

# 国産初の医療用ロボットhinotoriを用いた 手術に成功

2021年4月21日

和歌山県立医科大学泌尿器科

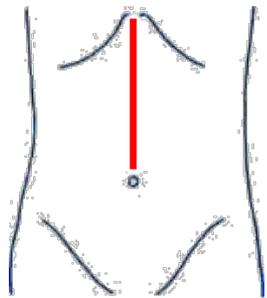
原 勲

# 本日お話させていただく内容

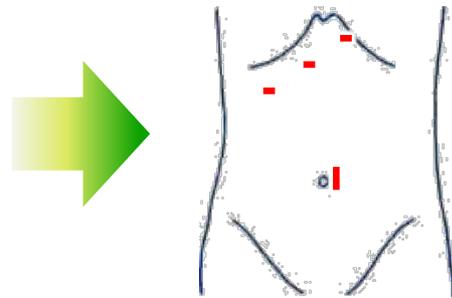
- ロボット支援手術とは？
- 和歌山県立医科大学におけるロボット支援手術の現況
- 新しく導入されるhinotoriについて

# 低侵襲治療の流れ

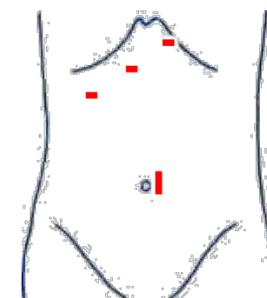
開腹手術



腹腔鏡下手術



ロボット支援下手術



手術支援  
ロボット

## 腹腔鏡下手術のメリット／デメリット

- ① 手術中の出血量が少ない
- ② 傷口が小さい
- ③ 術後の疼痛が少なく、感染症のリスクも低い
- ④ 回復が早い
- ⑤ 機能の温存性が高い



手術が難しい（手のような動きが困難）

手術支援ロボット

# 最初のテレプレゼンスロボットアーム

- 核物質の遠隔操作
- マスタースレイブ型マニピュレータ



**CENTRAL RESEARCH LABORATORIES**

A **DOVER** DIVERSIFIED COMPANY

# マスタースレイブ技術の発展

- 超小型電子ロボットとコンピュータの著しい進歩(1980年代)
- ロボットテレプレゼンス技術の向上



放射線ロボットアーム ~ 1981



深海ロボット ~ 1985



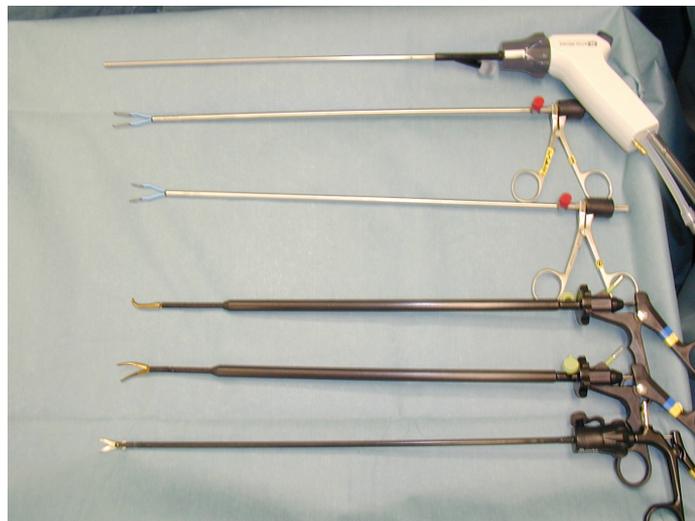
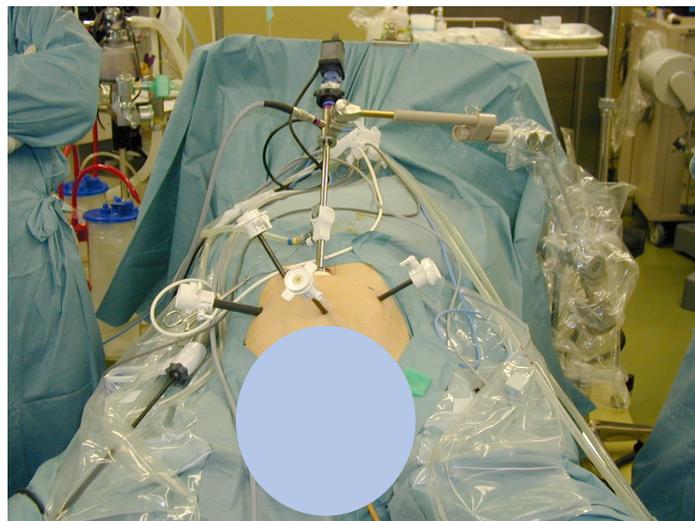
Robot "Jason Jr." タイタニック号の座礁 ~ 1986



