

# 患者に優しい手術をめざして —ロボット手術の新展開—

手術支援ロボットを使ったロボット手術が注目されている。手術支援ロボットは、内視鏡手術の弱点を補って、「患者に優しい手術」を可能にする。ロボット手術は、すでに米国を中心に全世界に普及しており、日本でもこれから普及が予想されている。

ロボット手術は、泌尿器科領域の前立腺手術など、通常の内視鏡手術では技術的に難しい手術で特に威力を発揮する。胃がんや肺がんの手術でも、患者の負担がより少なく、高精度で質の高い手術が、より安全にできると期待されている。

ロボット手術は、外科系医療の新しい時代を拓く可能性がある。ロボット手術への期待とこれから日本で普及するための課題について、4人のエキスパートに語りあっていただいた。

## 出席者



**北島 政樹**氏

国際医療福祉大学  
学長



**加藤 治文**氏

新座志木中央総合病院名誉院長  
国際医療福祉大学大学院教授



**橋 政昭**氏

東京医科大学  
泌尿器科主任教授



**宇山 一朗**氏

藤田保健衛生大学  
外科学主任教授

### 内視鏡手術を 安全に確実に支援

**橘** ロボット手術と言うと、ロボットが自動的に手術操作を行うのかと思われる方も多いかも知れませんが、ロボット手術に使用する「ロボット」は、執刀医の操作を忠実かつ正確に先端部の鉗子やはさみに伝え、術者の手術操作を支援する医療機器です。「手術支援ロボット」とも呼ばれています。

**北島** 手術支援ロボットは、内視鏡手術の弱点を補い、安全に、確実に行うために開発され、発展してきました。内視鏡を使って、開腹せずに胆のうを摘出する手術法がフランスで開発され

たのは1987年のことです。間もなく日本にも内視鏡手術が導入されましたが、患者さんの負担が少なく術後の回復が早いという大きな利点が認められて急速に適用例が増えました。従来は開腹手術、開胸手術が必要とされていた手術のかなりの部分が、現在は内視鏡手術に移行しています。しかし、内視鏡手術では、狭い開口部から鉗子を操作しなければならないので、縫合や結紮はどうしても難しく、患者さんには優しい技術でも外科医にとってはリスキーでした。

この解決には医工連携が必要でした。医工連携は、米国では70年代から成果が出始めましたが、日本でも、

慶應義塾大学では医学部が理工学部と組んで内視鏡手術の改良に着手しました。その結果、手術中の視野を三次元化するヘッドマウントディスプレイなどが生まれ、さらに96年には、東京で開催された日本内視鏡外科学会で、学会会場から慶應義塾大学病院に設置した内視鏡手術支援ロボットを遠隔操作するデモンストレーションも行っています。それでも、縫合と結紮の課題は依然として解決されていませんでした。そんな矢先、米国で本格的な手術支援ロボットが開発されました。この手術支援ロボットは2000年3月に慶應義塾大学病院に試験的に導入され、その後、いくつかの大学病院などでも



**北島 政樹**氏  
国際医療福祉大学学長

導入されています。

**橘** 統合的なシステムを備えたこのタイプの手術支援ロボットは、米国を中心に、すでに全世界に普及しています。日本でもこれからは導入する施設が増えていくことになるでしょう。ロボット手術では、内視鏡で術野を見ながら遠隔操作で手術をするわけですが、このロボットを使うと、遠近感を持つ三次元の内視鏡画像で術野が見え、10倍までの拡大視野も得られます。また、はさみや縫合針などを動かすインスツルメント先端部分には、自由な角度に動く関節機能があって、微細な操作や狭いスペースでの縫合・結紮が可能です。ですから、実際に操作をしてみると、自分の2本の親指と人指し指を極端に小さくして、その手が患者さんの体の中に入っている、その先端についた鉗子とか、あるいはメスで、剥離、切開、凝固、縫合といった処置をしているというイメージです。まさに手術を支援するための装置であるということです。

**宇山** 現在私たちが使っている手術支

援ロボットは3つの部分で構成されています。「ペイシェントカート」には術者の腕ともいえるロボットアームが付いています。「サージョンコンソール」は、執刀医がロボットアームを遠隔操作するためのコックピットです。

「ビジョンカート」は手術視野全体の画像を手術室内のディスプレイに映し出します。実際の作業は、まず通常の内視鏡手術と同様に、腹部手術であれば腹部にトロッカーと呼ばれる医療用の筒を数カ所挿入し、これにインスツルメントを装着したロボットアームを合体させて腹腔内に挿入します。執刀医はサージョンコンソールにすわり、三次元画像を見ながら挿入したインスツルメントを遠隔操作して手術を行います。執刀医は同じ手術室の中にいますが、患者さんのすぐわきに立つわけではないのです。

