

# かだい（香大）病院泌尿器科が行っている ロボット手術について

香川大学医学部附属病院

泌尿器・副腎・腎移植外科

ロボット手術センター

岡添 誉

# ロボット手術とは？

- ロボット技術の支援下で人が操作して行う手術

## ロボット支援下内視鏡手術



# 手術支援ロボット（ダビンチ）開発の歴史

- 1980年代末 アメリカ陸軍が国防高等研究計画局に開発を依頼
- アメリカ本土またはアメリカ空母に滞在中の医師によって遠隔操作での手術を行うことを目的
- 湾岸戦争が予想より早く終結したため、以降は民間で開発
- 1999年に完成 2000年7月にFDAにより承認



# 日本でのロボット手術

2000年3月 慶応義塾大学病院にアジアで初めてダビンチ導入

2001年～2002年 九州大学とともに治験として62例の胸腹部手術

2009年 国内の製造販売承認(ダビンチ)

2012年4月 前立腺がんの全摘手術が保険収載

2016年4月 腎部分切除術が保険収載

2018年4月 12術式が保険適応

2020年4月 7術式が保険適応

2022年4月 8術式が保険適応



# 保険適応術式

2012

1術式

- 前立腺悪性腫瘍手術

2016

1術式

- 腎悪性腫瘍手術

2018

12術式

- 胸腔鏡下縦隔悪性腫瘍手術
- 胸腔鏡下良性縦隔腫瘍手術
- 胸腔鏡下肺悪性腫瘍手術  
(肺葉切除又は1肺葉を超えるもの)
- 胸腔鏡下食道悪性腫瘍手術
- 胸腔鏡下弁形成術
- 腹腔鏡下胃切除術
- 腹腔鏡下噴門側胃切除術
- 腹腔鏡下胃全摘術
- 腹腔鏡下直腸切除・切断術
- 腹腔鏡下膀胱悪性腫瘍手術
- 腹腔鏡下子宮悪性腫瘍手術  
(子宮体がんに限る)
- 腹腔鏡下腔式子宮全摘術

2020

7術式

- 臍頭十二指腸切除術
- 肺悪性腫瘍手術区域切除
- 拡大胸腺摘出術  
(重症筋無力症に対する)
- 仙骨腔固定術
- 食道悪性腫瘍手術  
(消化管再建を伴う)  
(頸部、腹部の操作)
- 腓体尾部切除術
- 腎盂尿管吻合術  
(腎盂形成術を含む)

2022

新規8術式 + 増点3術式

- 鏡視下咽頭悪性腫瘍手術  
(軟口蓋悪性腫瘍手術を含む)
- 鏡視下喉頭悪性腫瘍手術
- 腹腔鏡下総胆管拡張症手術
- 腹腔鏡下肝切除術
- 腹腔鏡下結腸悪性腫瘍切除術
- 腹腔鏡下副腎摘出術
- 腹腔鏡下副腎髓質腫瘍摘出術  
(褐色細胞腫)
- 腹腔鏡下尿管悪性腫瘍手術
- 腹腔鏡下胃切除術
- 腹腔鏡下噴門側胃切除術
- 腹腔鏡下胃全摘術

(※2022年3月現在。術式名は厚労省資料より引用)

# 各種手術支援ロボット



ダビンチ



Hugo



# ダビンチ設置台数

5,989 worldwide as of December 31, 2021

2023年1月現在  
世界 約7500台  
日本 約570台



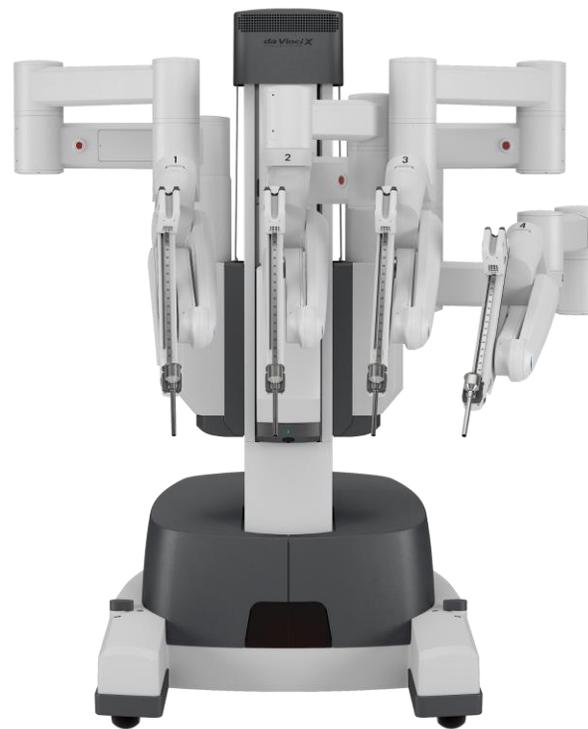
Rest of World 316

# 当院の手術支援ロボット

- 最新型のダビンチ (Da Vinci) XiとXの2台体制



Xi



X

# ロボット支援手術の仕組み



ペイシャントカート(本体)