NASA ロボットアーム ~ 1981

# 従来の腹腔鏡手術

- 腹腔内に数本のポートを挿入する
- 腹腔内を炭酸ガスで膨らませ、専用の内視鏡を挿入して腹腔内をモニターに映し出す
- 専用の鉗子(電気メスや把持鉗子、洗浄、吸引管、持針器)を用いて手術を行う
- 従来の開腹手術に比べ出血が少なく術後の回復が早いのが特徴



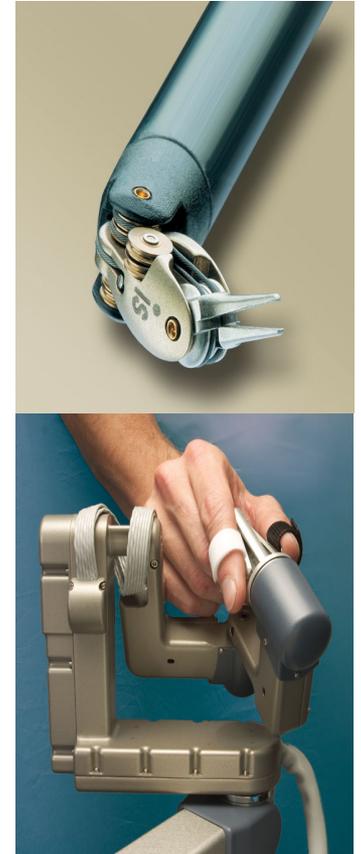
# 内視鏡技術と遠隔ロボット技術の融合



+



=



- ともに1980年代に開発
- 腹腔鏡手術はその性質上Master-slave型の遠隔操作手術と相通じるものがある。

# da Vinci 開発の歴史

## USの歴史

1910-1999  
腹腔鏡手術の黎明

da Vinci スタンダード  
2000/07発売



da Vinci  
S™  
2006/01  
発売



da Vinci Si™  
2009/04発売



2010/03 da Vinci S™ 販売開始

2009/11 da Vinci S™ 薬事承認

(泌尿器、一般消化器、婦人科、胸部外科)

2012/04 前立腺全摘除の保険  
収載

2012/10 da Vinci Si™ 承認

2016/04

腎部分切除の  
保険収載

da Vinci Xi™  
2014/04 発売



## 日本の歴史

1992 腹腔鏡下胆のう摘出術保険適用  
1990 内視鏡外科研究会発足

da Vinci SI



# da Vinci XI



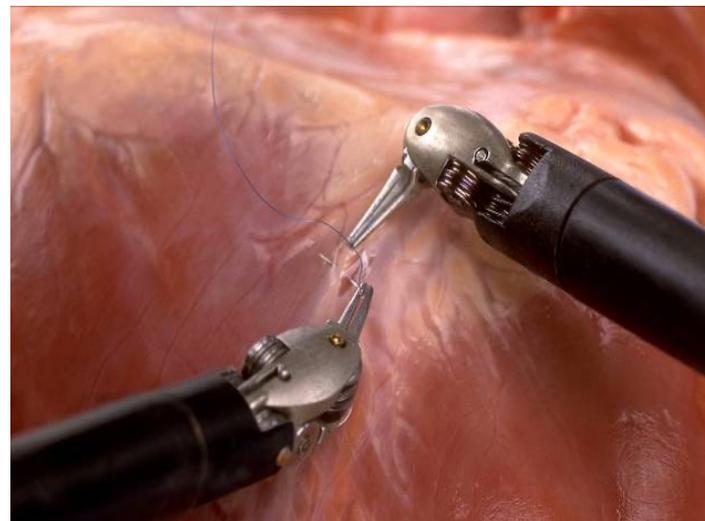
© 2015 Intuitive Surgical

# ダ・ヴィンチ サージカルシステムの特徴①

## ■ 高解像度3D画像



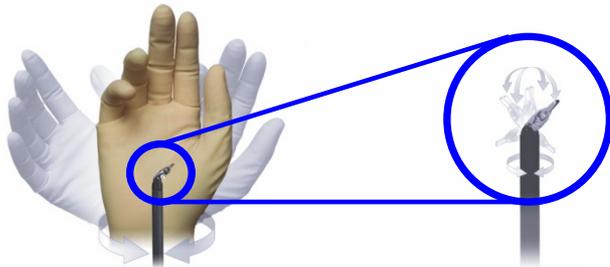
10~12 倍の拡大視野



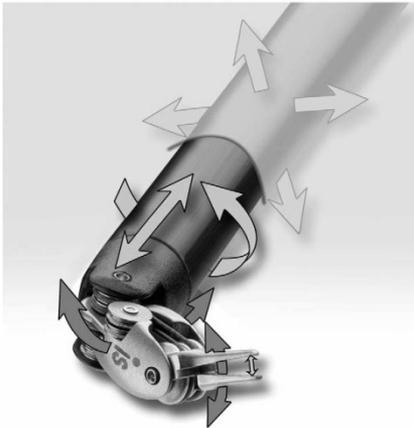
# ダ・ヴィンチ サージカルシステム特徴②

## ■ *EndoWrist*インストゥルメント

7自由度、540度回転



普通の腹腔鏡の鉗子  
(5自由度)



