

—特集〔千葉北総病院におけるロボット支援手術の過去・現在・未来 (7)〕—



安全に新規ロボット手術を導入するにあたって

可世木華子¹ 内藤 美桜¹ 森 夏蓮¹ 常松 幸平¹ 川崎 知美¹
 木下ひかり¹ 松本 志穂¹ 名川 歩美¹ 大石優加里¹ 吉川 千晶¹
 門屋 悠里¹ 大野 礼¹ 磯村真理子¹ 白石 達典¹ 深川 知明¹
 上野 悠太¹ 白井 有香¹ 中西 一步¹ 村川 裕子¹ 市川 剛¹
 鴨井 青龍¹ 市川 雅男¹ 鈴木 俊治²

¹ 日本医科大学千葉北総病院女性診療科・産科

² 日本医科大学付属病院女性診療科・産科

はじめに (Introduction)

近年、婦人科手術において低侵襲手術の重要性が高まっており、ロボット支援手術 (robot-assisted surgery, RAS) の普及が進んでいる¹。ロボット手術は、三次元視野の提供、高精度な鉗子操作、手ぶれ補正機能などの利点を有し、従来の開腹手術や腹腔鏡手術に比べて、より精密かつ低侵襲な治療を可能にする^{1,2}。

当院では、婦人科領域におけるロボット支援手術の導入を決定し、2023年3月に初症例を施行した。本論文では、当院におけるロボット支援手術導入の経緯、実施プロセス、手術成績について報告し、現在に至るまでの経過と今後の課題について考察する。

1. ロボット手術導入の経緯

1) ダビンチコアミーティング (現: 低侵襲ロボット手術センターコア会議) について

筆者が当院に赴任したのは2022年4月であり、同年8月より施設内のロボット手術コアミーティング会議に参加させていただいた。この会議では、泌尿器科の鈴木康友委員長を中心に、消化器外科、手術室看護師、ME (臨床工学技士)、病棟看護師、資材課などの多職種と連携し、婦人科ロボット手術の運用について協議を重ねた。コアミーティング会議は当初2週間に1回ずつ行われており、科内での懸念事項なども提示することで常に全員に相談することができて、先に導入している泌尿器科や消化器外科、手術室スタッフ、MEからの具体的かつ確かなアドバイスのおかげでスムーズに進めることができた (Fig. 1, 2)。また、2023年1月1日からは低侵襲ロボット手術センターコア会議と名称が変更され、当科の手術が導入されてからは頻度が減ったが、鈴木康友委員長を中心に安全を常に第一

として全てのシステムを他科、他職種、資材課も交えて連携をしながら運用に直結する会議は大変有用で安心感があった。毎回、手術室スタッフや資材課篠田さん、海老原さんから作成される会議録も貴重な資料となった。

また、新規高難度手術の導入にあたり、施設内での高難度手術申請書類を作成し、ロボット支援下手術および骨盤臓器脱手術を適切に実施するための承認を得るプロセスも庶務課の山内さんの具体的なアドバイスもいただきながら同時に進めることができた。これにより、施設全体での手術体制の整備を進めることができた。

2) 婦人科ロボット手術導入の構想

当院婦人科におけるロボット支援手術として、以下の術式の導入を想定した。

1. 良性子宮疾患 (子宮筋腫、子宮頸部上皮高度異形成) に対するロボット支援下单純子宮全摘術³
2. 骨盤臓器脱に対するロボット支援下仙骨陰固定術^{4,5}
3. 子宮体癌に対するロボット支援下悪性子宮腫瘍手術

当初の目標として、良性疾患において年間40件、悪性疾患では年間10件程度の施行を設定した。また、導入の順番として、まずロボット支援下单純子宮全摘術を開始し、その後ロボット支援下仙骨陰固定術^{4,5}、ロボット支援下悪性子宮腫瘍手術へと拡張する計画を立てた (Fig. 3)。

