

# K 大学医学部附属病院のロボット支援下内視鏡手術における臨床工学技士の業務の実態と今後の課題

岩崎 一 崇

ロボット支援下内視鏡手術 タスクシフト 臨床工学技士

## 1. はじめに

近年、外科治療の高度化と低侵襲化の急速に進な展開により、ロボット支援下内視鏡手術が注目されている。ロボット支援下内視鏡手術（以下ロボット手術）は、2000年にアメリカのインテュイティブサージカル社が開発した da Vinci システムの登場により広く認知され、本邦では、2012年にロボット支援下前立腺摘除術が保険適用されたことを契機に普及した。

2016年に1疾患だったものが、2018年には泌尿器科を含む呼吸器外科、食道胃腸外科、産婦人科、心臓外科の5診療科で12疾患に拡大し、2020年には肝胆膵外科が追加され7疾患、2022年には耳鼻科も追加され8疾患について保険適用となり、図1に示したように手術件数が増加している。前立腺手術と胃がん手術で、手術支援ロボットを使用した場合、診療報酬点数は内視鏡手術に上乘せされた。

神戸大学医学部附属病院では、2011年より泌尿器科においてロボット手術を積極的に導入し、2018年の保険適用の拡大に伴い、2019年には手術支援ロボットを2台運用し始め、2023年に1台追加し、3台体制で、手術件数は増加してきた。ロボット手術は導入コスト、保守費用、医療材料（消耗品）のコストが高いという課題がある一方で、解剖学的に手術操作が困難な部位の視覚化や、人間工学的な利点、手術成績の向上など、腹腔鏡手術と比較して、多くのメリットがある。中村らは（2021）内視鏡と比較して優れている点として、3次元かつ10倍までの拡大視野を得られること、自由度の高い多関節機能、手ブレ防止機能、モーションスケーリング機能の4つがあり、温存すべき臓器への物理的損傷や熱損傷を回避でき、愛

護的な手術により腹腔内感染症などの術後感染症の軽減と温存すべき神経の損傷を予防も期待できるとしている。

この保険適応となっているロボット支援手術のすべての術式の施設基準として常勤の臨床工学技士配置が要件とされ、加藤（2021）らはロボット支援手術の導入と運用には「担当医師のみならず、麻酔科医師、看護師、臨床工学技士との緊密な連携が術式以上に必要」であるとし、臨床工学技士が「術中のトラブルを起こさない、トラブル発生時は安全な対応行を行うこと」で安全な手術環境を維持できるとしている。

## Japan Procedure Trend

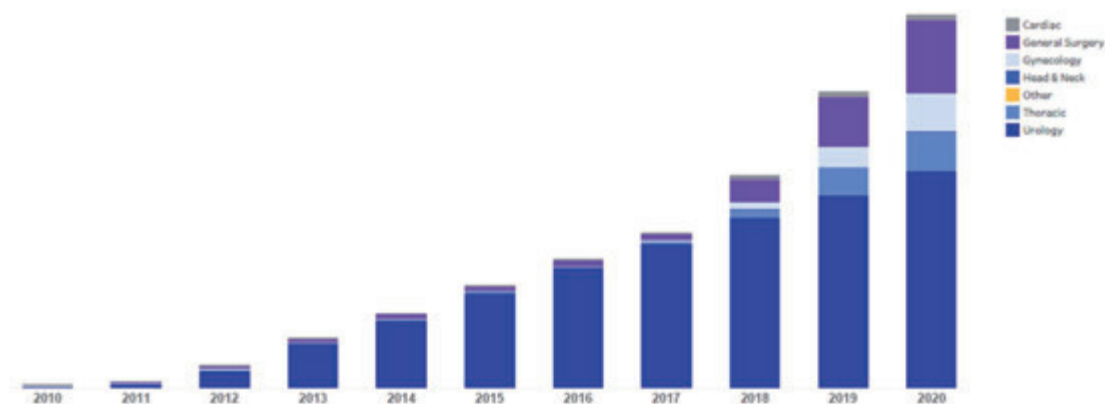


図1：日本における da Vinci の手術件数

## 2. 目的と方法

### 2-1. 目的

今後、増加していくロボット手術において、神戸大学医学附属病院での運用、臨床工学技士の業務の現状把握を行い、ロボット手術の効率的で安全な運用のために臨床工学技士は、今後、どのような業務改善を行うべきか明らかにすることを目的とする。

医師の働き方改革が進む中、「労務管理の徹底、労働時間の短縮による医師の健康確保、全ての医療専門職それぞれが、自ら能力を活かし、より能動的に対応できるようにする、質・安全が確保された医療を持続可能な形で患者に提供できる」を

達成するための、臨床工学技士としてタスクシフト・シェアのあり方とロボット手術における臨床工学技士の新たな業務を明確にする。

具体的には、神戸大学附属病院において2018年4月1日から2023年3月31日間に泌尿器科、肝胆膵外科、産婦人科、呼吸器外科でロボット支援下内視鏡手術が実施された手術について予定手術時間と実手術時間の比較、ロボット手術枠からロボット稼働率を比較し、ロボットの効率運用について検討する。さらに臨床工学技士のロボット手術の新たな業務と、そこに関わる臨床工学技士の人数を明確化し、新たなロボット手術を行う病院の参考となる指標を示す。

## 2-2. 方法

神戸大学医学部附属病院に勤務するロボット支援下内視鏡手術行っている診療科の外科医師、手術室看護師及びロボットメーカー営業担当者に、臨床工学技士の業務内容の現状について、google フォームを用いて調査を実施した。

調査の内容は、医師がタスクシフトに向けた臨床工学技士へ移管を望んでいる業務と役割、看護師・ロボットメーカー営業との共通業務の範囲、ロボット手術の今後の展望に向けた業務と役割、医師・看護師への院内トレーニングに向けた取り組み等である。

アンケートの対象は医師120名、看護師61名、メーカー20名に6月24日に配布し、回答期間は2週間とした。(アンケート項目は参考資料1.2を参照)

また2018年4月から2023年4月までに、神戸大学医学部附属病院で実施されたロボット手術について、各診療科における症例数の推移と手術枠の利用率を調査し、手術時間と予定手術時間についてt検定を用い比較検討を行った。