# 保険適用となったロボット支援手術

- 2012年 **前立腺全摘除術**
- 2014年 **腎部分切除術**
- 2018年 縦隔腫瘍手術(良性、悪性)、肺悪性腫瘍手術、食道悪性腫瘍手術、弁形成術、胃切除術、噴門側胃切除術、胃全摘術、直腸切除・切断術、**膀胱悪性腫瘍手術**、子宮悪性腫瘍手術(子宮体癌)、腔式子宮全摘術
- 2020年 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、仙骨腔固定術、食道悪性腫瘍手術(消化管再建を伴う)、頭蓋内電極植込術、臍体尾部切除術、**腎盂形成術**

# 国産初の医療用ロボットhinotori

- 今まででは本邦ではダヴィンチのみが手術用ロボットであった。
- 独占企業であるため機器が非常に高価であり、メンテナンスにも費用がかかった→複数企業の参入により価格が下がることが期待できる。
- 海外の企業であるため不都合に感じる点に関して改善してもらえる機会はほとんどなかった→国産のメーカーであるため開発者との意思疎通を図りやすい。

# 本日お話させていただく内容

- ロボット支援手術とは？
- 和歌山県立医科大学におけるロボット支援手術の現況
- 新しく導入されるhinotoriについて

# 和歌山県立医科大学での変遷

- 2012年12月にダヴィンチSによる前立腺全摘除術を開始
- 2014年7月から腎部分切除術開始、2016年4月からは保険適用
- 2016年11月から膀胱全摘除術を開始、2018年4月からは保険適用
- 最初に購入したダヴィンチSの老朽化に伴い、2017年12月にSiと最新式のXi2台を購入した。
- 現在までに前立腺全摘除術：780例、腎部分切除術：177例、膀胱全摘除術：58例、腎盂形成術：7例を経験した。
- 2021年4月から3台目として国産初のhinotoriの使用を開始

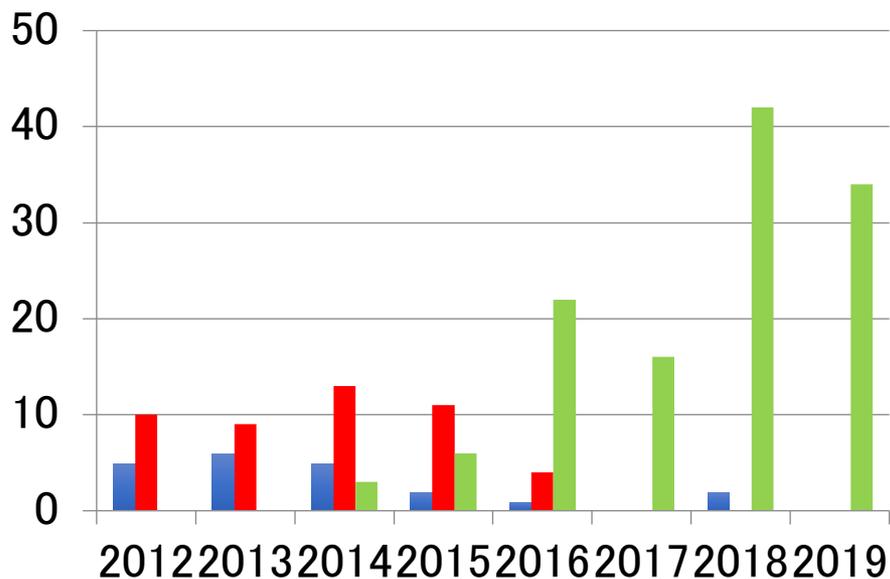
# 泌尿器科癌に対する手術治療

	開腹	腹腔鏡	ロボット支援
腎部分切除術	△侵襲大きい	○高い技術が要求される(運針等)	◎標準術式
根治的腎摘除術	○下大静脈腫瘍血栓等の困難例	○一般的に広く普及している	○今後保険収載の予定
腎尿管全摘除術	△切開創が大きくなる	○一般的に広く普及している	○今後保険収載の予定
膀胱全摘除術	△侵襲大きい	△高い技術が要求される	◎標準術式となりつつある
前立腺全摘除術	△視野が悪く出血量多い	○高い技術が要求される(運針等)	◎標準術式