3) 施設条件と準備

日本ロボット手術学会の施設条件^{6,7}に従い、以下のステップを踏んで導入を進めた。

1. 術者、助手、手術看護師を含めた医療チームによる他施設での十分な臨床見学（2022年10月～12月）
2. 初症例に際し、ロボット支援内視鏡手術熟練指導医（学会推奨プロクター）を招聘し、その指導下で施行
3. 日本内視鏡外科学会および関連学会のレジストリーおよびNCD登録⁸への参加
4. 施設内における「新しい術式を導入する指針」の作成

同時期に、当院の女性診療科・産科では市川剛部長の下で新規に無痛分娩の導入を進める方針を立ててい

た。

また、骨盤臓器脱に対してロボット支援下仙骨腔固定術を導入する前には、施設基準として腹腔鏡下仙骨腔固定術の施行が必要であった。そして北総病院ではこれまで骨盤臓器脱の手術治療は従来法のみ行っており積極的にはしていなかったため、まずは手術室看護師と病棟看護師のご協力の下で、骨盤臓器脱という疾患および腹腔鏡下仙骨腔固定術の概念を手術室看護師に理解してもらうためのwebによる勉強会を開催した（Fig. 4）。千葉県では当時まだ骨盤臓器脱に対する腹腔鏡下手術を行っている病院は少なく、印旛地域や成田地域ではなかったため、開業医の先生からはたくさんご紹介をいただいた。

一方で、診療科内では部長および医局員の大幅な交代があり、安全に開腹手術・腹腔鏡手術を継続・増加させる体制の構築も求められていた（Fig. 5, 6）。

2. 実施方法 (Methods)