## 2-3. 倫理的配慮

本研究は兵庫県立大学大学院社会科学研究所の倫理審査を受審し承認を得ている(承認番号:2022-0003)。

### 3. 結果

#### 3-1. 臨床工学技士の業務に関わるアンケート調査の結果

##### 3-1-1. 基本属性等

医師 62 名、看護師 42 名、メーカー 16 名から回答得た。(回答率は医師 51%、看護師 68%、メーカー 80%) 属性の分布を表 1 に示した。

表 1 : 調査対象の属性等

	医師	(人)	(%)	看護師	(人)	(%)	メーカー	(人)	(%)
診療科	肝胆脾外科	28	41.0%				Da vinci	8	50.0%
	呼吸器外科	7	11.3%				hinotori	8	50.0%
	産婦人科	4	6.5%						
	小児科	5	8.1%						
	食道胃腸外科	7	11.3%						
	泌尿器科	15	24.2%						
職位	教授	3	4.8%	看護師長	0		営業担当	12	75.0%
	准教授	8	12.9%	副師長	1	2.4%	技術サポート	2	12.5%
	講師	7	11.3%	看護師	41	97.6%	トレーニング担当	2	12.5%
	助教	19	30.6%						
	医員	23	37.1%						
	大学院生	3	4.8%						
	特定助教	1	1.6%						
経験年数	0~5年	2	3.2%		23	54.8%		10	62.5%
	6~10年	19	30.6%		9	21.4%		8	37.5%
	11~15年	15	24.2%		6	14.3%			
	16~20年	12	19.4%		4	9.5%			
	21~25年	8	12.9%		1	2.4%			
	25年以上	9	14.5%						

##### 3-1-2. 臨床工学技士の現状の業務に対する満足度

臨床工学技士の現状の業務としては医師 92%、看護師 83%、メーカー 81%からの概ね満足しているとの結果であった。

表 2：現状業務に対する各職種の満足度

	医師 (62人)	看護師(42人)	メーカー (16人)
満足度	57%	52%	44%
まあまあ満足	35%	31%	37%
どちらでもない	8%	7%	13%
もう少し努力してほしい	0%	5%	6%
努力が必要	0%	5%	0%

### 3-1-3. 臨床工学技士の業務の現状に対する認識把握

医師は臨床工学技士の業務について比較的高い理解度を示し、看護師は、理解度にばらつきがあった。また臨床工学技士で使用しているマニュアルや画像管理に関しては、医師、看護師ともに認知度は低かった。装置の点検・保守管理に関しては、看護師は、臨床工学技士ではなく、メーカーが担当していると理解されている者が多い傾向が示された。

表 3：現状ロボット業務に対する医師、看護の把握

	医師(62人)	看護師(42人)
機器の設置・準備	100%	93%
マニュアル作成	44%	48%
機器の操作	79%	88%
トラブルシューティング	98%	93%
画像管理	49%	48%
手術中のトラブル対応	84%	100%
シミュレーションへの参加	54%	93%
装置の点検・保守管理	87%	2%

### 3-1-4. メーカーが求める臨床工学技士にとって重要だと思うスキル

最も重要だと思われるスキルは「トラブルシューティング」であり、次いで「機器の基本操作」が重視されている。これにより、緊急時の対応力や基本的な操作技

術が不可欠であることが示唆される。その他のスキルとしては、ソフトウェアのアップデート対応や保守点検の優先度は低いことが分かった。

(n=16人)

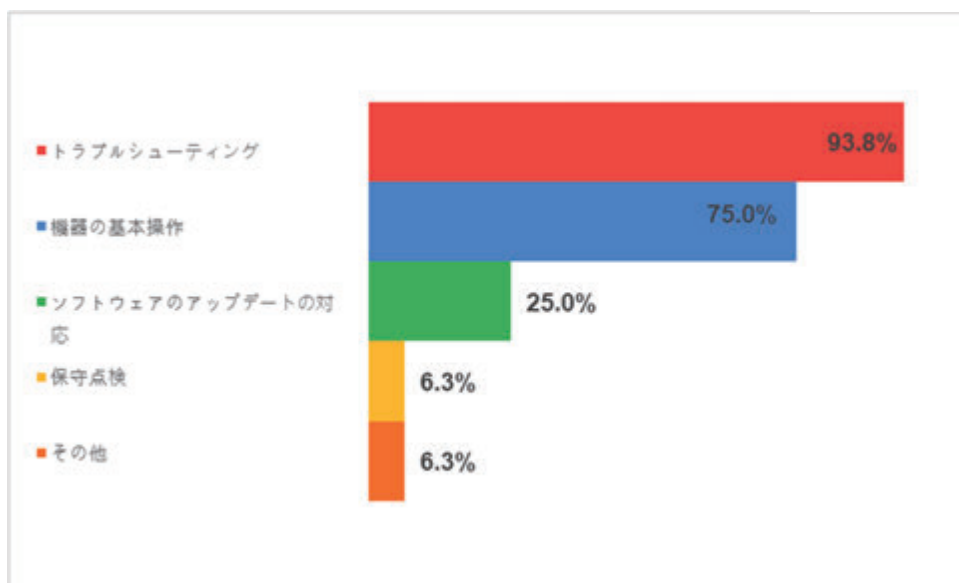


図2：メーカーが求める臨床工学技士へのスキル

### 3-1-5. ロボット手術において臨床工学技士に期待すること

機器の準備と点検は、どの職種でも期待され、臨床工学技士の基本的かつ重要な役割として認識されていた。機器のトラブルシューティングについては医師（92%）とメーカー（81%）から強く期待されていた。次いで、機器メンテナンスは医師（84%）と看護師（55%）から期待されており、メーカー（6%）からの期待は低かった。教育やトレーニングの充実は、各専門職で取り組んでおり、臨床工学技士への期待は低かったが、メーカーからは望まれていた。

また医師からはロボットの効率的な運用ができることを期待されていた。これに対して、術野への介助への期待は低かった。

表 4：臨床工学技士への期待

項目	医師（62人）	看護師42人）	メーカー（18人）
機器の準備と点検	85%	57%	88%
画像の管理	48%	40%	38%
術野での清潔介助	13%	12%	0%
術中の立ち合い	27%	24%	6%
エネルギーデバイスの管理・サポート	63%	43%	25%
ロボット操作のトレーニング中サポート	29%	24%	38%
シミュレーションの企画・参加	42%	29%	56%
手術中の機器操作サポート	63%	50%	56%
ロボットデバイスの管理	63%	40%	44%
機器のトラブルシューティング	92%	64%	81%
機器メンテナンス	84%	55%	6%
より専門的な技術サポートへのシフト	29%	24%	19%
ロボットの効率的な運用の提案	55%	40%	44%
教育やトレーニングの充実	24%	36%	25%
緊急時ロールアウトのベシエントカートの操作方法の教育	61%	52%	69%
その他	2%	2%	6%

### 3-1-6. 臨床工学技士の業務の改善点

トラブル対応の迅速さが、医師の 44%、看護師の 45% と最も改善が必要と示された。

表 5：現在の臨床工学技士の業務の改善点

	医師（62人）	看護師42人）
機器操作の精度	20%	31%
トラブル対応の迅速さ	44%	45%
手術前後の機器管理	24%	28%
チームとのコミュニケーション	31%	28%
その他	17%	24%

### 3-1-7. 臨床工学技士に必要とさせるスキル

医師、看護師共に臨床工学技士が必要と思うスキルは「手術室内での迅速な対応力」と「機器のトラブルシューティング能力」であった。次いで新しい技術や機械への適応力、ロボット手術機器の操作スキルとなっていた。