ビジョンカート



コンソール

# ロボット支援手術の仕組み



マスター



スレーブ

マスタースレーブ式の遠隔操作による手術

# ロボット支援手術のメリット

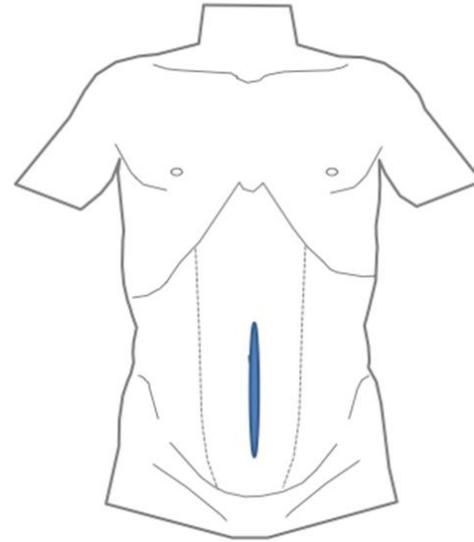
- ✓患者さん：体にやさしく、精度の高い手術が受けられる
- ✓術者（外科医）：体にやさしく、教育効果も高い

# ロボット支援手術のメリット

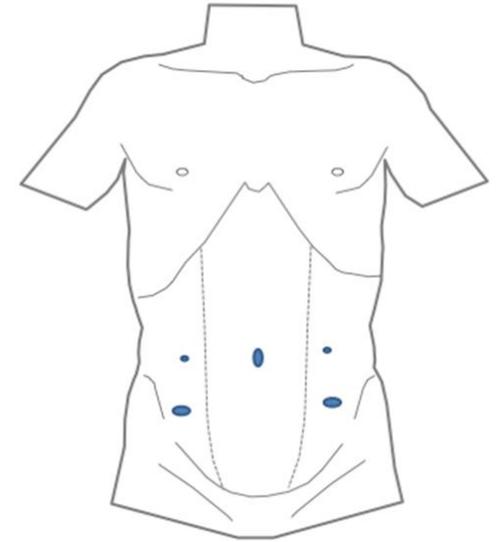
- 手術中の出血量が少ない
- 傷口が小さい
- 術後の疼痛が少ない
- 回復が早い
- 機能の温存が向上