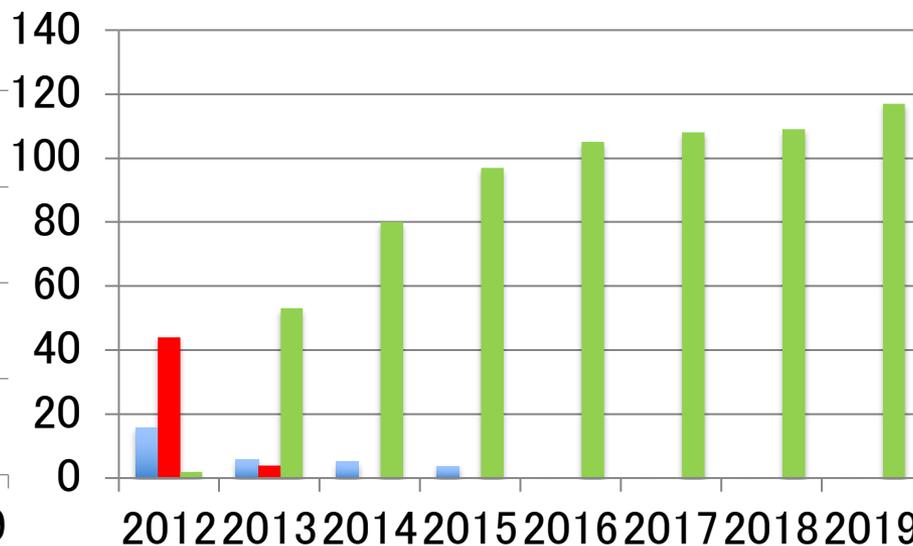
 : 保険適応あり

# 当科での手術術式の変遷

## 腎部分切除術



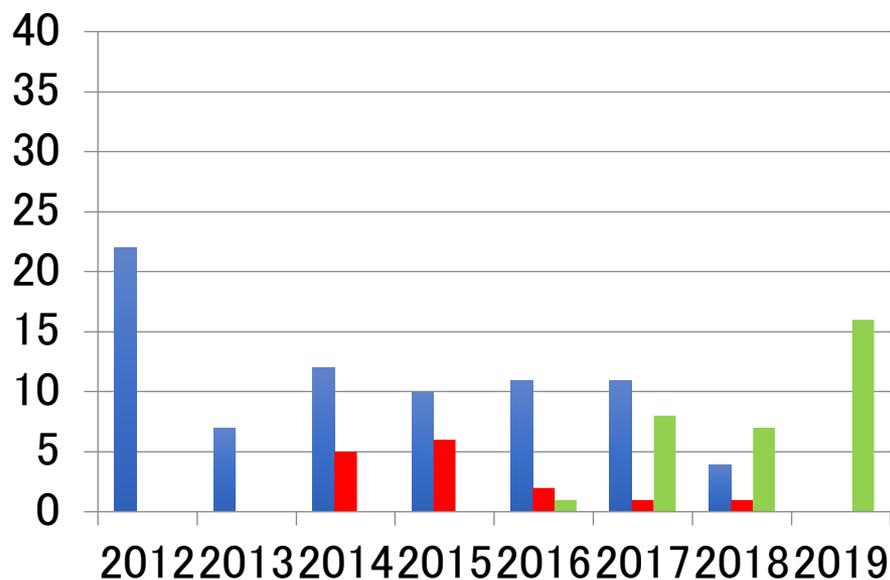
## 前立腺全摘除術



- 開腹手術
- 腹腔鏡手術
- ロボット支援手術

# 当科での手術術式の変遷

## 膀胱全摘除術

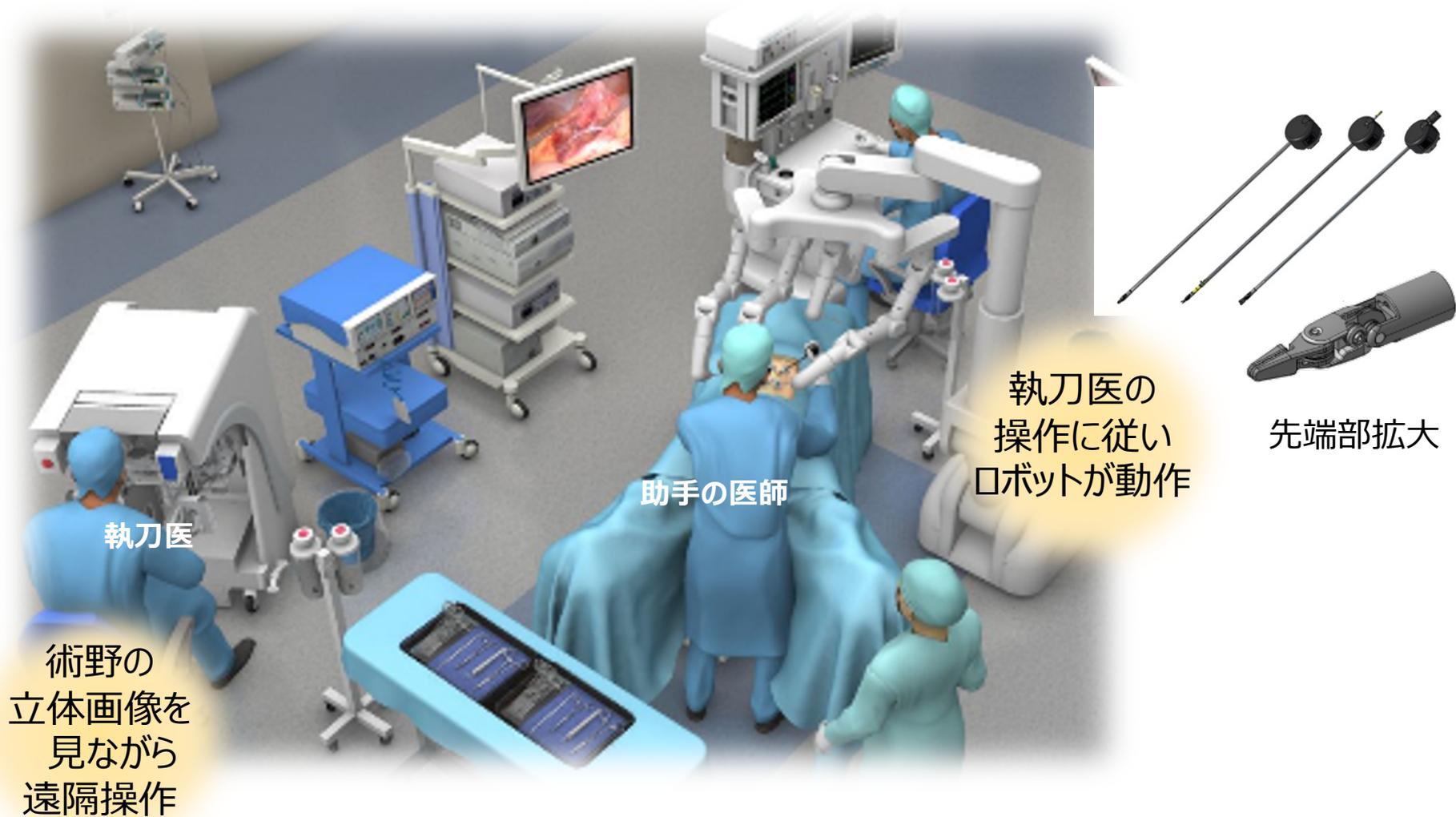


- 開腹手術
- 腹腔鏡手術
- ロボット支援手術

# 本日お話させていただく内容

- ロボット支援手術とは？
- 和歌山県立医科大学におけるロボット支援手術の現況
- 新しく導入されるhinotoriについて

# 手術支援ロボットとは



# hinotori™ サージカルロボットシステムの特徴

干渉低減  