表 6：臨床工学士に必要なスキル

	医師（62人）	看護師42人）
ロボット手術機器の操作スキル	44%	50%
機器のトラブルシューティング能力	84%	66%
手術室内での迅速な対応力	88%	71%
新しい技術や機器への適応力	67%	53%
その他	2%	5%

### 3-1-8. 医師と臨床工学技士とのタスクシフト

ロボット手術におけるタスクシフトができれば、医師の負担が軽減するかについては、「非常にそう思う」（53.3%）、「そう思う」（45.0%）と回答されていた（図3）。

また期待されるタスクシフトの内容として最も期待されていたのは「機器のトラブル発生率の低減」（55.0%）であった。次いで「患者の安全性向上」（45.0%）、「時間的余裕ができる」（42.0%）が4割を超えていた（図4）。

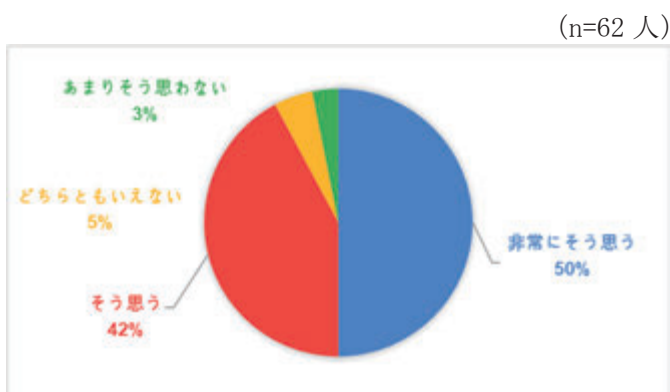


図 3：ロボット手術におけるタスクシフトでの医師の負担が軽減



(n=62人)

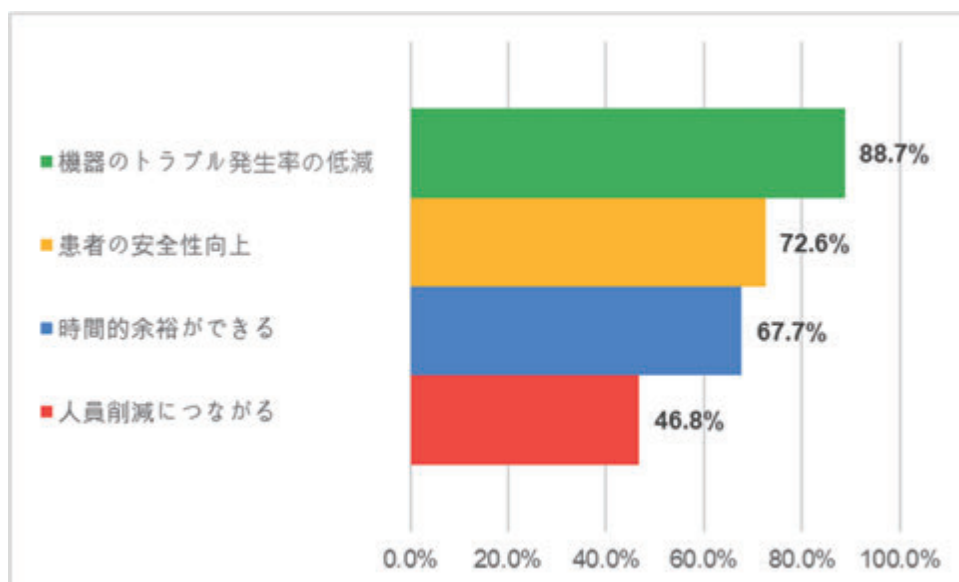


図4：ロボット手術での臨床工学技士が関与するタスクシフトへの期待

全般的な意見としては、手術の低侵襲化と効率化の促進、術野に入る医師の数を減らし、外科医にとって低侵襲な手術を目指すべきとの意見が多かった。

臨床工学技士が関与することで、機器トラブル時に迅速な対応が可能となり、手術のスムーズな遂行に寄与するとの期待が示された。

具体的には医師が手術操作に集中できるようになるため、全体の手術の質が向上し、緊張感のある手術遂行が可能になるとされ、タスクシフトに関する提案と現状の評価としては、患者側のアシスタントは医師以外が担当するべきとされていた。

また臨床工学技士は、ロボット手術の第一助手は難しいかもしれないが、第二助手としての役割なら可能ではないかという意見もあった（表7）。

表7：ロボット手術におけるタスクシフトについてのフリーコメント (n=62人)

意見・コメント	カテゴリ
なるべく術野に入る医師を減らしていきたい。外科医にとっても低侵襲な手術を目指したい。	医師の負担軽減
可能なら行うべき	医師の負担軽減
機器トラブル時に迅速に対応できるが増えるかもしれない	業務の効率化
医師の負担を減らし、手術操作に集中するにあたり大変重要。	医師の負担軽減
チームとしての総合力の向上に繋がる	業務の効率化
手術がスムーズに行えることにより、術中ストレスの軽減に繋がり、集中力の高まった状態での緊張感ある手術遂行が可能と思われる	業務の効率化
現状に特に不満はありません。タスクシフトで、どのようなことが可能なか提案いただけるとよいと思います。	現状維持
患者側のアシスタントは医師以外でやってほしい	医師の負担軽減
ヒトによる	現状維持
基本的に現状維持	現状維持
今の所実感はないが、将来的には期待したい	現状維持
今後、必要性が増していくと思う。	現状維持
お互いの負担にならなければ現実化できると助かります	医師の負担軽減
地方病院など人員の少ない施設においてもロボットを導入することで安全な手術が可能となる可能性がある。	医師の負担軽減
理容に時間がかかったり、術中は術野に手を取られることが多いので、今のようにCEさんや看護師さんたちのサポートが必須だと思います	現状維持
ロボット手術の第一助手は難しいかなと思いますが、第二助手くらいならできるとは思います。	医師の負担軽減
より専門的に介入してくればかなり医師もストレスが減るだけでなく業務効率化の助けになると思う。	医師の負担軽減
普段から色々対応して頂いていると感じていますが、さらに手術に介入して頂けると我々としては大変助かります。人数的に厳しいと思います	医師の負担軽減
医療効率の改善	業務の効率化

### 3-2. 神戸大学医学部附属病院の手術室の現状

#### 3-2-1. ロボット手術の実績と臨床工学技士の業務内容

神戸大学医学部附属病院の手術室は現在 17 室あり、そのうちロボット手術が可能な手術室は 3 室ある。手術室を利用する診療科は 20 あり、それぞれに割り当てられた枠を活用して手術が実施される。