手術のやり方（開腹手術と腹腔鏡）

一般的な開腹手術の手術創



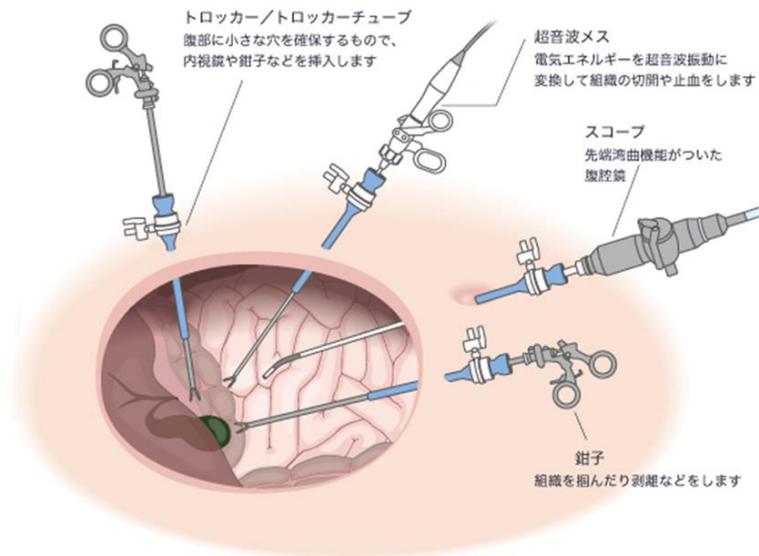
腹腔鏡下手術の手術創



**腹腔鏡手術と同じメリット！**

# ロボット支援手術のメリット

## 腹腔鏡手術とは？



利点：開腹術より低侵襲

欠点：腹腔鏡手術は難しい！

# ロボット支援手術のメリット

## ロボット支援手術は腹腔鏡手術の発展型かつ進化型

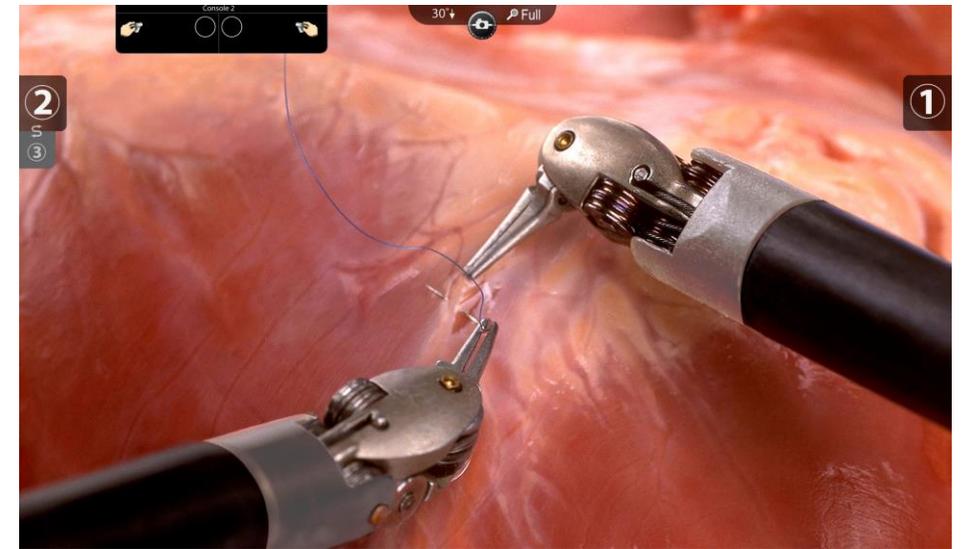
- 腹腔鏡手術の難しさを解決
- 精細な画像、緻密な動きにより開腹術以上の精度の高い手術
  - ✓ 高解像度立体画像(3DHD)
  - ✓ 拡大視野(30倍)
  - ✓ 手指のような自然な操作感
  - ✓ 大きな動きも小さな動きに
  - ✓ 手ブレの制御

# ロボット支援手術のメリット

## 高解像度立体(3DHD)画像



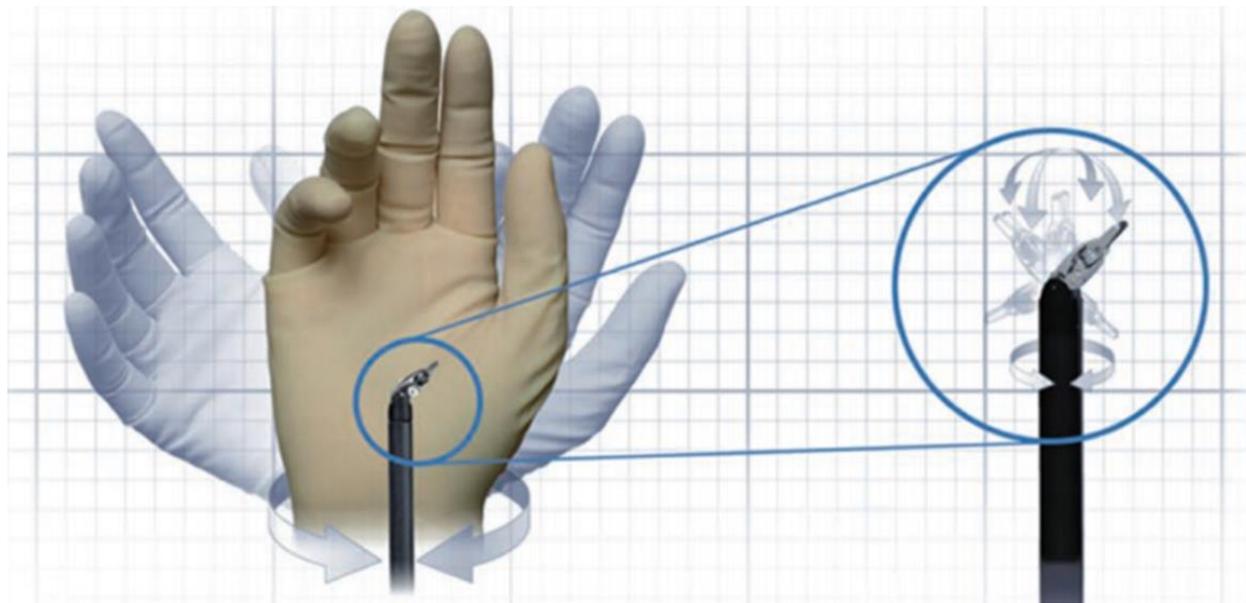
3D (二眼) カメラ  
・ 30倍まで拡大可能



コンソール内のファインダー (のぞき窓)