1) 手術導入のタイムライン

- 2022年10月～12月：手術室看護師，MEと共に他施設見学・必要物品の確認
- 2023年1月：ロボット支援下子宮全摘術の初症例

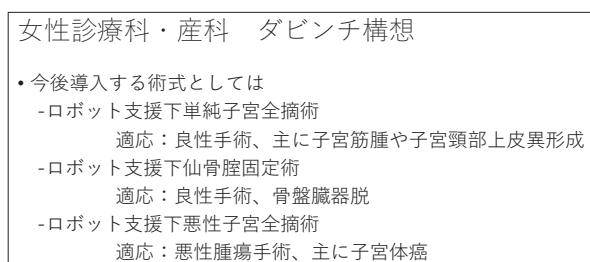


Fig. 1 導入予定の新規術式

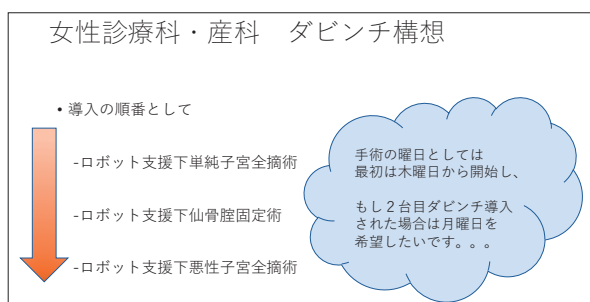


Fig. 2 新規術式導入の順番

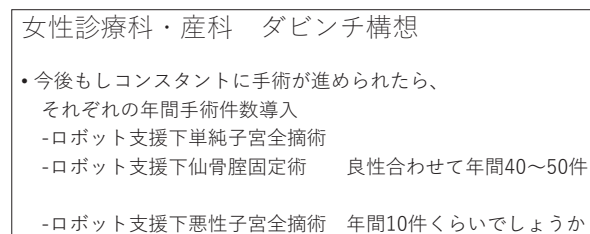


Fig. 3 導入後に想定されたロボット手術の件数



Fig. 4 骨盤臓器脱の勉強会スライド

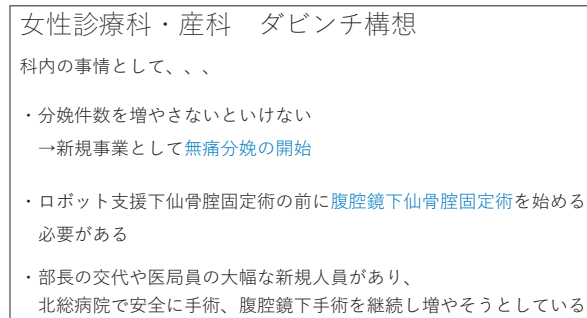


Fig. 5 女性診療科・産科の事情

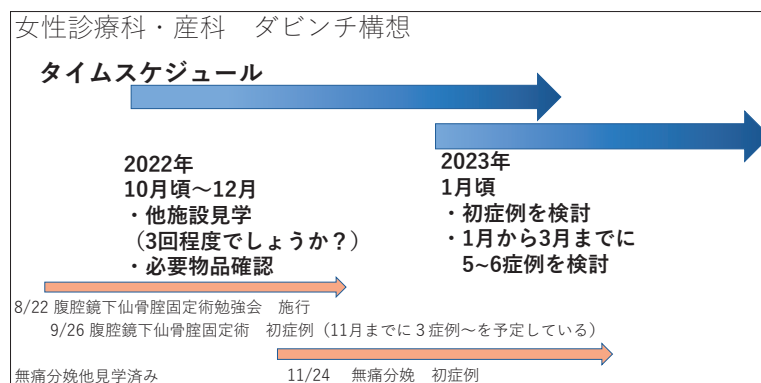


Fig. 6 ロボット手術導入までの道程目安

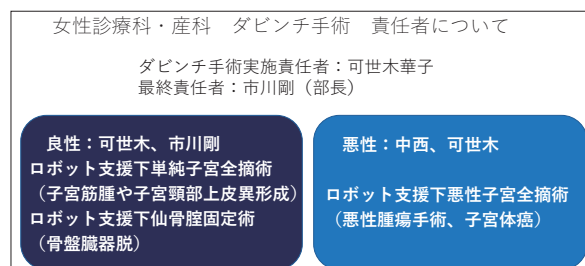


Fig. 7 ロボット手術責任者

を目標に準備

- 2023年3月：ロボット支援下子宮全摘術の初症例を施行（当初の計画より約2カ月遅れ）（Fig. 6, 7, 8）

ロボット支援下子宮全摘については、腹腔鏡下手術との違いや必要な物品について詳細に検討し（Fig. 9）、他施設見学を経て得られた工夫を手術室スタッフと共有し、より円滑な手術運用ができるよう議論を重ねた。婦人科特有の要件として、第二助手が患者の足の間に入り子宮を操作する必要がある、ダビンチシステムの位置や機械台の配置を工夫する必要があるが、泌尿器科では当科と同様な体位の手術を以前より導入されていることで手術室スタッフの事前知識があった。そして、消化器外科でも次々と新規術式が導

入されているところでもあり、手術室スタッフの向上心も大きく寄与し、工夫もどんどん重ねられ準備はスムーズであった（Fig. 10）。

2) ロボット支援下手術の適応基準とプロトコル

手術適応は、最初は低リスク良性疾患を中心に設定した。ロボット手術における標準化された手術プロトコルを作成し、スタッフの習熟度向上に努めた。

3. 結果 (Results)

- 2023年3月の初症例は問題なく施行され、患者の回復も順調であった。

執刀に際しては入念な事前のコンピュータシミュ

女性診療科・産科 初症例までのタイムスケジュール

22/11/28	高難度手術委員会 ロボット支援下子宮全摘術通過
22/11/21,28	成田日赤病院へ見学 (1回目:市川剛先生、菅野さん、MEさん 2回目:可世木、采さん、富永さん)
22/12/22,23	ダビンチ初症例リクルート ✕ (ニュースを見て安全性に不安を感じる、とのこと。もう1件は日程条件が合わず。)
22/12月中	可世木、ダビンチXiへのアップグレード オンラインアセスメント 助手の先生 ダビンチXi オンラインアセスメント
23/1/5	1回目 ダビンチXi オンサイトトレーニング
23/1/12	2回目 ダビンチXi オンサイトトレーニング
23/1/16	ダビンチXi シミュレーション
23/1月中	助手の先生方に助手certificateを取得していただく
23/2以降で	初症例施行予定