手術件数は年間約 9,000 件/年で推移していたが、2020 年と 2021 年には COVID-19 の影響で 8,000 件/年まで減少した。しかし、2024 年には元の水準に戻りつつある (表 8)。総手術件数の約 20~25%は低侵襲の内視鏡手術が占め、2018 年には内視鏡手術の症例数のうち、ロボット手術は 9%程度であったが、保険収載後に、ロボットが 3 台運用され、2023 年にはロボット手術の件数が全体の 37%にまで増加してきた。

ロボット手術の件数はどの診療科でも増加しているが (図 6)、食道胃腸外科は横ばいで、呼吸器外科では内視鏡手術の件数をロボット手術が上回る状況となったが、これは呼吸器外科で 1 日の手術枠 8 時間に 2 症例を行い、1 日あたりの手術件数が最大 4 件に増やすことができるようになったことによる。

これらの手術室を担当する臨床工学技士は 5 名おり、一日の対応者 1~2 名のシフト制で業務を担当している。その業務内容には、ロボット手術のサポート、内視

鏡手術のサポート、レーザー治療、自己血回収装置の操作、各種医療機器のトラブル対応、ECMO等の補助循環の管理などが含まれる。

また、手術台、无影灯、麻酔器、エネルギーデバイス、電子カルテ端末、画像管理システムなど、手術室で使用する多岐にわたる医療機器の管理があり、さらに、臨床工学技士は手術室内での人工心肺業務や、植え込み型除細動器や経カテーテル大動脈弁留置術を実施するハイブリッド室での業務も兼任している。

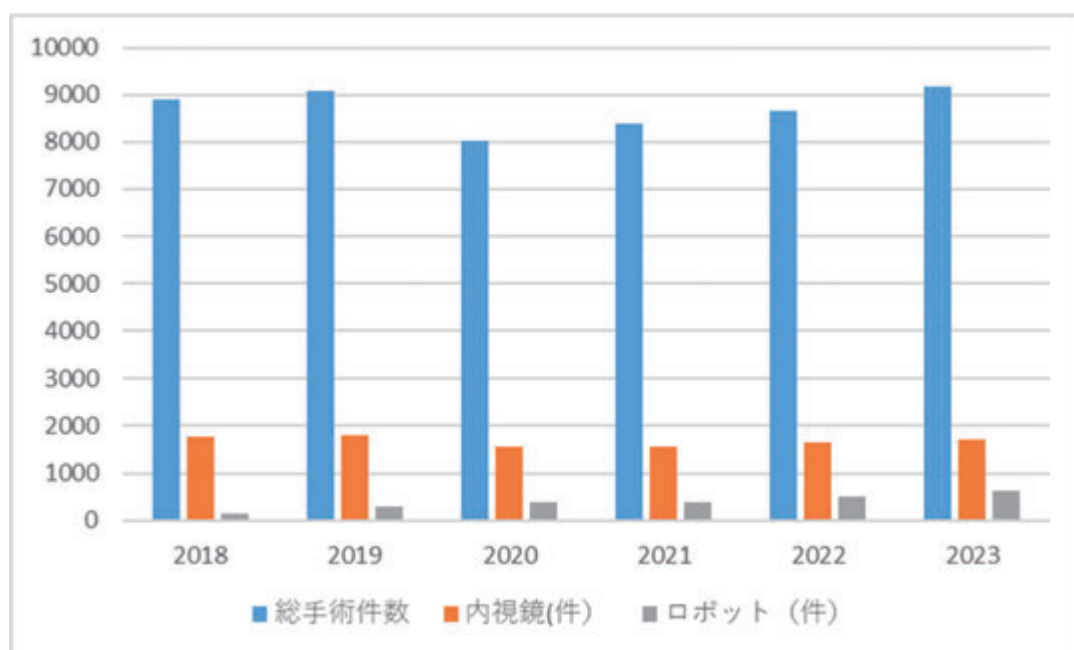


図5：神戸大学附属病院の手術件数

表8：手術件数の割合

	総手術件数	内視鏡(件)	ロボット(件)	内視鏡割合	ロボ割合
2018	8890	1756	152	21%	9%
2019	9084	1794	285	23%	16%
2020	8013	1564	386	24%	25%
2021	8386	1564	382	23%	24%
2022	8666	1663	498	25%	30%
2023	9185	1721	636	26%	37%

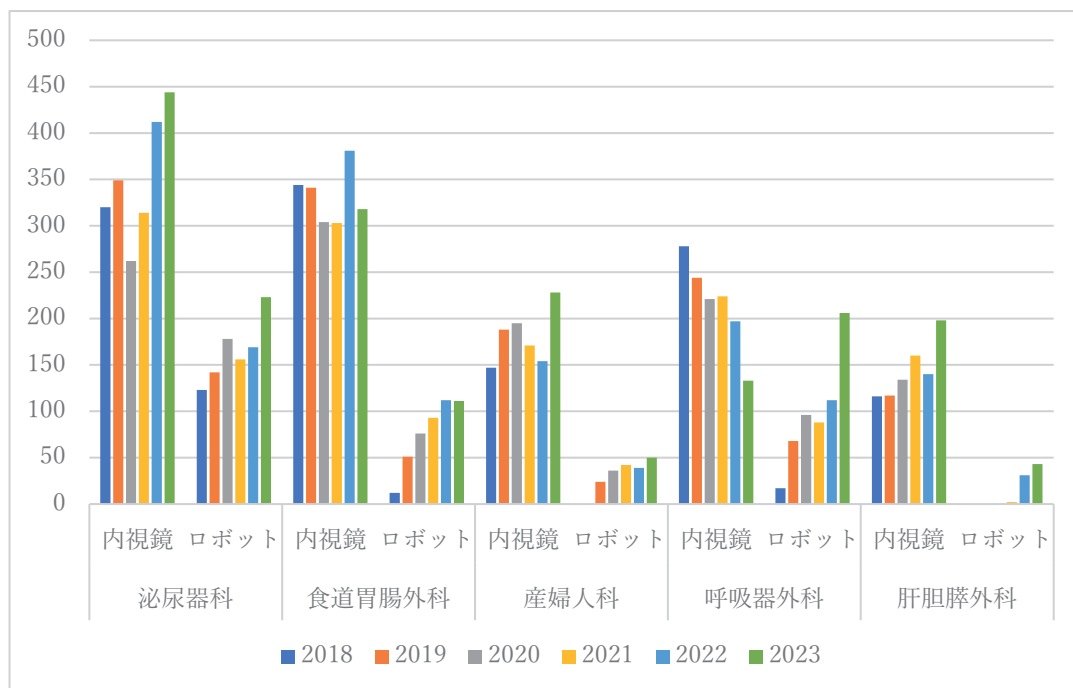


図 6 : 各診療科のロボット手術と内視鏡件数

### 3-2-2. ロボット手術の利用率と手術室の予定時間と手術時間

泌尿器科、食道胃腸外科、呼吸器外科の手術枠利用率は高い水準で推移している。泌尿器科では、症例数が増加しているが、手術枠が増加したため、枠の利用率は78%と低下傾向にある。呼吸器外科では、1日あたり1部屋で2症例が2022年から定着し、利用率は200%に達した。食道胃腸外科では90%以上を維持している。婦人科では症例数が増加しているにもかかわらず、手術枠の利用率は50%であった(図7)。