# ロボット支援手術のメリット

## エンドリスト

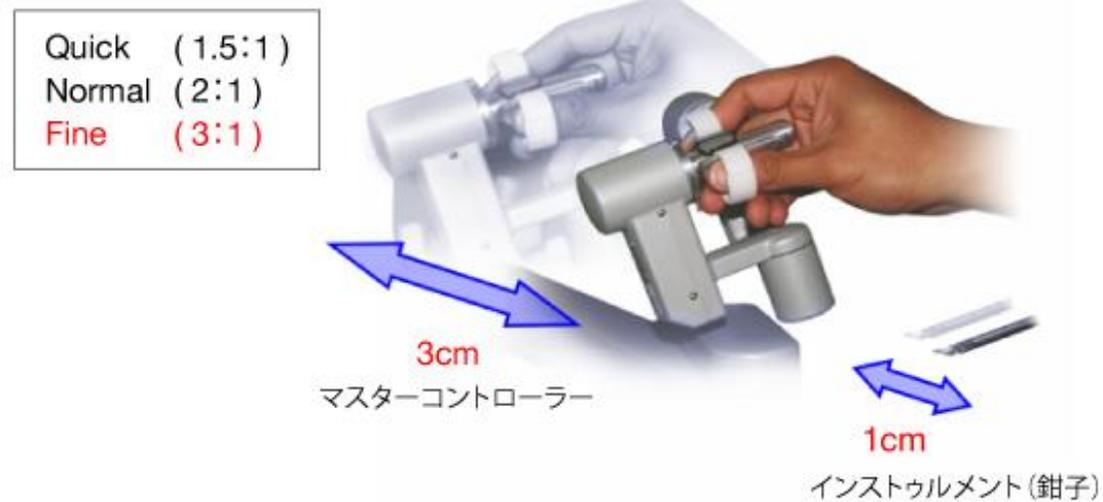


- 人間の手より広い可動域
- 繊細かつ正確な操作が可能

# ロボット支援手術のメリット

モーションスケーリング機能

手ぶれ制御



# ロボット支援手術のメリット

## 術者（外科医）にもやさしい！

- 患者さんに直接触らない（清潔な術着が不要）
- 座って手術ができる（腰が痛くならない）
- 拡大視野（老眼問題なし!）
- 手ぶれの補正



# ロボット支援手術のメリット

## 安全性、教育効果が高い

- 当院ではXi、Xの2台それぞれにコンソールが2台（中四国唯一）
  - ✓術者と同じ画面をみて術中直接指導可能
  - ✓術者の交代（操作権の変更）が容易
  - ✓手ぶれの補正
- シミュレーターによる操作練習ができる



# ロボット支援手術のデメリット

- ロボットアームの干渉
  - アームの細径化
- 触覚がない
  - 触覚を補うほどの視覚（高画質）あり
  - 触覚（力覚）のあるロボットの登場
- 機器の維持コストが高価
- 手術の費用が高額

