

# ロボット手術 2nd Phase

徹底分析  
シリーズ

## 求められる 臨床工学技士の関与

安全に安定した運用の土台となる

岩崎 一崇

ロボット支援下手術 robot-assisted surgery (RAS) は、外科治療の高度化と低侵襲化の進展に伴い注目を集めている。日本でも 2018 年の保険適用拡大を契機に広く普及し、手術件数は増加傾向にある。一方、臨床工学技士 clinical engineer (CE) は、生命維持管理装置の操作や保守点検を通じて医療の質と安全を支える専門職であり、外科治療の高度化と低侵襲化が進む現代医療において、その役割はますます重要となっている。特に RAS では CE の常勤配置が施設基準に組み込まれたことから、CE は機器管理のみならず、手術の安全性確保においても多岐にわたる重要な役割を担うようになってきている。

RAS において CE に求められる役割は多岐にわたり、その重要性は年々高まっている。RAS の保険適用拡大に伴い、CE の常勤配置が施設基準の要件とされたこともあり、チーム医療に不可欠な存在となってきている。

**導入前の準備**  
神戸大学医学部附属病院（以下、当院）では da Vinci と hinotori™ を導入している。導入時は、それぞれについて、周辺機器（麻酔器、電気メス、気腹装置、モニターなど）の配置、接続確認および電源レイアウト（どこのコンセントにどの機器を接続するか）を、図 1 に示すフローに沿って確認した。特

3。電源レイアウトについては、各手術室の電気容量の把握、部屋の耐荷重性、施設によってはロボットの保管庫との位置関係などを考慮して行う。電源容量の増設やコンセント形状の変更が必要となる場合もあり、施設課との調整が必要となる場合もある。また、オンラインで手術中のエラーログをリアルタイムで把握できるシステム（da Vinci では on-site, hinotori では MINS）を使用するために、外部との接続に院内の情報（ネットワーク）担当部署との調整も必要となる。このように、導入の段階から CE が総合的に関与することで安定した RAS の運用につながる。

図 1 新規症例開始時のフローチャート

図中 ネーム  
・基本 11a M 中 G BBB  
(10a 以下は、ログシド M)  
・太くするネーム  
11a 右太 G B101  
(10a 以下は、ログシド B)  
(以下同)

図版は、0.12 ミリケイ  
色ベタで囲む  
(以下同)

44 ミリケイ  
142 ミリケイ  
(以内)

10a 以下は、明細書  
IWASAKI, Kazutaka  
神戸大学医学部附属病院  
医療技術部  
臨床工学部門 臨床工学技士  
0.5 ミリケイ・色ベタ・矢印 14.1

徹底分析シリーズ ロボット手術 2nd Phase  
色ベタ+スミ20% (以下同)

図 2 da Vinci X 左肺切除（ロールイン後）

(以内)  
120 ミリケイ  
179 ミリケイ

図 3 hinotori ロールイン後

(以内)  
108 ミリケイ  
179 ミリケイ



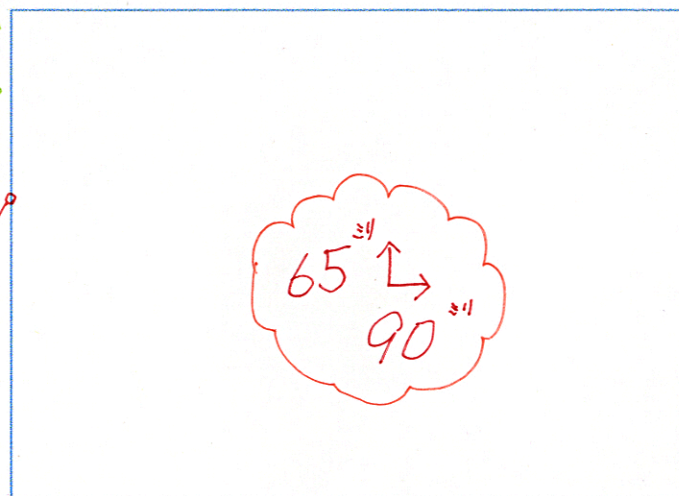
徹底分析  
シリーズ

ロボット手術 2nd Phase

▼表1 各ロボットの特性

	da Vinci X	da Vinci Xi	hinotori
価格 (定価)	1 億 7 千万円	2 億 7 千万円	2 億 1 千万円
装置重量 (kg)	1068	1349	1032
定格電流	1 KVA	1.2 KVA	1.5 KVA
保守プラン	プレミアムケアプラン、コンプリートケアプラン (約 1500 万円 / 年 / 台)		約 1500 万円 / 年
ロールインのサポート機能	直線のレーザー	十字のレーザー	カメラ
ロールインのターゲット	対象臓器		ポート
移動時のサポート機能	自走と手動の切り替え可能	自走のみ	自走のみ
30° UP/Down の切り替え方法	ベシエントカート or ビジョンカートでの切り替え		ベシエントカート and ビジョンカート での切り替え
ドッキングの違い	トロカーを保持		ソフトウェア制御によるピボット制御
助手ポートのデバイスの出し入れのしやすさ	○		◎
電気メス	VIO dV, Force Triad		オートコン III 400
ハイパーラインストゥルメントの定格電流	500 V		550 V
ロボットで使用可能なエネルギーデバイス	あり		なし
遠隔操作への取り組み	○		◎

▼図4 当院の総手術件数と  
RAS の割合の推移



通常の術前・術後の業務

通常診療では、前日のうちに手術に合わせた機器の配置を行い、当日はロボットシステムや周辺機器の動作確認に徹することで、ロボットの異常を未然に発見し、早期に対応する。こうすることで手術の遅延や中止を防ぐ。