Fig. 8 ロボット手術初症例までのタイムスケジュール

女性診療科 DaVinci物品

No	品番	製品名	必要数
1	470002	インストゥルメントカニューラ 8mm Xi	4
2	470008	オブチュレータ 8mm Xi	1
3	470361	カニューラシール5-8mm Xi	4
4	470398	Hasson Cone 8mm Xi (ハッサンコーン)	1
5	470383	モノポーラコード Xi	1
6	470384	バイポーラコード Xi	1
7	470397	カニューラゲージピン	1
8	381316	インストゥルメントリリースキット	1
9	470015	アーム用ドレープ	4
10	470341	カラムドレープ	1
11	400180	チップカバーアクセサリ	1
12	470179	モノポーラカーブドシザーズ	1
13	471205	フェネストレイテッドバイポーラ	1
14	471093	カディエール	1
15	470194	メガニードルドライバ	1
16	480422	Da Vinci ペッセルシーラーエクステンデ	1
17	470056	8mm Xi ステレオエンドスコーププラス0°	1
18	470057	8mm Xi ステレオエンドスコーププラス30°	1

Fig. 9 ロボット手術で使用する部品

レーショントレーニングとイメージトレーニングを行い、また一緒に手術に入ってくださいと市川剛部長や深川知明先生、また、当時は付属病院に勤務されていた市川雅男先生と打ち合わせを行った。

- コアミーティングを通じて、泌尿器科・消化器外科の医師、手術室スタッフ、ME などから温かい助言を受け、スムーズな運用が可能となった (Fig. 11, 12, 13)。

- 手術のリクルートには困難を予想していたが、新しい術式を希望する患者が一定数存在すること、また、

科内での団結した外来での症例リクルートが功を奏したことにより導入がスムーズに進んだことに驚きとともに安堵を感じた。

- これまでの腹腔鏡下子宮全摘術に比較すると、トロッカーの先端の形状も違い、腹腔内への挿入やトロッカーとロボットアームとのドッキングにも時間を要した。現在、市川剛先生や上野悠太先生を中心に当院における執刀からロールイン、ドッキングまでのタイムを計測しラーニングカーブについて検討中である。

