的必要性が求められ、日本内視鏡外科学会 (JSES) はロボット支援下手術の安全な導入と普及を目的として、2011年「ロボット支援下内視鏡手術導入に関する提言」を発表、学会主導で安全啓発が進んだ (表1)。

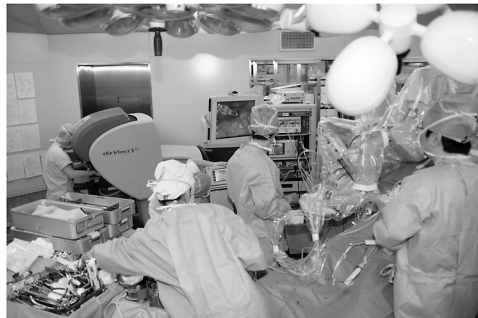
さらなるエビデンスの構築と保険収載を目指

して、厚生労働省承認のもと、2014年10月にはDVSSによるロボット支援胃切除の安全性、有効性を示すべく、多施設共同前向き単群臨床試験 (先進医療B) が開始された¹⁰⁾。cStage I/IIの胃癌に対するLG801例 (藤田医科大学、京都大学、佐賀大学) の術後30日以内の術後合併症6.4%

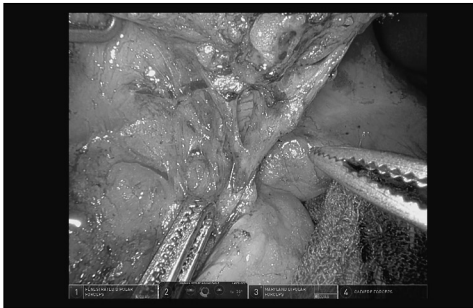
A. Da Vinci Xi サージカルシステムの術中風景



B. ロボット支援下胃切除手術初例



C. 幽門下領域リンパ節郭清(Da Vinci Xi)



D. 脾上縁リンパ節郭清(Da Vinci Xi)



図1 ロボット支援下手術

表1 「ロボット支援下内視鏡手術導入に関する提言 (2011年)」

1. 術者及び助手はIntuitive Surgical社が定めるトレーニングコースを受講し、内視鏡手術支援ロボット使用に関するcertificationを取得している
2. 術者は消化器外科専門医を取得していること
3. 術者は内視鏡外科学会技術認定取得者(消化器一般外科領域)であること
4. 第一例目施行以前に、手術医療チームとして、十分な手術の臨床見学を行うこと
5. ロボット支援手術導入の際には経験豊富な指導者を招聘しその指導下に行うこと
6. 内視鏡下手術支援ロボットを使用した手術は臨床研究段階であり、実施にあたって十分な説明をしたうえで同意を得ること
7. 上記1)-6)の条件を満たしたうえで、各施設全体としての独自の導入ガイドラインを作成し、各施設の倫理委員会の承認を得て、安全な導入に努めること

文献9)より引用改編

(CD Grade \geq IIIa) を historical control 群として、330 例 (全 15 施設) の集積を完了、RG の術後合併症は 8 例 (2.45%) で優越性が達成された ($p = 0.0018$)。この結果は、中央社会保険医療協議会にて安全性と臨床的有用性 (合併症軽減) に対する一定の評価がなされ、2018 年 RG を含むロボット支援下内視鏡手術 12 術式の保険収載がなされた。

ロボット支援下内視鏡手術導入に関する 指針とプロクター認定制度

2018 年、「ロボット支援下内視鏡手術導入に関する指針」に改定され、保険収載されたロボット術式を保険診療として行うための施設・術者要件 (特掲診療科の施設基準等及びその届け出に関する手続きの取り扱いについて; 平成 30 年 3 月 5 日保医発 0305 第 3 号) が設けられた。2018 年 10 月からは消化器外科領域 (食道、胃、直腸) のロボット支援手術は NCD への術前全例登録が義務付けられた。2019 年 12 月より、消化器・一般外科領域で、ロボット支援手術を円滑かつ安全に指導できるプロクター認定制度が開始された¹¹⁾。2022 年 4 月以降は消化器外科領域