# かだい病院 ロボット手術センター

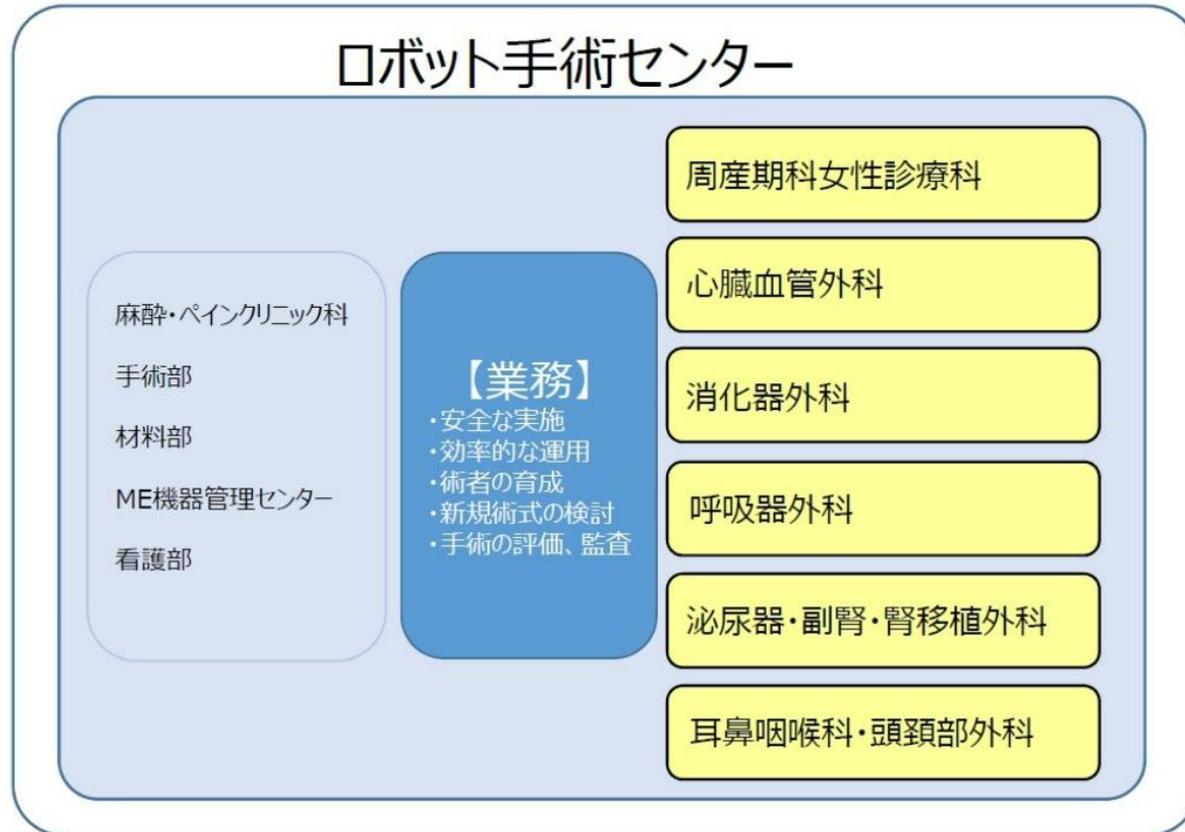
➤ ロボット手術を安全かつ効率的に実施し、医療の充実を図ることを目的に設立

- 2018年7月1日設立
- 多職種で構成
  - ✓ 医師
  - ✓ 看護師
  - ✓ 臨床工学士
  - ✓ 手術部
  - ✓ 医療材料部



ロボット手術センター センター長 杉元幹史

# かだい病院 ロボット手術センター



## 主な業務内容

- 安全性の担保
- 効率的な運用
- 術者の育成
- 新規手術導入の検討
- 手術の評価・監査

# 泌尿器科で行うロボット手術

## ➤がん（悪性腫瘍）の根治手術

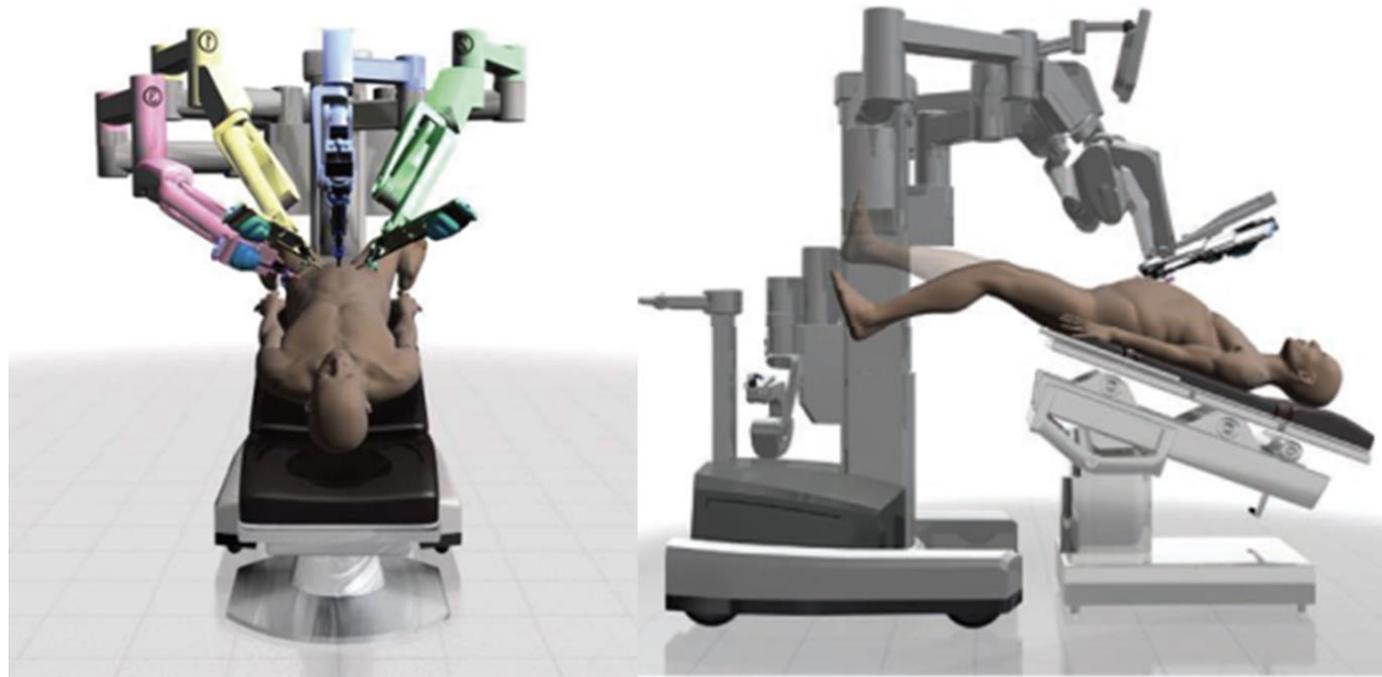
- 前立腺がん
- 腎がん
- 膀胱・腎盂尿管（尿路上皮）がん

## ➤良性疾患の手術

- 腎盂尿管吻合術（腎盂形成術も含む）
- 仙骨腔固定術

# 前立腺がんのロボット手術

- 骨盤底の手術のため体位は頭低位
  - 緑内障（隅角閉塞）や脳動脈瘤などの頭部疾患では禁忌（適応外）
- 後腹膜腔（腹膜外）手術で行う場合は頭低位は必要なし