コンパクトかつ  
冗長軸をもつ  
アーム

疲れ軽減  
人間工学にもとづく設計

高精細な3D画像

執刀医と  
助手の医師との  
コミュニケーション

助手の医師の  
操作スペース確保  
当社独自のロボット鉗子  
のセッティング

トラブル解決  
リモートサポート



# コンパクトで機能的なロボットアーム

人の腕のようなスマートでなめらかな動作を可能にする“8軸アーム”



産業用ロボットの  
人サイズコンセプトの  
応用



# ソフトウェアによるピボットポイントの設定

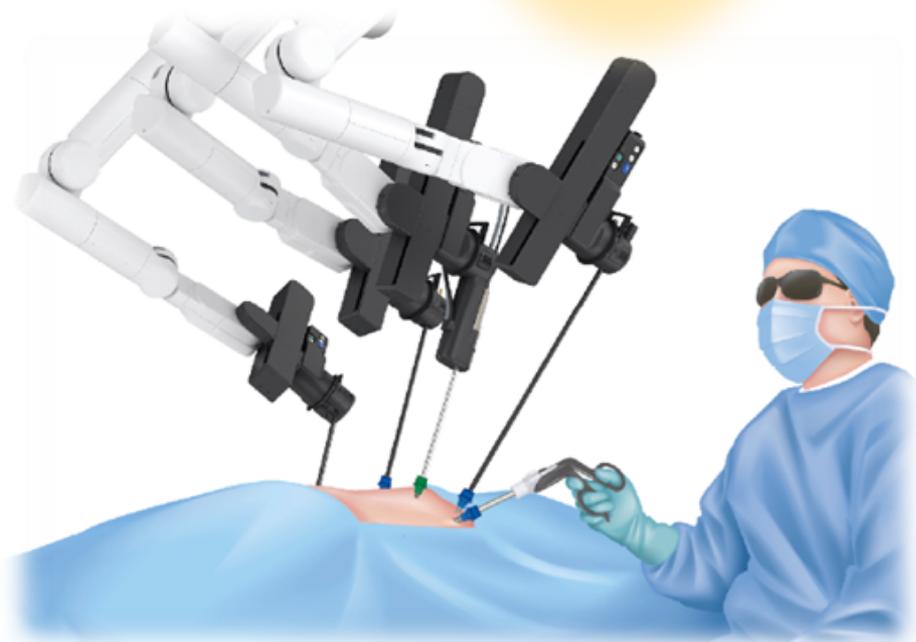
インストゥルメントの動作支点となるピボットポイントはソフトウェアにより設定可能なため、アームとトロカーのドッキングが不要で、トロカー周りがすっきり