のロボット手術 10 例の助手経験があれば、プロクター指導のもと、手術を施行することができるように改定された (表 2)¹²⁾。ロボット支援手術を独立したチームとして始めるための指針と合わせて、JSES が中心となりロボット支援手術の様々な制度が整備されている。

近年のロボット胃切除手術の成績

韓国の多施設共同前向き試験から、RG の短期成績に関して術後合併症は LG と同等であったと報告された¹³⁾。中国のランダム化試験 (RCT) では RG は LG よりも術後合併症が少なかった (RG vs. LG = 9.2% vs. 17.6%, $p = 0.039$)¹⁴⁾。本邦の RCT では、RG は LG と比較して主要評価項目の術後腹腔内感染性合併症に有意差を認めなかったものの、総合併症は半分以下 (RG vs. LG = 8.8% vs. 19.7%, $p = 0.02$) であった¹⁵⁾。当科による 2009-2019 年までの cStage I-III の解析では術後合併症は RG は LG と比較して有意に減少、特に縫合不全、膵液瘻、腹腔内膿瘍などの腹腔内感染性合併症が少ない結果であった (RG 2.5% vs LG 5.9%; $p = 0.038$)¹⁶⁾。2021 年 NCD を用いた内視鏡外科学会技術認定取得医が

表 2 「消化器外科領域ロボット支援下内視鏡手術導入に関する指針 (2022 年 5 月)」

(A) 術者条件

1. 当該施設および診療科の責任者のもと、コンソール医師は消化器外科領域のロボット手術 10 例 (術式を問わない) の助手経験があれば、該当臓器におけるロボット支援手術認定プロクター (消化器・一般外科) の指導のもと、手術を施行することができる。
2. 消化器・一般外科医としての一般的な開胸/開腹および胸腔鏡/腹腔鏡手術の手術手技と周術期管理、合併症の治療法を充分習得していること。
3. 内視鏡下に見る各臓器の解剖学的構造や相対的位置関係を理解していること。
4. 内視鏡手術における特殊手術器具の使用法に習熟していること。
5. コンソールからの遠隔操作による視覚-手指運動協調 (hand-eye coordination) を習得していること。
6. ロボット支援手術を独立したチームとして始めるためには、チーム内に内視鏡外科技術認定取得者がいることに加え、該当術式の手術見学あるいは該当臓器におけるロボット支援手術認定プロクターの指導のもとでの手術を合わせて 5 例以上を経験していること。ただし、別領域の導入は、同条件のもと【2 例以上】の経験があれば、独立して行うことを可能とする。
7. 手術支援システムに備わるデュアルコンソール機能は、ロボット支援手術でのコンソール操作に習熟した医師のみが使用すること (デュアルコンソール機能下で、2 台のコンソールにより手術を行う場合、少なくとも 1 台のコンソール操作はロボット支援手術に関する手術技能に習熟した医師が担当すること)。

(B) 施設条件

1. 各術式のロボット支援下内視鏡手術を導入する際には、該当術式の手術見学を最低 1 例以上行うこと。
2. ロボット支援手術を独立したチームとして始めるためには、チーム内に日本内視鏡外科学会技術認定取得者がいること。

文献 12) より抜粋引用

実施したRGの解析では総合併症は変わらなかった (RG 4.9% vs. LG 3.9%; $p = 0.084$)¹⁷⁾。

腫瘍学的長期成績に関して、RGとLGは同等であるという報告が多いが¹⁸⁾、われわれはpStageII/IIIのLGまたはRGを施行された胃癌患者308例の生存解析でロボットの使用が無再発生存を改善する有意な独立因子であることを示した¹⁹⁾。今後、症例が蓄積され術後短期成績の改善のみならず、腫瘍学的な長期成績を含む優