- 2023年5月にはロボット支援下仙骨腔固定術も導

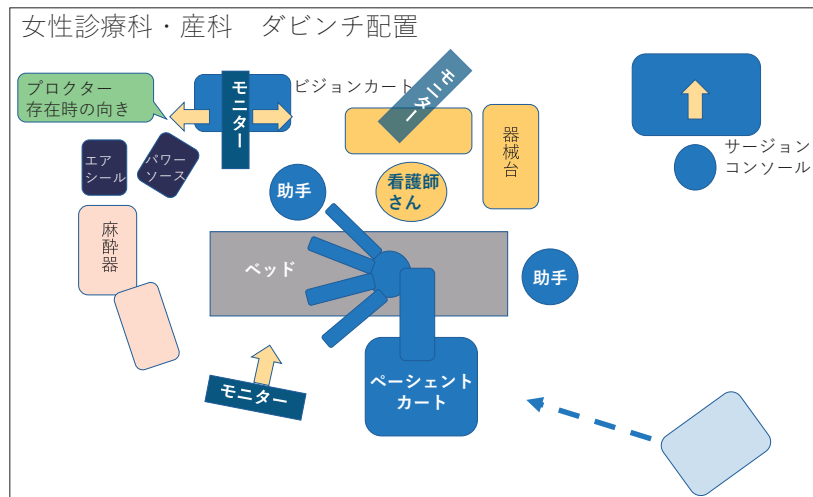


Fig. 10 スタッフ間で相談した機械配置

症例提示

- 手術予定日 2023/3/〇 (〇曜日) 使用機器 Xi
- 診断 子宮粘膜下筋腫、CIN1
44歳女性、子宮粘膜下筋腫による過多月経症状があり、CIN1も指摘され子宮全摘の方針。
- 予定術式 ロボット支援下子宮全摘術
術者 可世木
助手 市川雅男、市川剛、深川
プロクター 〇〇先生(〇大学付属病院)
- 既往歴 特記なし
- 術前検査 Hb 13.5g/dl, plt232x1000, 呼吸機能SVC125%, FVC129%, 心電図・胸部レントゲン・下肢超音波検査いずれも異常なし

Fig. 11 ロボット支援下子宮全摘術の初症例提示

女性診療科・産科 今後の手術予定

日程	診断	術式 (使用機器)
2023/3/〇 (〇曜日)	子宮筋腫[44歳]	ロボット支援下子宮全摘術
2023/4/〇 (〇曜日)	子宮筋腫[54歳]	ロボット支援下子宮全摘術
2023/4/〇 (〇曜日)	子宮筋腫 (腺筋症) [53歳]	ロボット支援下子宮全摘術
(2023/5/〇 (〇曜日))	子宮筋腫、子宮内膜症[40代]	ロボット支援下子宮全摘術 (深部病変多そうなのでラパロになるかもしれない)
2023/5/〇 (〇曜日)	骨盤臓器脱[80歳]	ロボット支援下仙骨腔固定術 (高難度委員会これから提出)
2023/6/〇 (〇曜日)	骨盤臓器脱[70代]	ロボット支援下仙骨腔固定術
2023/7/〇 (〇曜日)	骨盤臓器脱[50代]	ロボット支援下仙骨腔固定術 (5月の手術が順調に進んだ場合月1回)
2023/7/〇 (〇曜日)	子宮筋腫[40代]	ロボット支援下子宮全摘術

Fig. 12 ロボット手術導入後の予定手術症例

入できた。仙骨腔固定術は子宮全摘術に比べて作業工程が多く、手術時間が長くなるリスクがあったため、手術時間短縮の工夫を検討した (Fig. 14, 15)。

- 2024年9月には千葉県東方沖地震が起きた際の停電時のシミュレーションについても手術室スタッフ並びにME、また、INTUITIVEスタッフとともに行うことができた (Fig. 16)。

4. 考察 (Discussion)

当院におけるロボット支援下手術の導入は、診療科内のスタッフ、また、他科と多職種の協力、連携により支えられ、成功裏に進められた。特に、手術室スタッフの前向きな協力が大きな支えとなった。

一方で、初症例のリクルートの難しさや、トレーニングにかかる時間的制約が課題として挙げられた。し

懸念事項（これから行う必要があること）

- ・NCD登録が未
- ・RSCの高難度委員会提出が未
- ・なぜかインテュイティブにおける可世木のオンラインアセスメントが進まない
- ・女性診療科の外来のスタッフが減ることにより、ICの時間などの制限が出る可能性がある
（良性疾患だけでなく、悪性疾患の化学療法や妊婦検診など特殊外来もあり外来業務が多いため。）

ポジティブ事項

- ・骨盤臓器脱の手術希望の患者さんを多くご紹介いただくため、今後もRSCの需要はありそう

Fig. 13 ロボット手術導入直前の科内の事情

症例提示

- ・手術予定日 2023/5/〇（〇曜日） 使用機器 Xi
- ・診断 骨盤臓器脱
- ・症例 80歳女性
- ・経過 骨盤臓器脱の症状があり根治目的での手術。
- ・予定術式 ロボット支援下仙骨脛固定術
術者 可世木
助手 市川雅男、市川剛、深川
- ・既往歴 胆嚢摘出術
- ・術前検査 特記すべき異常なし