図8は1日1枠を8時間とした場合に、実際に手術室がどの程度占有されているかを示した。枠の利用率が高い泌尿器科、食道胃腸外科、呼吸器外科も、実際の手術時間は予定手術時間より早く終了していた。手術時間は泌尿器科では2020年までは89%まで上昇したが、2021年からは減少し2023年には47%まで低下した。食道胃腸外科では、開始当初の2018年は113%と時間超過していたが、その後は順調に減少し2023年には62%まで低下していた。呼吸器外科は、枠の利用率は200%と非常に高かったが手術時間は63%であった。産婦人科では時間利用率は2021年の50%が最も長く、それ以後は31%短縮傾向となった。肝胆膵外科は開始

当初の2022年には予定時間を超過していたが、2023年には、88%と時間超過なくロボット手術を実施していた。

表9では症例数の多い泌尿器科、食道胃腸外科、呼吸器外科は手術時間、予定手術時間ともに本格稼働開始時期と2023年度比較し、有意に短縮していた。産婦人科には有意差は認めなかったが、肝胆膵外科は手術時間が有意に短縮していた。

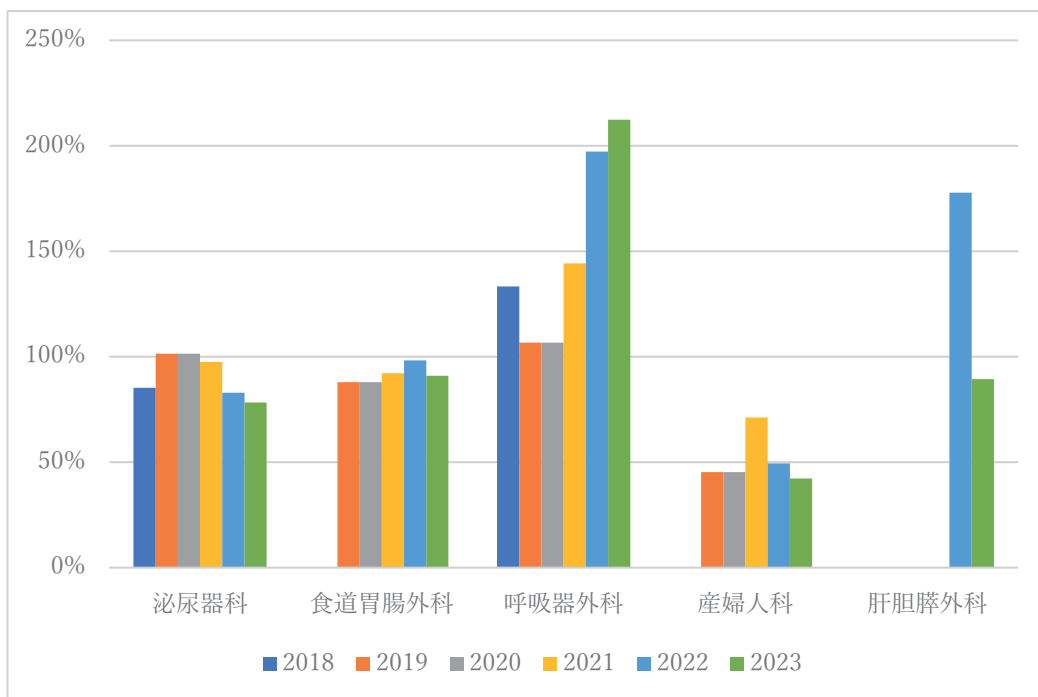


図7：ロボット手術における各診療科の利用率

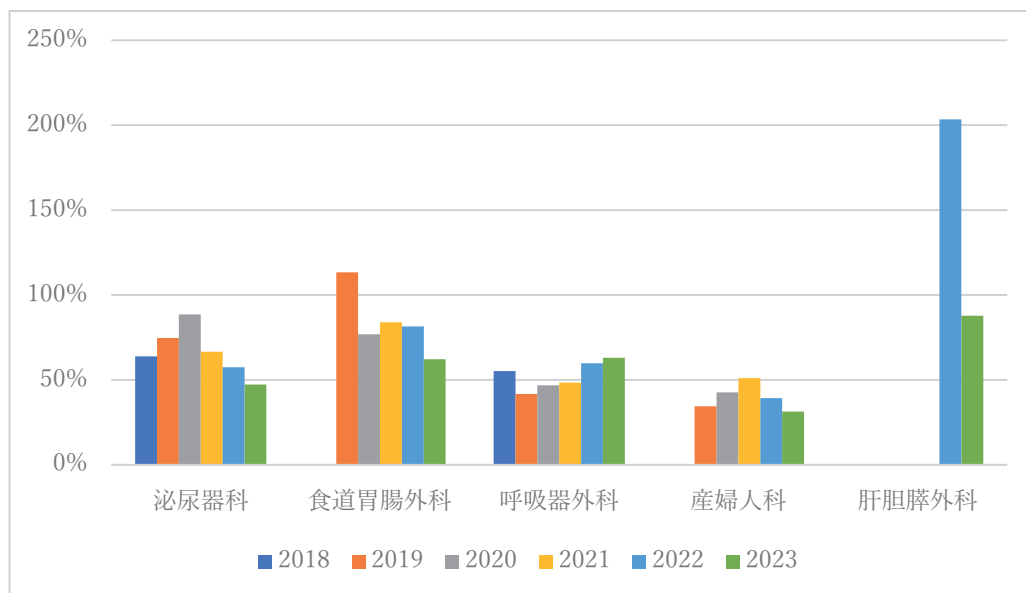


図 8 : 時間利用率

表 9 : 手術時間と予定手術時間の比較

	手術時間(min)				予定手術時間(min)			
	本格稼働時期		2023年度		本格稼働時期		2023年度	
泌尿器科	358	(n=122)	290**	(n=223)	428	(n=122)	377**	(n=223)
食道胃腸外科	621	(n=12)	331**	(n=110)	700	(n=12)	492**	(n=110)
呼吸器外科	192	(n=16)	142**	(n=205)	285	(n=16)	242*	(n=205)
産婦人科	364	(n=24)	354	(n=49)	401	(n=24)	360	(n=49)
肝胆膵外科	568	(n=31)	471**	(n=42)	588	(n=31)	537	(n=42)

\*\* P<0.01 \* P<0.05

### 3-3. 臨床工学技士の業務時間と必要人数の検討

手術室への対応は、シフト制による2名で実施している。ロボット手術の一日平均数は3症例であり、表10より一症例に係る臨床工学士の業務時間110分であった。なお、これにはトラブル対応は30分が追加され、総時間は110分×3症例で330分となる。