越性が証明されることを期待する。

ロボット支援下手術の課題と展望

2022年4月から胃切除手術にロボット使用加算がついたとはいえ (4270-15760点)、施設・術者基準、コスト面からロボット支援下手術を新規導入する施設や術者は限定的である。特に初期費用投資、原価償却費、保守点検料、消耗品等の費用は病院への負担となっている。

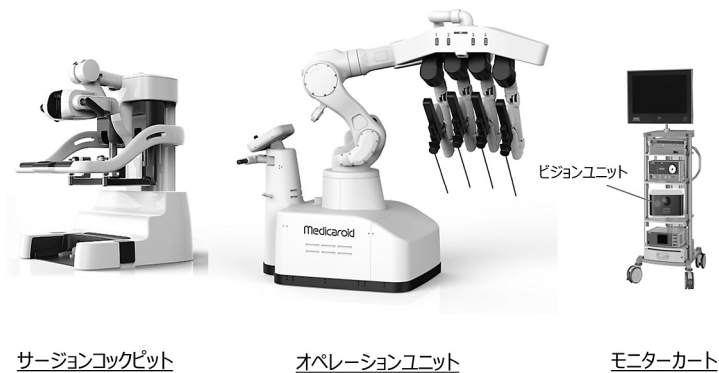


図2 国産「hinotori™ サージカルロボットシステム」



図3：当施設における遠隔手術開発構想

2020年8月には国産手術支援ロボット「hinotori™ サージカルロボットシステム」(株式会社メディカロイド)が製造販売承認を取得した(図2)。2022年6月現在消化器外科領域への適応拡大に向けた準備が進められているが、企業間競争によるコストダウンやロボット機能のさらなる向上が期待される⁹⁾。

ロボット手術に特化した技術の普及には、遠隔手術指導やトレーニング、さらには遠隔手術についても環境整備が望まれる。現在日本外科学会が中心となり、遠隔手術推進への取り組みが開始されている。当施設においても、2020年4月にメディカロイドインテリジェンスラボラトリー(MIL)を開設、30km離れた分院である岡崎医療センターに本邦初の遠隔手術対応ロボット手術室を開設した(図3)⁹⁾²⁰⁾。2021年5月、本院にも遠隔手術対応ロボット手術室を設置、3つの拠点を10GB専用光回線で接続した。このシス

テムを用いて、2021年5月、hinotori遠隔手術デモンストラーションとして、岡崎医療センターからMILのファソテック胃統合モデルおよび、アニマルの胃切除術を完遂した。動作遅延および、遅延に伴う術者の疲労に体感されたものはなく、今後遠隔手術の臨床応用や遠隔手術環境から得られる手術操作、鉗子、手術動画、音声エネルギー情報といったさまざまな外科的医療情報(サージカルインテリジェンス)の活用法についての研究が進められ、ロボット手術を含めた外科医療の発展が期待される。

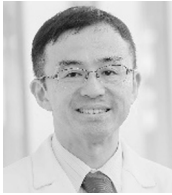
著者 稲葉一樹は開示すべき潜在的利益相反状態はない。共著者 宇山一朗は、インテュイティブサージカル(同)より役員・顧問職、講演料、(株)メディカロイドより研究費、須田康一は(株)メディカロイドより役員・顧問職、(株)メディカロイドより研究費、シスメックス(株)より研究費を受領している。