Fig. 15 ロボット支援下仙骨脛固定術の初症例提示

ロボット支援下仙骨脛固定術（RSC）
初症例前の準備につき

- ・5/〇 我孫子東邦病院に見学
見学メンバー 手術室看護師さん：富永さん、采さん
MEさん：黒田さん
医師：深川先生、可世木
- ・初症例前の準備として現在行っているLSC（腹腔鏡下仙骨脛固定術）の動画を看護師さんへお渡し
- ・5/〇 物品確認と手術操作の確認を菅野さんと富永さんで行いました

Fig. 14 ロボット支援下仙骨脛固定術導入に向けて

ダビンチシミュレーション (2024/9/19)

停電時の対応

- ・リージョンコンソールは赤コンセントにつながっているため電源が落ちない
- ・ペーシェントカートはバッテリーを積んでいるので10分くらいはそのまま
- ・ビジョンカートは茶コンセントなので自家発電復旧までは電源落ちる
- ・エアシールは電源落ちるので気腹はなくなる

トロッカー 位置はずれるかも
鉗子は動かせるけど視野はなくなる

緊急時の一旦目指すゴールは
「安全に患者のベッド(手術台)からダビンチを離すこと」

手術を安全に遂行する、
ダビンチ手術のままだらバロに切り替えるか、開腹手術に切り替えるか
そもそも手術終了(中止の意味も含めて)に向かうか

懸念ポイント

- ・鉗子で腸管を持っていたら
- ・気腹が落ちてモノポラシザーズに腸管（や血管）が近づいていたら
- ・・・このまま復旧しなかったら

行動のポイント

- ・安全に鉗子を抜くこと（一番は視野確保、ダメなら緊急解除で鉗子を広げてから抜く）
- ・ドッキングを安全に解除すること
- ・患者のベッドは位置を動かさず、ダビンチを離すこと

A) 自家発電に切り替わって復旧するパターン

- ・視野なくなるがリージョンコンソールだけ電源ついている状態
 - ・ペーシェントカート（、手術台も）はバッテリーで動かせる状態
- 1・2分以内に自家発電に切り替わる

→自家発電に切り替わって電源自然につかないようならビジョンカートの電源ボタンを押して起動する、自然に起動して電源が入ることもあるとのこと

1. ビジョンカートも電源ついたらそのまま視野を確保した状態で鉗子を抜く（手術進行できそうであれば進行する）
2. （先行が困難な場合は）ドッキング解除してロールアウトできる位置にアームを上上げる
アームが上がらず患者さんとダビンチが当たってしまうような患者のベッドを下げ、安全を確保した状態でダビンチをロールアウトする
3. その後の状況でラパレなのか複雑なのか手術を続けるもしくは中止・終了する

B) 自家発電に切り替わらなかった場合、復旧できなかった場合
ペーシェントカートもバッテリーが切れてしまった場合

1. 視野は確保できないが鉗子を抜くしかないので緊急レンチで鉗子を広げて、鉗子を抜去する
2. トロッカーのアンドッキングを進める（ペーシェントカートのバッテリーが切れた状態でアンドッキングはできるのでしょうか？）
3. アームを上上げることができないので患者のベッド（手術台）の高さを下げてロールアウトできるようにする
4. ロールアウトするときはXiの場合はペーシェントカート足元正面にあるボタンの中の赤いレバーを倒す
Xの場合はペーシェントカート足元の左側にあるスイッチをNにする
5. 順いで数人でゆっくりペーシェントカートを患者から離す