ピボットポイントを用いたピボットセッティング



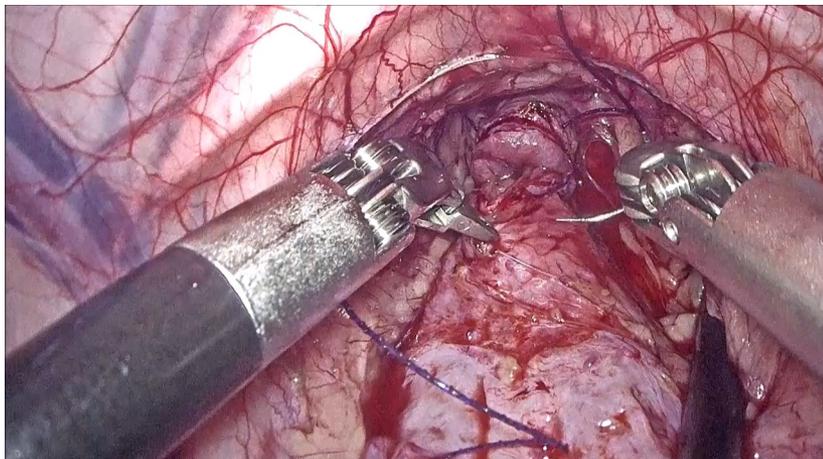
**清潔野がすっきりし  
快適な操作が可能**



# 人間工学に基づく設計：疲れ軽減



# 高精細な3D画像 執刀医と助手の医師とのコミュニケーション



# ロボット鉗子 ~ HFシリーズ インストゥルメント ~



ワイド  
ニードルホルダ  
8mm

ニードルホルダ  
8mm

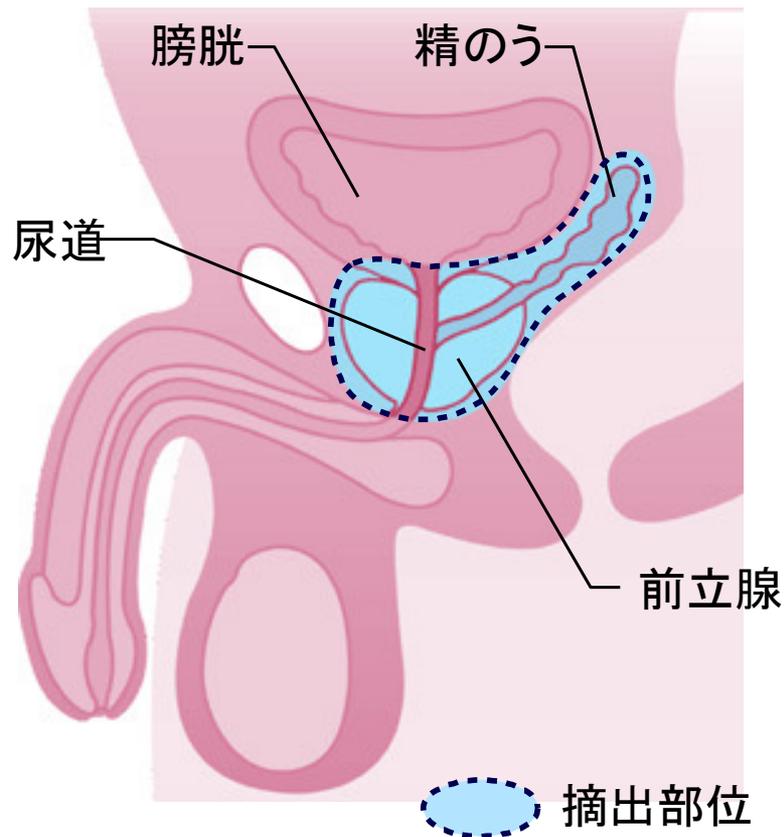
クローチエ  
グラスパ  
8mm

モノポーラ  
カーブドシザーズ  
8mm

バイポーラ  
メリーランド  
8mm

バイポーラ  
フェネストレイト  
8mm

# 前立腺全摘除術



## 特徴

- 早期であれば根治が期待できる