文 献

- 1) Kanaya S, Haruta S, Kawamura Y, Yoshimura F, Inaba K, Hiramatsu Y, Ishida Y, Taniguchi K, Isogaki J, Uyama I.: Video: Laparoscopy Distinctive Technique for Suprapancreatic Lymph Node Dissection: Medial Approach for Laparoscopic Gastric Cancer Surgery. *Surg Endosc*, 25: 3928-3929, 2011.
- 2) Kanaya S, Gomi T, Momoi H, Tamaki N, Isobe H, Katayama T, Wada Y, Ohtoshi M.: Delta-Shaped Anastomosis in Totally Laparoscopic Billroth I Gastrectomy: New Technique of Intraabdominal Gastroduodenostomy. *J Am Coll Surg*, 195: 284-287, 2002.
- 3) Inaba K, Satoh S, Ishida Y, Taniguchi K, Isogaki J, Kanaya S, Uyama I.: Overlap Method: Novel Intracorporeal Esophageojejunostomy after Laparoscopic Total Gastrectomy. *J Am Coll Surg*, 211: e25-29, 2010.
- 4) Katai H, Mizusawa J, Katayama H, Takagi M, Yoshikawa T, Fukagawa T, Terashima M, Misawa K, Teshima S, Koeda K, Nunobe S, Fukushima N, Yasuda T, Asao Y, Fujiwara Y, Sasako M.: Short-Term Surgical Outcomes from a Phase Iii Study of Laparoscopy-Assisted Versus Open Distal Gastrectomy with Nodal Dissection for Clinical Stage Ia/Ib Gastric Cancer: Japan Clinical Oncology Group Study JCOG0912. *Gastric Cancer*, 20: 699-708, 2017.
- 5) Katai H, Mizusawa J, Katayama H, Morita S, Yamada T, Bando E, Ito S, Takagi M, Takagane A, Teshima S, Koeda K, Nunobe S, Yoshikawa T, Terashima M, Sasako M.: Survival Outcomes after Laparoscopy-Assisted Distal Gastrectomy Versus Open Distal Gastrectomy with Nodal Dissection for Clinical Stage Ia or Ib Gastric Cancer (JCOG0912): A Multicentre, Non-Inferiority, Phase 3 Randomised Controlled Trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 5: 142-151, 2020.
- 6) Yoshida K, Honda M, Kumamaru H, Kodera Y, Kakeji Y, Hiki N, Etoh T, Miyata H, Yamashita Y, Seto Y, Kitano S, Konno H.: Surgical Outcomes of Laparoscopic Distal Gastrectomy Compared to Open Distal Gastrectomy: A Retrospective Cohort Study Based on a Nationwide Registry Database in Japan. *Ann Gastroenterol Surg*, 2: 55-64, 2018.
- 7) Suda K, Man-I M, Ishida Y, Kawamura Y, Satoh S, Uyama I.: Potential Advantages of Robotic Radical Gastrectomy for Gastric Adenocarcinoma in Comparison with Conventional Laparoscopic