また手術ではなく、準備や片付けといった手術後及び手術室以外の業務は約 180 分であった。これは 1 術式に係る事前の準備と術後の見直しのための時間であり、当院で実際に行っている術式は現在 64 あり、総業務時間は 11,520 分となった。2023 年度のロボット手術の平均時間は 268 分であった。このうち臨床工学技士がロボット業務に常駐すると、一日の総業務時間で 804 分となり、一人当たりの労働時間で割ると 1.67 人となった。

現状の手術を安全に行う必要人数として、臨床工学技士が手術室に常駐すると過程するとロボット手術担当者の 2 名の増員が算出された。

表 10-1：臨床工学技士のロボット業務に術中にかかる時間

カテゴリ	業務内容	所用時間(min)
術前	機器立ち上げ・配置	10
	機器配置（OP実施配置への移動）	10
	機器操作（ロールイン）	10
術中	トラブル対応	10～60
	機器移動	10
	硬性鏡の洗浄・点検	25
術後	機器操作（ロールアウト）	5
	片付け（機器本体）	10

表 10-2 臨床工学技士のロボット業務に術中以外でかかる時間

カテゴリ	業務内容	所用時間(min)
術前準備	術前シミュレーション	60～90
	配置図作成	30
術後準備	配置図・マニュアル整備	15
	緊急ロールアウトシミュレーション	60

## 4. 考察

### 4-1. 臨床工学技士の業務の現状把握

神戸大学医学部附属病院におけるロボット手術は、年々増加し、2023年にはロボット手術の件数が内視鏡手術全体の37%に達した。

ロボット手術の有用性は数々報告されており、胃がんでは、柴崎（2023）らがシステマティックレビューでロボット手術は内視鏡手術と比較して出血量が少なく、入院期間が短く、学習曲線が短いと報告されたが死亡率は同等であった。欠点としては、手術時間が長く、コストが高い。再発率、長期予後に関してはほぼ同等で、ロボット手術が優れた可能性を示したと報告している。

また直腸がんでは、松山（2021）らがロボット手術と腹腔鏡による低位前方切除術との比較で院内死亡率、術中出血量、及び入院期間が減少するとの報告がされている。

このようにロボット手術の有効性や安全性が広く認知され、保険適応も拡大され、今後も内視鏡手術からロボット手術への移行の増加は見込まれる。

増加が予測されるロボット手術に深く関わることになるのが、臨床工学技士であり、その業務は、ロボット手術の安全性の確保とされている。

現状のロボット手術における臨床工学技士の業務については、医師、看護師、メーカーともに概ね満足しているとの結果が示された。

ただし臨床工学技士の業務は、術前の機器準備や配置、術中の機器操作とトラブル対応、術後の機器メンテナンスなどがあることは認識されていたが、機器の配置図やエネルギーデバイスの設定、ロールイン方向や注意点を記載したマニュアル作成を実施していることに関しては、あまり認識されていなかった。

これは医師が配置図等のマニュアルが存在することを知らなかったこと、看護師は、独自のマニュアルを作成しているといったことがあり、ロボット手術に関しては、未だ他の職種がどのような業務を実施しているか完全に理解せず、それぞれの職種が、重なる業務を実施していたためであり、大きな問題と言える。機器の配置は、医師、看護師ともに重要で、これによって手術を迅速に開始し、実施していくことができる。このため、ミーティングやカンファレンスを通じて、他職種と共同し、マニュアルを整備していかなければならないと考える。また機器のメンテナンスは、メーカーからの期待は低く、メーカーが自社製品のメンテナンスを自身で管理する方針があるためと考える。



しかし、臨床工学技士には突発的な対応が求められることも多く、メンテナンスについてもメーカーの知見をいれながら、協働する体制を確立しなければならない。

## 4-2. 課題

米国のFDAの報告では14年間の全ロボット手術の0.6%に重篤な有害事象が生じ、その75.9%が機器の異常に起因するものであったとされている<sup>[7]</sup>。このことから臨床工学技士に期待される業務としては、機器のトラブルシューティングや緊急時ロールアウトのペーシェントカートの操作方法教育など、トラブル対応への期待が高かった。また業務の改善点としては、トラブルへの対応能力の改善が指摘された。

中村ら(2023)は、ロボット手術において、臨床工学技士が大変、重要な存在であり、平素より適格な保守点検の実施、関連メーカーとの橋渡しをする役割があると指摘している。瀬島(2020)ら臨床工学技士は点検や機器トラブルを集約させてトラブルによるダウンタイムを減少させる役割があるとしている。

このように術中のトラブルに対する臨床工学技士の重要性は高く、業務の見直しにむけての指標になると考えられる。

また医師からは、ロボット効率的運用を期待されている。ロボット手術のできる手術室は限定され、枠の利用が制限されている。ある診療科ではロボット手術受けるための待機期間が3か月となる診療科もあった。待機患者の解消は病院経営面においても必須事項であり、取り組むべき課題と考える。

## 4-3. 業務「トラブル対応」のための臨床工学技士の人員の増加検討

今回の研究からは、術中の安全性の向上やトラブルへの対応力や迅速さが必要なことが分かった。現状のロボット業務における臨床工学技士のトラブル対応は、PHSによる呼び出し体制としている。呼び出し対応では、部屋に駆けつける時間と到着してからの聞き取り等、余分にトラブル対応への時間が掛かっている現状にある。そこで新たな業務の検討として、第一に、ロボット手術室への常駐化が考えられる。常駐するメリットとしては、トラブル対応が迅速化できること、手術中の機器操作サポートといった面が改善される。しかし、現状の人員では常駐化は困難である。

当院の業務時間の検討から、現状の症例数でロボット手術に必要な人数は1名とされているが、ロボット手術室の常駐には、追加2名が必要とされた。この2名の

追加がなされることで、術中以外の業務への対応として、現状は取り組めていないロボットデバイスの管理、エネルギーデバイスの管理、シミュレーションの企画、トラブルシューティングの整備・実施を円滑化できる。これは期待されているトラブル対応能力の向上による。手術の安全性も高めることとなることから現実的な提案と考える。

#### 4-4. 効率的な運用のためのデータ提供と計画案の提案、研修への参画

各診療科ともに保険適応拡大に伴い、症例数は増加している。特に泌尿器科、食道胃腸外科、呼吸器外科では枠の利用率は高く推移し、時間利用率も100%以内を維持、また保険適応拡大された2018年と2023年度を比較して手術時間、予定手術時間を短縮してきた。

この3診療科は保険適応拡大以前からロボット手術を実施しており、症例数の増加によるノウハウの蓄積や技術の向上、さらにはロボット手術を実施する医師の人数の増加から、さらなる症例数の増加は見込まれる。

診療科を横断して業務に関わる臨床工学技士が、データをもとに、手術枠の見直しや、一日に実施可能な症例の増加に看護師、麻酔科医と連携し、効率的なロボットの運用策を提案できるようになることが求められている。