- 手術時間は通常3～4時間程度
- →2週間程度の入院
- 腹腔鏡下やロボット支援下前立腺全摘除術も普及

## 適応(目安)

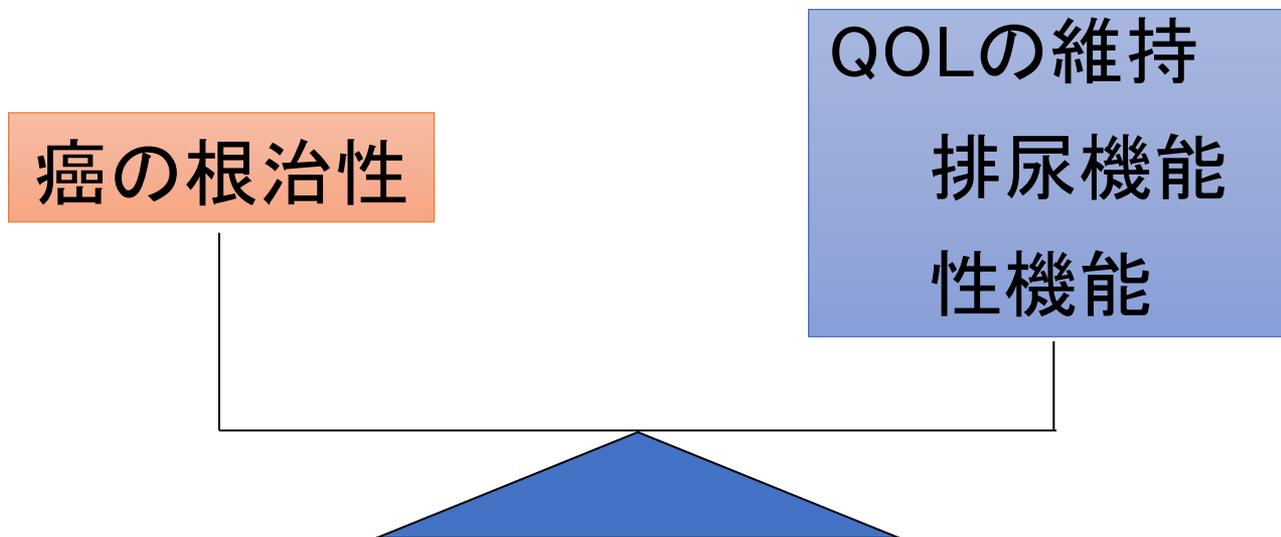
- 限局期(T1b～T2)の患者さんが主体
- 全身状態が良好で、75歳以下の方

## 主な副作用

- 尿漏れ、勃起不全など

# 前立腺がんに対する前立腺全摘除術

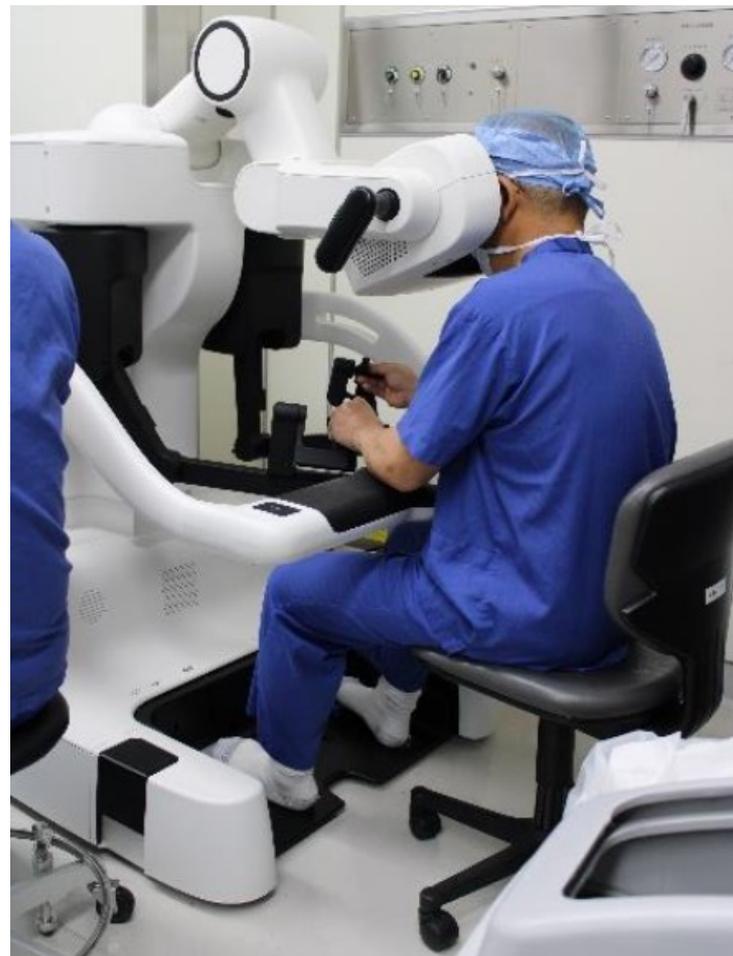
- 転移のない前立腺癌に対する標準治療の1つ
- 多くのがんの手術においてはがんに対する**根治性**と**機能温存**が対立した手術手技を要求する。
- 今日では機能温存を重視する傾向にある。
  - 乳房温存術、腎部分切除術