- Approach: A Single Institutional Retrospective Comparative Cohort Study. *Surg Endosc*, 29: 673-685, 2015.
- 8) Uyama I, Kanaya S, Ishida Y, Inaba K, Suda K, Satoh S.: Novel Integrated Robotic Approach for Suprapancreatic D2 Nodal Dissection for Treating Gastric Cancer: Technique and Initial Experience. *World J Surg*, 36: 331-337, 2012.
 - 9) Kikuchi K, Suda K, Shibasaki S, Tanaka T, Uyama I.: Challenges in Improving the Minimal Invasiveness of the Surgical Treatment for Gastric Cancer Using Robotic Technology. *Ann Gastroenterol Surg*, 5: 604-613, 2021.
 - 10) Uyama I, Suda K, Nakauchi M, Kinoshita T, Noshiro H, Takiguchi S, Ehara K, Obama K, Kuwabara S, Okabe H, Terashima M.: Clinical Advantages of Robotic Gastrectomy for Clinical Stage I/II Gastric Cancer: A Multi-Institutional Prospective Single-Arm Study. *Gastric Cancer*, 22: 377-385, 2019.
 - 11) “ロボット支援手術プロクター認定制度規則 (消化器・一般外科)”.
https://www.wjse.or.jp/uploads/files/robot/procter/3_RobotAssistedSurgeryProcterCertificationSystem_202109-2pdf, (参照 2022-6-01)
 - 12) “消化器外科領域ロボット支援下内視鏡手術導入に関する指針 (2022年5月)”. 日本内視鏡外科学会.
https://www.wjse.or.jp/uploads/files/robot/shishin/guidelines_for_introduction_robot_assisted_surgery202205GSpdf, (参照 2022-6-01)
 - 13) Kim HI, Han SU, Yang HK, Kim YW, Lee HJ, Ryu KW, Park JM, An JY, Kim MC, Park S, Song KY, Oh SJ, Kong SH, Suh BJ, Yang DH, Ha TK, Kim YN, Hyung WJ.: Multicenter Prospective Comparative Study of Robotic Versus Laparoscopic Gastrectomy for Gastric Adenocarcinoma. *Ann Surg*, 263: 103-109, 2016.
 - 14) Lu J, Zheng CH, Xu BB, Xie JW, Wang JB, Lin JX, Chen QY, Cao LL, Lin M, Tu RH, Huang ZN, Lin JL, Zheng HL, Huang CM, Li P.: Assessment of Robotic Versus Laparoscopic Distal Gastrectomy for Gastric Cancer: A Randomized Controlled Trial. *Ann Surg*, 273: 858-867, 2021.
 - 15) Ojima T, Nakamura M, Nakamori M, Hayata K, Katsuda M, Kitadani J, Maruoka S, Shimokawa T, Yamaue H.: Robotic Versus Laparoscopic Gastrectomy with Lymph Node Dissection for Gastric Cancer: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Trials*, 19: 409, 2018.
 - 16) Shibasaki S, Suda K, Nakauchi M, Nakamura K, Kikuchi K, Inaba K, Uyama I.: Non-Robotic Minimally Invasive Gastrectomy as an Independent Risk Factor for Postoperative Intra-Abdominal Infectious Complications: A Single-Center, Retrospective and Propensity Score-Matched Analysis. *World J Gastroenterol*, 26: 1172-1184, 2020.
 - 17) Suda K, Yamamoto H, Nishigori T, Obama K, Yoda Y, Hikage M, Shibasaki S, Tanaka T, Kakeji Y, Inomata M, Kitagawa Y, Miyata H, Terashima M, Noshiro H, Uyama I.: Safe Implementation of Robotic Gastrectomy for Gastric Cancer under the Requirements for Universal Health Insurance Coverage: A Retrospective Cohort Study Using a Nationwide Registry Database in Japan. *Gastric Cancer*, 25: 438-449, 2022.
 - 18) Shibasaki S, Suda K, Obama K, Yoshida M, Uyama I.: Should Robotic Gastrectomy Become a Standard Surgical Treatment Option for Gastric Cancer? *Surg Today*, 50: 955-965, 2020.
 - 19) Nakauchi M, Suda K, Shibasaki S, Nakamura K, Kadoya S, Kikuchi K, Inaba K, Uyama I.: Prognostic Factors of Minimally Invasive Surgery for Gastric Cancer: Does Robotic Gastrectomy Bring Oncological Benefit? *World J Gastroenterol*, 27: 6659-6672, 2021.
 - 20) 須田康一, 柴崎晋, 宇山 一朗: 【ロボット支援手術の現状と未来】各領域におけるロボット支援手術 上部消化管外科領域. *日医師会誌*, 149: 1754-1758, 2021.

著者プロフィール



稲葉 一樹 Kazuki Inaba

所属・職：藤田医科大学 医学部 先端ロボット・内視鏡手術学 教授

職歴：1999年3月 京都府立医科大学医学部 卒業

1999年4月 京都府立医科大学病院 外科

2001年4月 京都府立与謝の海病院 外科

2003年4月 京都府立医科大学病院 消化器外科

2004年4月 藤田保健衛生大学 医学部 上部消化管外科学

2009年6月～2010年7月

Clinical fellow, Yonsei University, College of Medicine, Seoul, Korea

2010年8月 藤田保健衛生大学 医学部 上部消化管外科学

2012年4月 名古屋第二赤十字病院 一般・消化器外科

2015年1月 藤田保健衛生大学 医学部 上部消化管外科学

2016年4月 藤田保健衛生大学 医学部 総合消化器外科学

2018年4月 藤田医科大学 医学部 総合消化器外科学教授

2021年4月～現職

専門分野：食道・胃外科，内視鏡手術，ロボット手術

最近興味のあること：生涯剣道，母校愛

主な業績 1) 稲葉一樹，山本有祐，常塚啓彰，谷信行，木村彰夫，市川大輔，藤原斉，岡本和真，落合登志哉，阪倉長平，上田祐二，大辻英吾，糸井啓純，園山輝久，萩原明於，山岸久一: 消化器外科術後一次縫合創に対する新しいハイドロポリマードレッシングの使用経験. *京都府立医科大学雑誌*, **113**: 623-626, 2004.