# 前立腺がんのロボット手術

## 前立腺全摘術

- 前立腺と精のうを摘出
- 尿道－膀胱吻合を行い尿路を再建
- 合併症として尿失禁（尿漏れ）や勃起不全
- 骨盤底の手術であり開腹術では止血が困難

## ロボット手術のメリット

- 出血量が少なく止血が容易（輸血は通常不要）
- 陰茎海綿体神経温存が容易（勃起機能、尿禁制温存）
- 尿道－膀胱吻合が容易で正確（尿禁制温存）

# 腎がんのロボット手術

## 腎部分切除術

- 腎臓に流入する動脈を遮断（阻血）し腫瘍を切除
- 腹腔鏡では関節がないため切除が難しく時間がかかる
- 阻血時間が長いと腎機能が失われる

## ロボット手術のメリット

- 開腹術に比べ傷が小さい（低侵襲）
- 正確な腫瘍切除が可能
- 止血が容易で出血量が少ない
- 腎阻血時間が短縮できる
- 術後の腎機能の回復が早い

# 膀胱・腎盂尿管（尿路上皮）がんのロボット手術

## 膀胱全摘術

- 骨盤底の手術のため頭低位が必要
- 男性では膀胱と前立腺を摘出
- 女性では膀胱と子宮（+卵巣）を摘出
- 尿道を摘除することもある
- 泌尿器科では出血が多く、時間のかかる手術