#### 入院期間の短縮や 手術成績の向上にも寄与

**加藤** 私は、いずれは外科手術の大部分はロボット手術に置き換わっていくと考えています。なぜなら手術支援ロボットは、患者さんたちが求めている低侵襲で安全な手術を実現できるからです。がんの手術と考えると、かつてはなるべく多く切除する拡大手術という方向でしたが、1990年代以降は一転してQOL（生活の質）の改善、臓器温存、機能温存を目的とした内視鏡手術の普及が進み、2000年代になってロボットによる支援手術が注目をされ

ているわけです。いまロボット手術が注目されるのは、患者さんに優しい手術、かつ精度が高い、質の高い手術ができるということからだと思います。

**北島** 私たちが内視鏡手術を行ったケースについて、炎症性サイトカインやCRP（C反応性タンパク）の変化、在院日数、術後の腸管機能の回復などのパラメーターを詳しく調べて評価したところ、内視鏡手術の侵襲性は開創手術に比べて非常に少ないという結果が得られています。従って、ロボット手術に関しても同様のことが想定できます。臓器温存、機能温存を考えても、ロボット手術は臨床的に非常にメリットが大きいと言えます。

**橘** 例えば、手術支援ロボットを使うと前立腺全摘術では開創手術とは比較にならないほど少ししか出血しません。私たちはこれまでに171例の前立腺全摘術をロボット手術で行ってきましたが、他人の血液を輸血するような多量出血は一度も経験していません。前立腺の解剖学的な位置の関係



**加藤 治文**氏  
新座志木中央総合病院名誉院長  
国際医療福祉大学大学院教授

で、前立腺摘出後の膀胱と尿道の吻合は恥骨と骨盤の間の非常に狭いスペースでの作業となるので、通常の腹腔鏡下手術ではかなり難しい手技ですが、手術支援ロボットを使えば、その作業が容易にかつ確実にできます。また膀胱と尿道を吻合した際は、吻合部から尿が漏れないようにカテーテルをしばらく挿入しますが、ロボット手術では連続縫合が可能なので、カテーテル留置期間も短縮できます。在院日数や社会復帰までの期間も短縮できると考えられます。さらに、手術がしやすいということは切離や縫合の精度を高めますから、手術成績全体の向上も期待できます。

**宇山** 私たちは50余例の消化器がんの手術を手術支援ロボットを使って行ってきました。これらのがんの手術では、転移している可能性があるリンパ節を切除するリンパ節郭清という操作が必須ですが、通常の腹腔鏡下手術では、操作可能な範囲の制限とかいろいろ困難なハードルがあって必ずしも

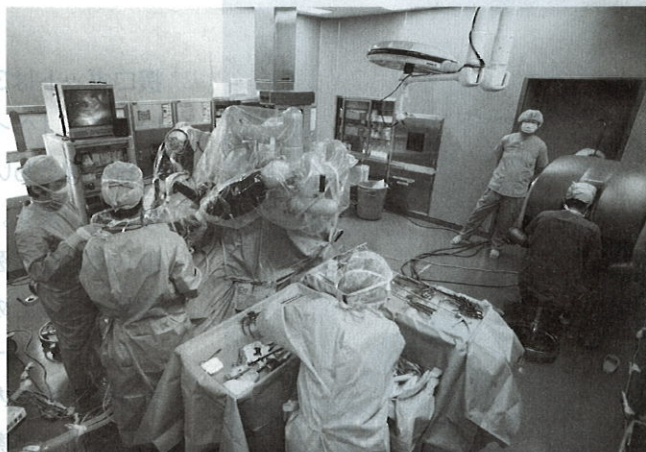
十分にできないことがあります。手術支援ロボットを導入すれば、それをクリアしてリンパ節郭清の精度を上げられる可能性があります。また、胃がんの手術でリンパ節郭清を

徹底して行おうとすると、熱を発生する電気メスで膀胱を障害するリスクが絶えず伴いますが、電気メスと重要な臓器との距離感や奥行き感を三次元映像で確認できるロボット手術であれば、正確に切ることができ、膀胱の炎症をきたす確率も低くなります。がん手術では、合併症を減少させれば生存期間が延長する可能性があることが示されています。

**加藤** がんの浸じゅん範囲や浸じゅん深度を正確に診断する技術が開発されれば、その技術をロボット手術と組み合わせることにより、さらに手術の精度を上げて、手術成績を一層向上させることができるでしょう。

### 術野の狭い 前立腺手術で活躍

**北島** ロボット手術の適応範囲については、基本的に内視鏡手術が可能な領域のすべてに応用できると考えられていますが、特に前立腺手術など、手術視野が狭く、繊細な手術操作が困難なことが多い小骨盤腔内の手術では有用



手術支援ロボットを使ったロボット手術。執刀医は写真右のコンソールに座って操作する。

です。

**橘** 実際に、2008年に米国で実施された約13万6000件のロボット支援手術のうち、60.7%が泌尿器科領域で、その90%が前立腺全摘術です。それに続く約30%が婦人科領域で、子宮全摘術に主に使用されています。半面、一般消化器外科領域では4.7%、心臓外科領域では3.4%、呼吸器外科領域では1%にとどまっています。日本でも同様にロボット支援手術は前立腺全摘術が中心で、婦人科領域の手術がそれに続きます。呼吸器外科や一般消化器外科は、これからの発展が期待される領域です。