2) 稲葉一樹，谷口弘毅，天池寿，藤信明，岡克彦，内藤和世，大門康志，今田和歌子: 消化器外科術後創感染の発生頻度と起炎菌の検討. *京都府立与謝の海病院誌*, **3**: 11-18, 2004.

3) Inaba K, Satoh S, Ishida Y, Taniguchi K, Isogaki J, Kanaya S, Uyama I: Overlap Method: Novel Intracorporeal Esophageojejunostomy after Laparoscopic Total Gastrectomy. *J Am Coll Surg*, **211**: e25-29, 2010.

4) Kurosawa G, Sumitomo M, Ukai Y, Subere J, Muramatsu C, Eguchi K, Tanaka-Hashiba M, Sugiura M, Ando M, Sato N, Morita M, Inaba K, Morigaki S, Takasaki A, Akahori Y, Miyakawa S, Uyama I, Maeda K, Shiroki R, Hoshinaga K, Mizoguchi Y, Hattori Y, Sugioka A, Sugiura M, Kurosawa Y.: Selection and Analysis of Anti-Cancer Antibodies for Cancer Therapy Obtained from Antibody Phage Library. *Cancer Sci*, **102**: 175-181, 2011.

5) Woo Y, Hyung WJ., Pak KH, Inaba K, Obama K, Choi SH, Noh SH.: Robotic Gastrectomy as an Oncologically Sound Alternative to Laparoscopic Resections for the Treatment of Early-Stage Gastric Cancers. *Arch Surg*, **146**: 1086-1092, 2011.

6) 稲葉一樹，須田康一，吉村文博，石田善敬，谷口桂三，磯垣淳，佐藤誠二，宇山一朗: 【ロボット手術の各領域における現状】 本邦の消化器外科領域ロボット手術の現状. *小切開・鏡視外科学会雑誌*, **3**: 59-64, 2012.

7) Suda K, Ishida Y, Kawamura Y, Inaba K, Kanaya S, Teramukai S, Satoh S, Uyama I.: Robot-Assisted Thoracoscopic Lymphadenectomy Along the Left Recurrent Laryngeal Nerve for Esophageal Squamous Cell Carcinoma in the Prone Position: Technical Report and Short-Term Outcomes. *World J Surg*, **36**: 1608-1616, 2012.

8) Uyama I, Kanaya S, Ishida Y, Inaba K, Suda K, Satoh S.: Novel Integrated Robotic Approach for Suprapancreatic D2 Nodal Dissection for Treating Gastric Cancer: Technique and Initial Experience. *World J Surg*, **36**: 331-337, 2012.

9) 稲葉一樹，宇山一朗: Robotic Surgeryの現状と展望. 菅野健太郎，上西紀夫，井廻道夫. *消化器疾患最新の治療2013-2014*. 東京都: 南江堂，20-22, 2013.

10) Inaba K, Kadoya S, Ishida Y, Suda K, Uyama I.: Robotic Technology Could Contribute to Performing Precise Gastrectomy with D2 Lymphadenectomy for Gastric Cancer While Decreasing the Risk of Local Complications. *Ann Laparosc Endosc Surg*, **263**: 103-109, 2016.

11) Shibusaki S, Suda K, Nakauchi M, Nakamura K, Kikuchi K, Inaba K, Uyama I.: Non-Robotic Minimally Invasive Gastrectomy as an Independent Risk Factor for Postoperative Intra-Abdominal Infectious Complications: A Single-Center, Retrospective and Propensity Score-Matched Analysis. *World J Gastroenterol*, **26**: 1172-1184, 2020.