また、大学病院は経験の浅い若手の医師も多く、ロボット手術のトレーニングは必須といえる。神戸大学医学部附属病院では、この訓練をメーカーが担っているが、院内トレーニングの実施などを計画し、臨床工学技士が関われば、でロボット手術のより質の向上、安全性の確保につながる。

今後、ロボット手術枠の利用率や時間の検討、トラブル対応マニュアルの整備や緊急時のシミュレーションを企画し、研修に積極的に関わることで安全にロボット手術を実施し、効率的に運用していくことができるものとする。

#### 4-5. ロボット手術におけるタスクシフトの可能性

医師のほとんどは、臨床工学技士の関与によって、ロボット手術における医師の負担軽減ができないかと期待していた。

これは2021年5月28日「良質かつ適切な医療を効率的に提供する体制の確保を推進するための医療法等の一部を改正する法律」が公布され、「手術室で行う鏡視下手術において、体内に挿入されている内視鏡用ビデオカメラを保持する行為、術野視野を確保するために内視鏡用ビデオカメラを操作する行為」が令和3年10月

より認められ、内視鏡分野における臨床工学技士の新たな業務となったことから臨床工学技士へのタスクシフトの具体的な事項といえる。

しかし、研究結果からは、一部清潔野での臨床業務を希望する意見もあったが、タスクシフトにより、法律で示されたような臨床工学技士の役割を理解している状況にはなかった。

スコピストを実施することで、手術室への常駐化への足掛かりとなる可能性もあるため、医師以外の専門職が担当できる業務を具体的に明示していく必要があると考える。

具体的には、ロボット手術におけるロボットアームへのインストゥルメントの付け替えや、スコピストとしての役割について、さらに示していくことが求められる。

現在、臨床工学技士の関与による、手術の質向上や医師の負担軽減は期待されているものの、具体的なタスクシフトの提案や人員とは結びついていないことは、大きな課題であろう。将来に向け、期待されている臨床工学技士の専門的な介入が手術の安全性の向上につながるといったデータを示し続けることで、この課題を克服したいと考えている。

## 5. まとめ

神戸大学医学部附属病院のロボット支援下内視鏡手術の増加に伴い、臨床工学技士の役割とその重要性は今後ますます高まることが予測される。

安全かつ効率的な手術を実現するためには、業務の見直し、特に迅速なトラブル対応ができるための増員を図り、これによって臨床工学技士へのタスクシフトを推進し、新たな業務へ参入することで、医師の負担軽減、手術の質の向上、そして手術件数の増加を可能にできると考えた。

またロボット手術はAIを用いたリアルタイムデータの解析や高速通信といった次世代のテクノロジーにより、徐々に標準的治療方法に位置づけられていく。臨床工学技士は、これらの進展に送れることなくチーム医療の一員として、患者に最善で安全な治療を提供できるスキルや知識を進化させていくことが必要であると考え

## 謝辞

本稿を作成するにあたり直接ご指導頂きました兵庫県立大学社会科学部筒井孝子教授、井出健二郎教授、貝瀬徹教授、木下隆志教授に心より感謝を申し上げます。

最後に共に学んだ医療マネジメントコース、介護マネジメントコースの同期の皆様には、多くの支援と刺激を頂きましたことを重ねて御礼申し上げます。

## 参考資料

### 参考資料 1 . 医師・看護師へのアンケート

#### 1. 基本情報

質問 1. あなたの専門分野を教えてください。

- |                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 外科（食胃腸） | <input type="checkbox"/> 婦人科   |
| <input type="checkbox"/> 外科（肝胆膵） | <input type="checkbox"/> 呼吸器外科 |
| <input type="checkbox"/> 泌尿器科    | <input type="checkbox"/> 小児外科  |

質問 2. あなたの役職を教えてください。

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> 教授  | <input type="checkbox"/> 助教             |
| <input type="checkbox"/> 准教授 | <input type="checkbox"/> 医員             |
| <input type="checkbox"/> 講師  | <input type="checkbox"/> その他（具体的に）_____ |

質問 3. あなたの医師としての経験年数を教えてください。

\_\_\_\_\_年

#### 2. ロボット支援下内視鏡手術における臨床工学技士（CE）の役割

質問 4. ロボット支援内視鏡手術における CE 業務内容の現状についてどうおもわれますか。

- |                                  |                                      |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 満足      | <input type="checkbox"/> もう少し努力してほしい |
| <input type="checkbox"/> まあまあ満足  | <input type="checkbox"/> 努力が必要       |
| <input type="checkbox"/> どちらでもない |                                      |

質問 5. 現在、院内のロボット手術において臨床工学技士はどのような役割を担っていますか（複数選択可）。

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> 機器の設置・準備    | <input type="checkbox"/> 手術中のトラブル対応     |
| <input type="checkbox"/> マニュアルの作成    | <input type="checkbox"/> シミュレーションへの参加   |
| <input type="checkbox"/> 機器の操作       | <input type="checkbox"/> 装置の点検・保守管理     |
| <input type="checkbox"/> トラブルシューティング | <input type="checkbox"/> その他（具体的に）_____ |
| <input type="checkbox"/> 画像管理        |   |

質問 6. ロボット支援下内視鏡手術の際に、CE にどのような役割を期待していますか？（複数選択可）

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 機器の準備と点検           | <input type="checkbox"/> 機器のトラブルシューティング                 |
| <input type="checkbox"/> 画像の管理              | <input type="checkbox"/> 機器メンテナンス                       |
| <input type="checkbox"/> 術野での清潔介助           | <input type="checkbox"/> より専門的な技術サポートへのシフト              |
| <input type="checkbox"/> 術中の立ち合い            | <input type="checkbox"/> ロボットの効率的な運用の提案                 |
| <input type="checkbox"/> エネルギーデバイスの管理・サポート  | <input type="checkbox"/> 教育やトレーニングの充実                   |
| <input type="checkbox"/> ロボット操作のトレーニング中サポート | <input type="checkbox"/> 緊急時ロールアウトのベシエントカートの操作<br>方法の教育 |
| <input type="checkbox"/> シミュレーションの企画・参加     | <input type="checkbox"/> その他（具体的に）_____                 |
| <input type="checkbox"/> 手術中の機器操作サポート       |   |
| <input type="checkbox"/> ロボットデバイスの管理        |   |

質問 7. 現在の CE の業務において、特に改善が必要だと思う点は何ですか？（複数選択可）

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> 機器操作の精度    | <input type="checkbox"/> チームとのコミュニケーション |
| <input type="checkbox"/> トラブル対応の迅速さ | <input type="checkbox"/> その他（具体的に）_____ |
| <input type="checkbox"/> 手術前後の機器管理  |   |