# 膀胱・腎盂尿管（尿路上皮）がんのロボット手術

## 膀胱全摘術

### ロボット手術のメリット

- 開腹術に比べ傷が小さい（低侵襲）
- 出血量が少ない（輸血は通常不要）
- 開腹術に比べ手術時間の短縮
- 術後の回復が早い

# 腎盂尿管吻合術（腎盂形成術）

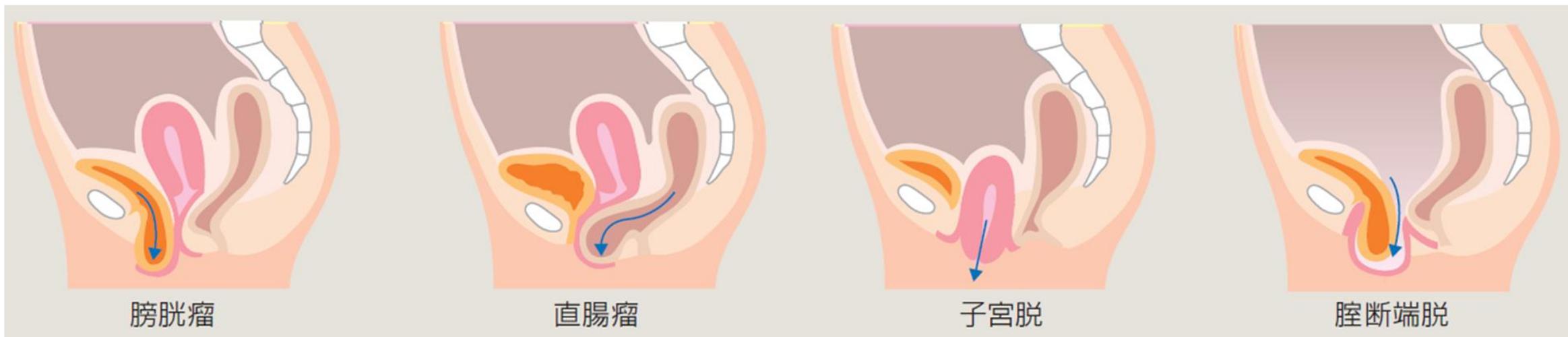
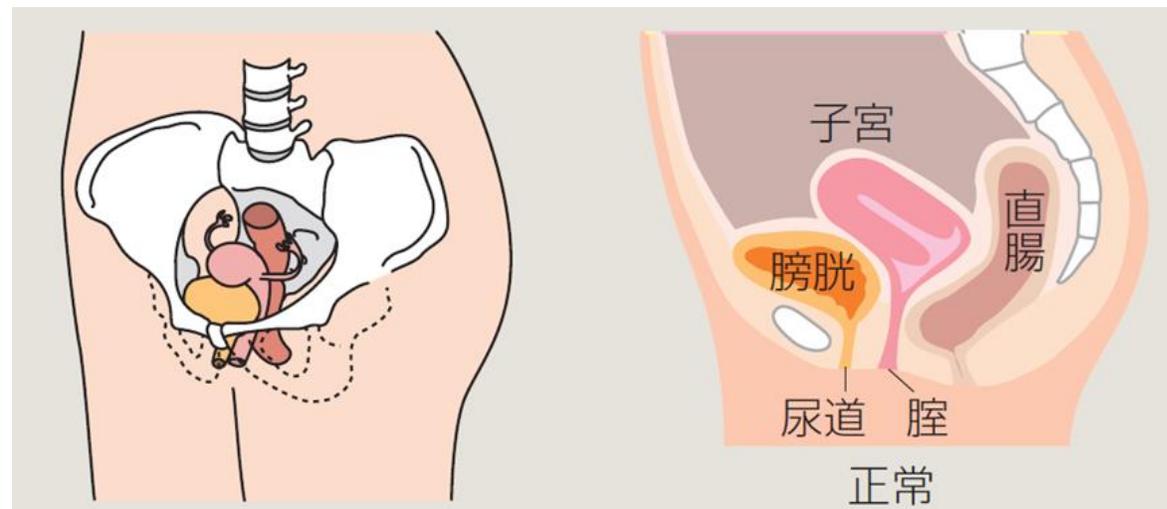
## 腎盂尿管移行部狭窄症