**宇山** 消化器領域では、やはり悪性疾患が主要なターゲットになると思います。例えば、膀胱がんにおける膀胱十二指腸切除などで、非常に細い尿管と空腸を吻合するような場合、ロボットのスケーリング機能を使って、手元で5cm動かしたときにロボットのアームの先端は1cmだけ動くようにできます。細い尿管の場合は1~2mm間隔で縫わなければならないので、そうし



宇山 一郎氏

藤田保健衛生大学外科学主任教授

た複雑かつ繊細な操作には手術支援ロボットが非常に有用です。また、食道がんではどうしても大血管の近くや、反回神経という非常にデリケートな神経の周囲を切らなくてはならないのですが、三次元画像で確認できるのに加えて、フィルタリング機能というのがある。あって指先の震えが除去され、電気メスを使って震えないのでぎりぎりのところで手術ができます。そういう意味で、消化器外科の領域でも非常に有用性は高いと思います。

**北島** いま話があったスケーリング機能とフィルタリング機能を持つ手術支援ロボットは、血管吻合などを必要とする手術にも適していると思います。また、肝臓移植時のドナーの手術はすでに内視鏡手術が主流ですから、小児の移植のような手術視野が小さい手術では、スケーリング機能がより生きてくると思います。

**加藤** 呼吸器領域でも進行がんロボット手術が使えるようになれば、機能温存の確率を高める可能性があります。ある程度進行した肺がんでも、手術支援ロボットを使って適切に気管支形成術ができれば、全摘を回避して肺を残すことができます。機能温存の確率が高くなることは、患者さんにとって大きな恩恵になります。

**橘** 泌尿器領域では、前立腺全摘術の次は膀胱全摘術が想定されますが、膀胱全摘には尿路変更術を伴うので、そこまで手術支援ロボットを適応すべきかはもう少し議論が必要です。むしろ、

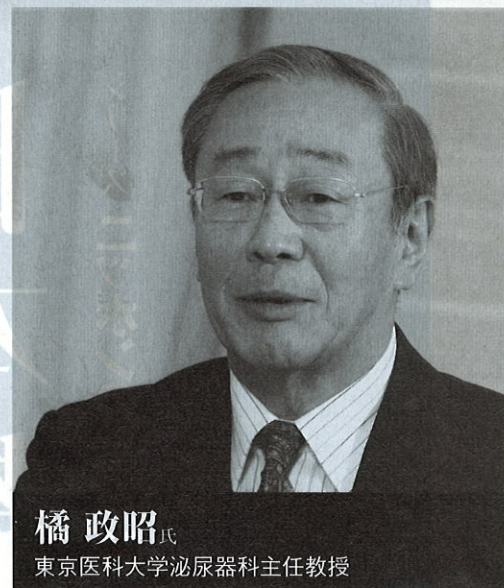
腎盂形成術や腎部分切除での適応がむしろ先行するのかもしれませんが。腎部分切除では縫合も加わるので、ロボット手術の有用性は高いと思われます。

### ロボット手術の 新しい可能性に期待

**宇山** 遠隔治療という観点からは、術者が自分のオフィスにいたまま、午前中は鹿児島、午後は北海道の手術を行うといった形態も想定されます。外科医の減少傾向を考えれば、一人の外科医の高度な技術をより多くの人に提供できるようになることも、手術支援ロボットがもたらす大きなメリットになるでしょう。

**橘** 一方で、新しい医療技術の導入には、トレーニングも重要になります。絶え間のないトレーニングが技術を向上させ、ひいては医療の安全性を担保します。また、適正な使用ガイドライン、あるいは指針の作成も必要です。


**加藤** 国民は、安全かつ低侵襲で高精度の医療を望んでいます。そこに安価ということも実は重要です。自己負担の軽減が日本におけるロボット手術の普及の鍵を握ると言ってもいいでしょう。公的保険が適用されるように働き



橘 政昭氏

東京医科大学泌尿器科主任教授

かけていくことが、私たちのこれからの課題の1つだということを強調しておきたいと思います。

**北島** 厚生労働省は、ガイドラインとトレーニングシステムの基盤整備を日本内視鏡外科学会に託していますが、そこにはサブスペシャリティの各学会の協力も必要です。国民が納得できる安全なロボット手術を提供するために、すべての学会に協力をお願いしたいと思います。現在、外科医の減少が大きな問題になっていますが、それは外科医の労働環境が劣悪で、夢がなくなっていることも一因だと思います。ロボット手術には様々な新しい可能性があります。医学生に夢を与えるという意味でも、大きく貢献できるのではないかと大いに期待しています。 

## 人・医療・未来

株式会社アダチは医療の未来を考える専門商社です

adachi

オリンパス関西総代理店  
内視鏡手術支援ロボット販売元 株式会社アダチ  
〒540-0037 大阪市中央区内平野町 3-2-10 TEL.06-6942-3371  
<http://www.adachi-inc.co.jp>