### 3. 技術的スキルとコミュニケーション

質問 8. CE に求める技術的なスキルは何ですか？（複数選択可）

- ロボット手術機器の操作スキル
- 新しい技術や機器への適応力
- 機器のトラブルシューティング能力
- その他（具体的に）\_\_\_\_\_
- 手術室内での迅速な対応力

質問 9. CE に求めるコミュニケーションスキルについて教えてください。（複数選択可）

- 医師との円滑なコミュニケーション
- 他の医療スタッフとの協力
- その他（具体的に）\_\_\_\_\_

### 4. タスクシフトについて

質問 10. CE がロボット手術に関与することで、医師の負担が軽減されると考えるか？

- 非常にそう思う
- あまりそう思わない
- そう思う
- まったくそう思わない
- どちらとも言えない

質問 11. ロボット手術において CE が関与するタスクシフトについて期待することは？

- 時間的余裕ができる
- 機器のトラブル発生率の低減
- 人員削減につながる
- 特に期待しない
- 患者の安全性向上

### 5. 自由記述

質問 12. ロボット手術におけるタスクシフトについて、どのようなご意見をお持ちですか？

---

### 6. データ収集

質問 13. 患者の予後について、経時的なデータを調べ、把握していますか

- はい
- いいえ

※看護師へのアンケートはタスクシフトの項目を削除した。

## 参考資料2. メーカーへのアンケート項目

### 1. 基本情報

質問1. あなたの役職を教えてください。

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> 営業担当     | <input type="checkbox"/> トレーニング担当       |
| <input type="checkbox"/> 技術サポート担当 | <input type="checkbox"/> その他（具体的に）_____ |

質問2. 担当しているロボット支援下内視鏡手術機器の種類を教えてください

- |                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ダヴィンチ | <input type="checkbox"/> Historei |
|--------------------------------|-----------------------------------|

質問3. 現在の会社に勤務されて何年ですか？

\_\_\_\_\_年

### 2. ロボット支援下内視鏡手術における臨床工学技士（CE）の役割

質問4. ロボット支援内視鏡手術におけるCE業務内容の現状についてどうおもわれますか。

- |                                  |                                      |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 満足      | <input type="checkbox"/> もう少し努力してほしい |
| <input type="checkbox"/> まあまあ満足  | <input type="checkbox"/> 努力が必要       |
| <input type="checkbox"/> どちらでもない |                                      |

質問5. CEが機器を操作する際に、特に重要だと思うスキルや知識は何ですか？（複数選択可）

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> 機器の基本操作     | <input type="checkbox"/> ソフトウェアのアップデート  |
| <input type="checkbox"/> トラブルシューティング | <input type="checkbox"/> その他（具体的に）_____ |
| <input type="checkbox"/> 保守点検        |   |

質問6. ロボット支援下内視鏡手術の際に、CEにどのような役割を期待していますか？（複数選択可）

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 機器の準備と点検           | <input type="checkbox"/> ロボットデバイスの管理                 |
| <input type="checkbox"/> 画像の管理              | <input type="checkbox"/> 機器のトラブルシューティング              |
| <input type="checkbox"/> 術野での清潔介助           | <input type="checkbox"/> 機器メンテナンス                    |
| <input type="checkbox"/> 術中の立ち合い            | <input type="checkbox"/> より専門的な技術サポートへのシフト           |
| <input type="checkbox"/> エネルギーデバイスの管理・サポート  | <input type="checkbox"/> ロボットの効率的な運用の提案              |
| <input type="checkbox"/> ロボット操作のトレーニング中サポート | <input type="checkbox"/> 教育やトレーニングの充実                |
| <input type="checkbox"/> シミュレーションの企画・参加     | <input type="checkbox"/> 緊急時ロールアウトのペーシェントカートの操作方法の教育 |
| <input type="checkbox"/> 手術中の機器操作サポート       | <input type="checkbox"/> その他（具体的に）_____              |

質問7. CEとの協力において、どのような点が特に重要だと感じますか？（複数選択可）

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 機器のトレーニング     | <input type="checkbox"/> 定期的なメンテナンス     |
| <input type="checkbox"/> ロボットデバイスの情報共有 | <input type="checkbox"/> 新機能や技術の情報共有    |
| <input type="checkbox"/> トラブル時の迅速な対応   | <input type="checkbox"/> その他（具体的に）_____ |

### 3. 技術的スキルとトレーニング

質問8. CEに提供しているトレーニング内容について教えてください。（複数選択可）

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> 基本操作トレーニング        | <input type="checkbox"/> 新機能や技術のアップデートトレーニング |
| <input type="checkbox"/> トラブルシューティングトレーニング | <input type="checkbox"/> その他（具体的に）_____      |
| <input type="checkbox"/> 定期メンテナンストレーニング    |  |

質問9. CEが技術的なスキルを向上させるために、追加でどのようなトレーニングやサポートが必要だと考えますか？

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 現場での実践的なトレーニング   | <input type="checkbox"/> メーカーによる定期的なフォローアップ |
| <input type="checkbox"/> オンラインでのトレーニングコース | <input type="checkbox"/> その他（具体的に）_____     |

### 4. 自由記述

質問10. ロボット支援下内視鏡手術におけるCEの役割について、その他のご意見やご要望があればお聞かせください

## 参考文献（引用文献を含む）

- [1] Alemzadeh H. Adverse events in robotic surgery: A retrospective study of 14 years of FDA data. PLoS One. 2016;11: e0151470  
doi:10.1371/journal.pone.0151470. eCollection 2016
- [2] Susumu Shibasaki. Robotic gastrectomy for gastric cancer: systematic review and future directions Gastric Cancer 2023 May;26(3):325-338
- [3] T Matsuyama(2021) Outcomes of robot-assisted versus conventional laparoscopic low anterior resection in patients with rectal cancer: propensity-matched analysis of the National Clinical Database in Japan BJS オープン. 2021年10月; 5(5): zrab083
- [4]加藤信彦. 手術支援ロボットと臨床工学技士 医工学会 Vol133 No1 2021
- [5] 瀬島啓史. 臨床工学技士からみた手術の導入と安全な運用 JOHNS Vo136 NO.12 2020
- [6] 中村謙一. 消化器外科領域での手術ロボット da Vinci の有用性 日本ロボット学会誌 Vol. 39 No. 3 pp232-234, 2021
- [7] 中村廣繁. ロボット支援下肺がん手術の現状と将来の展望 JapaneseJournalofLungCancer—Vol163, No7, Dec20, 2023

## 引用ホームページ

- [1]日本ロボット外科学会ホームページ  
<https://j-robo.or.jp/robot/da-vinci/jisseki/>（2024年8月11日アクセス）
- [2]厚生労働省 医師の働き方改革  
<https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/000872077.pdf>（2024年8月18日アクセス）
- [3]公益財団法人 日本臨床工学技士ホームページ  
<https://ja-ces.or.jp/kokuji-kenshu/message/>（2024年8月18日アクセス）