### ロボット手術のメリット

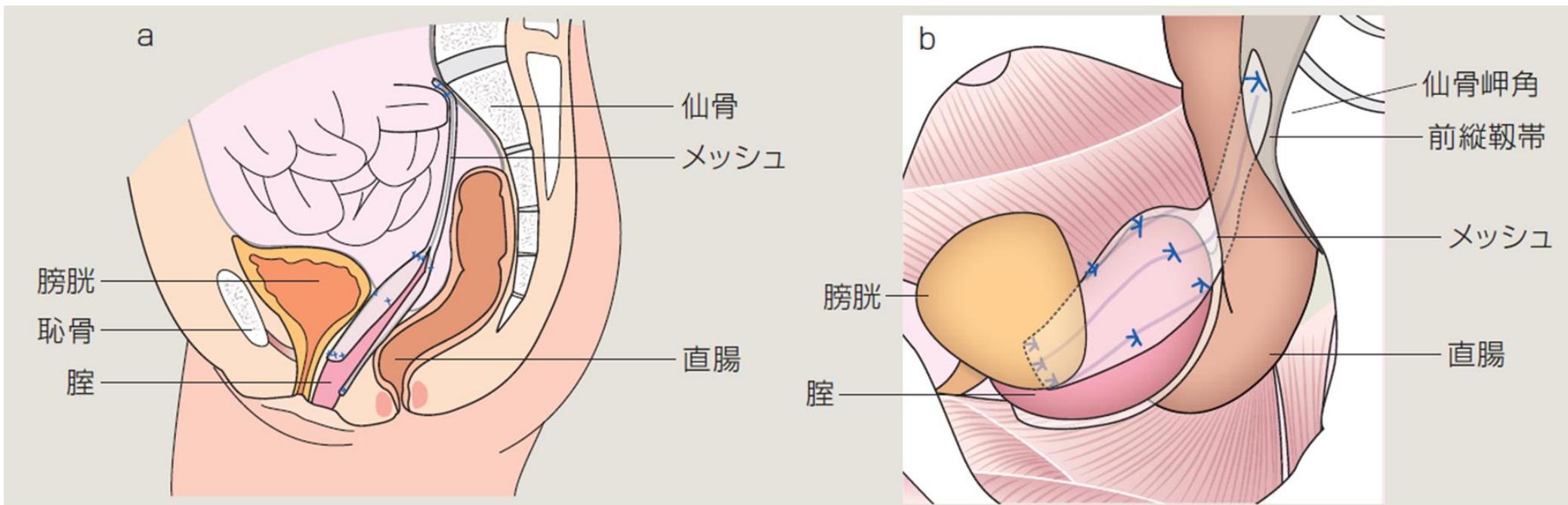
- 開腹術に比べ傷が小さい（低侵襲）
- 腹腔鏡手術と比べ吻合が正確で容易（再狭窄率低下）
- 手術時間の短縮

# 仙骨腔固定術

## 骨盤臟器脱



# 仙骨腔固定術



お腹から腔壁の前後にメッシュを留置し仙骨前面のじん帯に固定

- 骨盤底の手術のため頭低位が必要
- 縫合操作が多いため腹腔鏡では難しく時間がかかる

# 仙骨腔固定術

## ロボット手術のメリット

- 腹腔鏡に比べ縫合操作が容易
- 手術時間の短縮
- 高画質ため子宮摘除後など難易度の高い症例でも容易

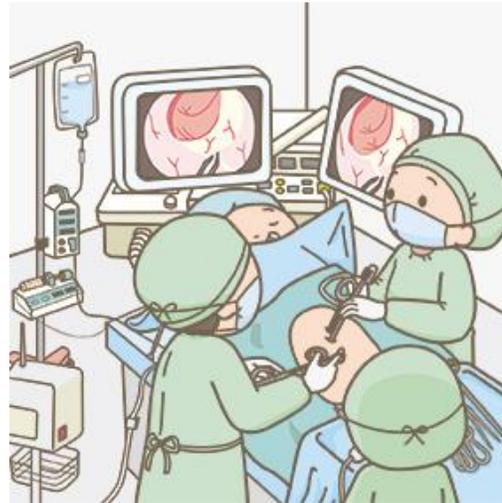
# 最後に

開腹術



低侵襲化

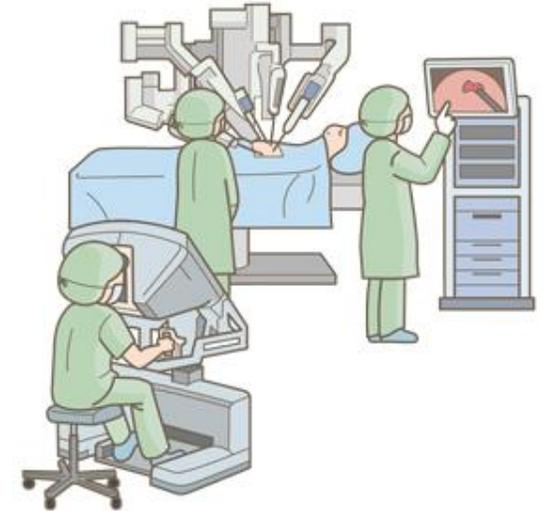
腹腔鏡手術



低侵襲化

高精細化

ロボット手術



ロボット手術では開腹術では行えなかった高精細で進化した手術が可能

## ロボット手術は素晴らしい!!