質問1

ペーシェントカートのバッテリーが切れた状態でアンドッキングはどうするのか？
ペーシェントカートがバッテリー満充電なのか電気が来ているかどうかはどう判断するのか？

Fig. 16 停電などの緊急時対応のシミュレーション

かし、患者の受容性は予想以上に高く、低侵襲手術への関心が高いことが示唆された。

おわりに (Conclusion)

当院における婦人科ロボット手術の導入は、多職種連携のもとで安全に施行され、初症例の成功を収めることができた。また、新しい施設で新規術式を導入するという貴重な体験をさせていただいた。

2025年2月現在ではロボット支援下手術の執刀資格を持つ医師は5人になり(1カ月後には6人)、助手資格は現在日本医科大学千葉北総病院の女性診療科・産科の医局員は全員持っている。2024年度からはロボット支援下手術の執刀資格と婦人科腫瘍専門医の両方の資格を持つ上野悠太先生が当院に赴任し参入していただいたことにより、ついにロボット支援下悪性子宮腫瘍手術も2024年12月に初症例を施行することができた。また今後の新規術式の展望としては、骨盤臓器脱手術において最近需要が増えつつあるメッシュを使用しない腹腔鏡下膣断端挙上術を早期にロボット支援下で行うことを目標としている。

今後は、症例数の増加および執刀医の増加に伴う手術の標準化を進め、さらなる安全性と有効性の向上を目指す必要があると考える。

謝辞：本研究の遂行にあたり、ご指導いただいた指導医の先生方、他診療科のご指導いただいた先生方、手術室スタッフ、ME、病棟看護師、資材課、また、積極的に手術導入を推進し、助手資格取得を手配し、手術に参加してくれた診療科内の同僚にも心より感謝したい。彼らの協力がなければ、ここまで順調に手術を進めることはできなかった。関わってくださった皆様に深く感謝申し上げます。

Conflict of Interest：開示すべき利益相反はなし。

文 献

1. Lim PC, Crane JT, English EJ, et al.: Multicenter analysis comparing robotic, open, laparoscopic, and vaginal hysterectomies performed by high-volume surgeons for benign indications. *Int J Gynaecol Obstet* 2016; 133: 359-364.
2. Moawad G, Liu E, Song C, Fu AZ: Movement to outpatient hysterectomy for benign indications in the United States, 2008-2014. *PLoS One* 2017; 12: e0188812. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188812>
3. Lim CS, Mowers EL, Mahnert N, et al.: Risk factors and outcomes for conversion to laparotomy of laparoscopic hysterectomy in benign gynecology. *Obstet Gynecol* 2016; 128: 1295-1305
4. Wright JD, Ananth CV, Lewin SN, et al.: Robotically assisted vs laparoscopic hysterectomy among women with benign gynecologic disease. *JAMA* 2013; 309: 689-698.
5. Callewaert G, Bosteels J, Housmans S, et al.: Laparoscopic versus robotic-assisted sacrocolpopexy for pelvic organ prolapse: a systematic review. *Gynecol Surg* 2016; 13: 115-123.
6. 日本内視鏡外科学会：ロボット支援下内視鏡手術導入に関する指針(改定)。2020. https://www.jses.or.jp/uploads/files/robot/shishin/robot_assisted_endoscopic_surgery.pdf (2022年2月2日)
7. 日本産科婦人科学会：婦人科領域におけるロボット手術に関する指針. <https://www.jsog.or.jp> (2022年2月2日)
8. National Clinical Database : <https://www.ncd.or.jp> (2023年3月3日)

(受付：2025年2月12日)

(受理：2025年2月20日)

日本医科大学医学会雑誌は、本論文に対して、クリエイティブ・コモンズ表示 4.0 国際 (CC BY NC ND) ライセンス (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) を採用した。ライセンス採用後も、すべての論文の著作権については、日本医科大学医学会が保持するものとする。ライセンスが付与された論文については、非営利目的で、元の論文のクレジットを表示することを条件に、すべての者が、ダウンロード、二次使用、複製、再印刷、頒布を行うことが出来る。