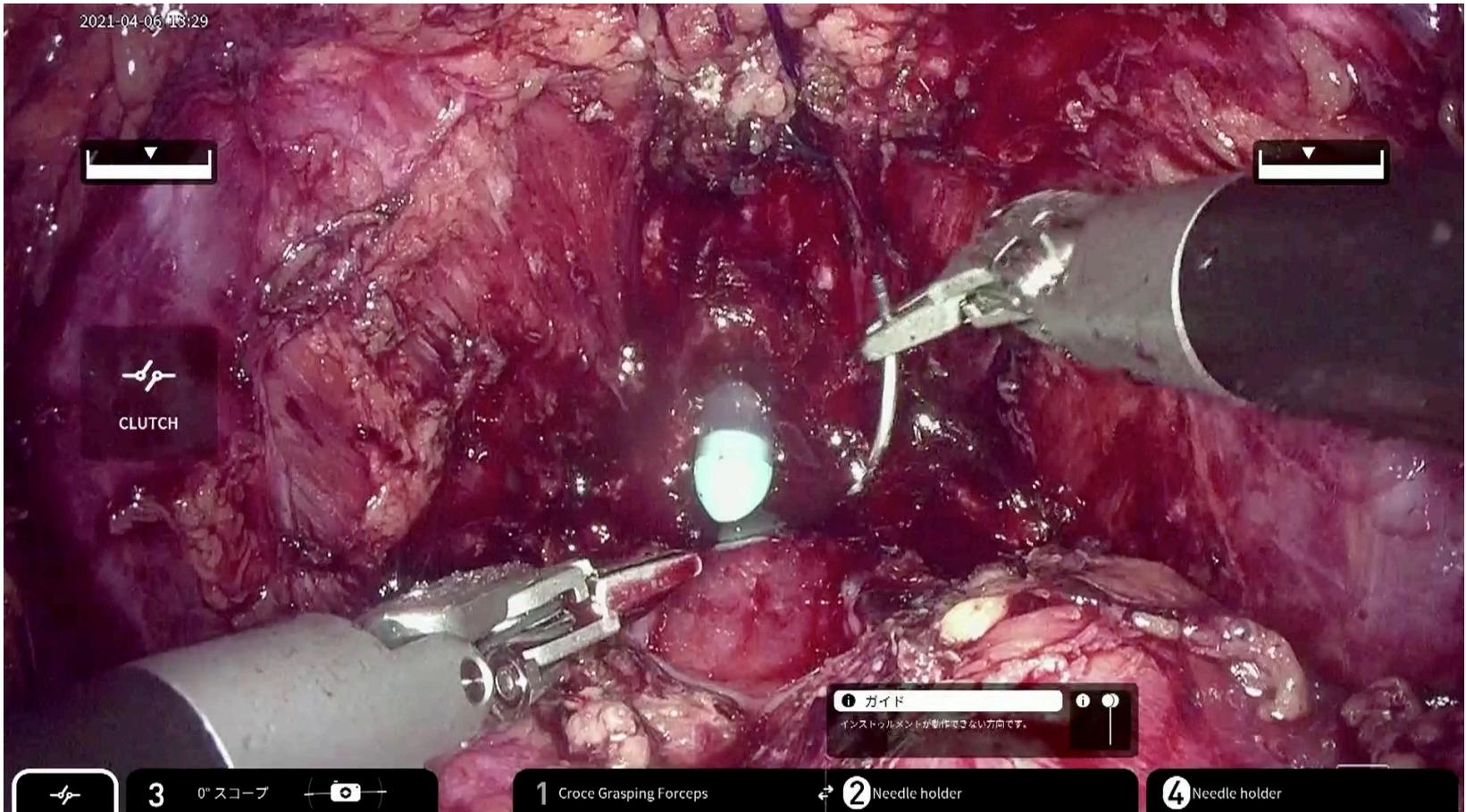
# Hinotoriによる前立腺全摘除術

- 国内では2施設目（1施設目は神戸大学）
- 現在までに2例施行（2021/4/6、2021/4/20）
- 手術時間：3hr58min、2hr40min
- 出血量：350ml、200ml
- 術後経過：合併症なく経過。1例目は既に退院。
- 1例目：術後尿失禁はほとんどなし。病理結果も断端陰性にて完全に摘除されている。
- 現在のところ国内では3施設（神戸大学、当大学、徳島大学）で前立腺全摘除術の症例を蓄積
- 現在ではhinotoriの適用疾患は泌尿器に限定されているが、今後は外科、産婦人科領域にも拡大予定

# 術中の外回り写真



# 術中動画（膀胱尿道吻合）



# さいごに

- 国産初の医療用ロボットhinotoriを使った手術（前立腺全摘除術）に国内2施設目として施行しました。
- 従来のロボット手術と比較しても十分満足しうる感触でした。
- しばらくは泌尿器科領域での手術に限定されますが、和歌山県立医科大学としては3台目の手術用ロボットとして今後も症例を蓄積していく予定です。