終業時には再度機器の異常がないかを確認してから、片付ける。手術室内

では多くのケーブルが床をはっているため、必要に応じてケーブルカバーの使用やコンセントからの抜け防止、転倒防止と断線防止対策を行っている。

ロボット専用のスコープや鉗子類(インストゥルメント)の使用回数制限や在庫管理、洗浄・滅菌については、看護師や医療材料担当の部署と連携している。

術中の業務

ロールイン・ロールアウト時のベシエントカートの操作を実施し、患者へのドッキングおよびアン・ドッキングを行っている。da Vinci Xi では選択する臓器によってブームの回転方向の設定、hinotori でもアームベースの回転方向などの設定が必要となるため、各機器の特徴を理解することが必要である(表1)。術中の周辺機器操作サポート(エコー装置、内視鏡装置、画像ソフトなど)や気腹装置の操作、エネルギーデバイスの設定変更なども行い、術中に設定変更があった場合はすぐにマニュアルに反映させてチームで共有できるようにしている。

トラブル発生時の対応は CE にとって重要なスキルである。エラーコードの確認やシステムの再起動など、緊急時の対応手順を熟知することで、術中のタイムロスを極力減らし、手術へのスムーズな復帰ができる。

当院における  
臨床工学技士の業務実態

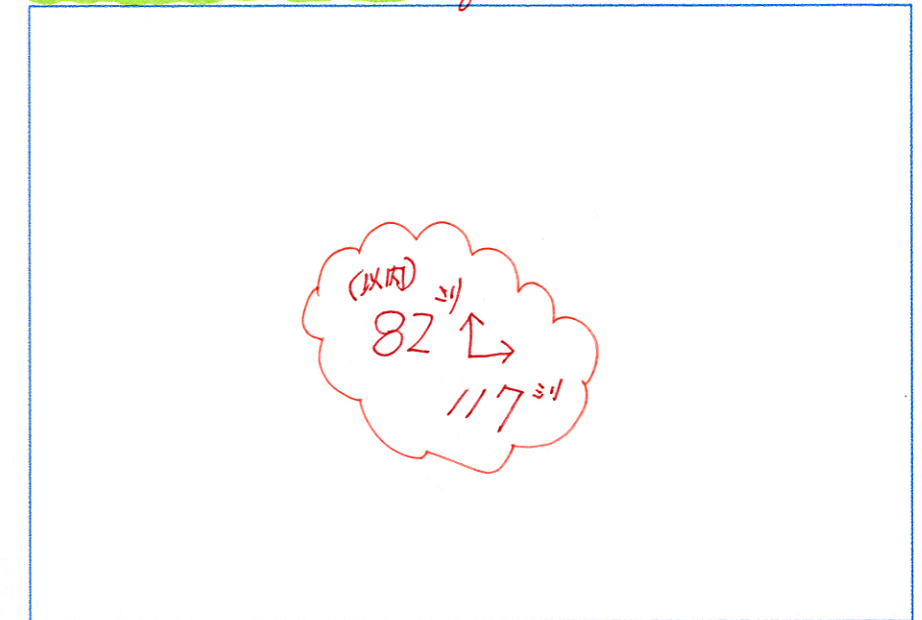
当院に手術室は 17 室あり、そのうち 3 室で RAS を行っている。年間の総手術件数は約 9000 件で推移し、2023 年には RAS が内視鏡手術全体の 37% を占めるまで増加している(図4)。手術室を担当する CE は、RAS のサポートのほかに、内視鏡手術のサポート、レーザー治療、自己血回収装置の操作、各種医療機器のトラブル対応、体外式膜型人工肺(ECMO)などの補助循環管理、手術台、无影灯、麻酔器などの医療機器管理、また人工心肺業務、ハイブリッド室での業務も兼任している。筆者が行った当院における「CE のロボット業務に対する満足度調査」では、医師の 92%、看護師の 83% が「おおむね満足している」。一方で、トラブル対応の迅速さは、医師の 44%、看護師の 45% から、改善が必要な点として指摘されている。

ロボットトラブルの  
実態と対策

米国の食品医薬品局(FDA)の報告<sup>2)</sup>では、14 年間の全 RAS 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。インストゥルメントの動作不良や、ロボット専用手術台との連動忘れ、ロボットシステムの設定変更による出力映像のトラブルやエネルギーデバイスのトラブルなど、日常の臨床においてロボットの機器に関するトラブル対応は多い。

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ベシエントカー

▼図5 da Vinci 緊急ロールアウト手順



CE によるタスク・シフトと  
スコープオペレータ業務

2021 (令和 3) 年 9 月 30 日付で医政局長通知「現行制度の下で実施可能な範囲におけるタスク・シフト/シェアの推進について」が発出され、CE は厚生労働大臣指定の研修(告示研修)を受講することで生命維持管理装置に関連する行為として輸液ポンプ・シリンジポンプなどへの静脈路の確保や、接続・抜針・投薬操作、スコープオペレータが実施可能となった。総務省の推計によれば、労働力人口は今後減少傾向となり、医師のみに業務を集中させる従来型の医療提供体制は持続可能性が低い。CE を含むコメディカルの業務拡大は、医師の労働負担軽減にと

どまらず、将来的な医療従事者不足への対応策としても重要であると考えられる。日本内視鏡外科学会のアンケート調査<sup>3)</sup>では、1122 施設中 501 施設(44.7%)で CE が清潔補助業務を担っている。また、スコープオペレータ業務については、235 施設(20.9%)で実施されていることが明らかとなっている。さらに RAS においても、614 施設中 88 施設(14.3%)で CE が清潔介助を行っており、今後は RAS における清潔介助業務の拡大も見込まれる。

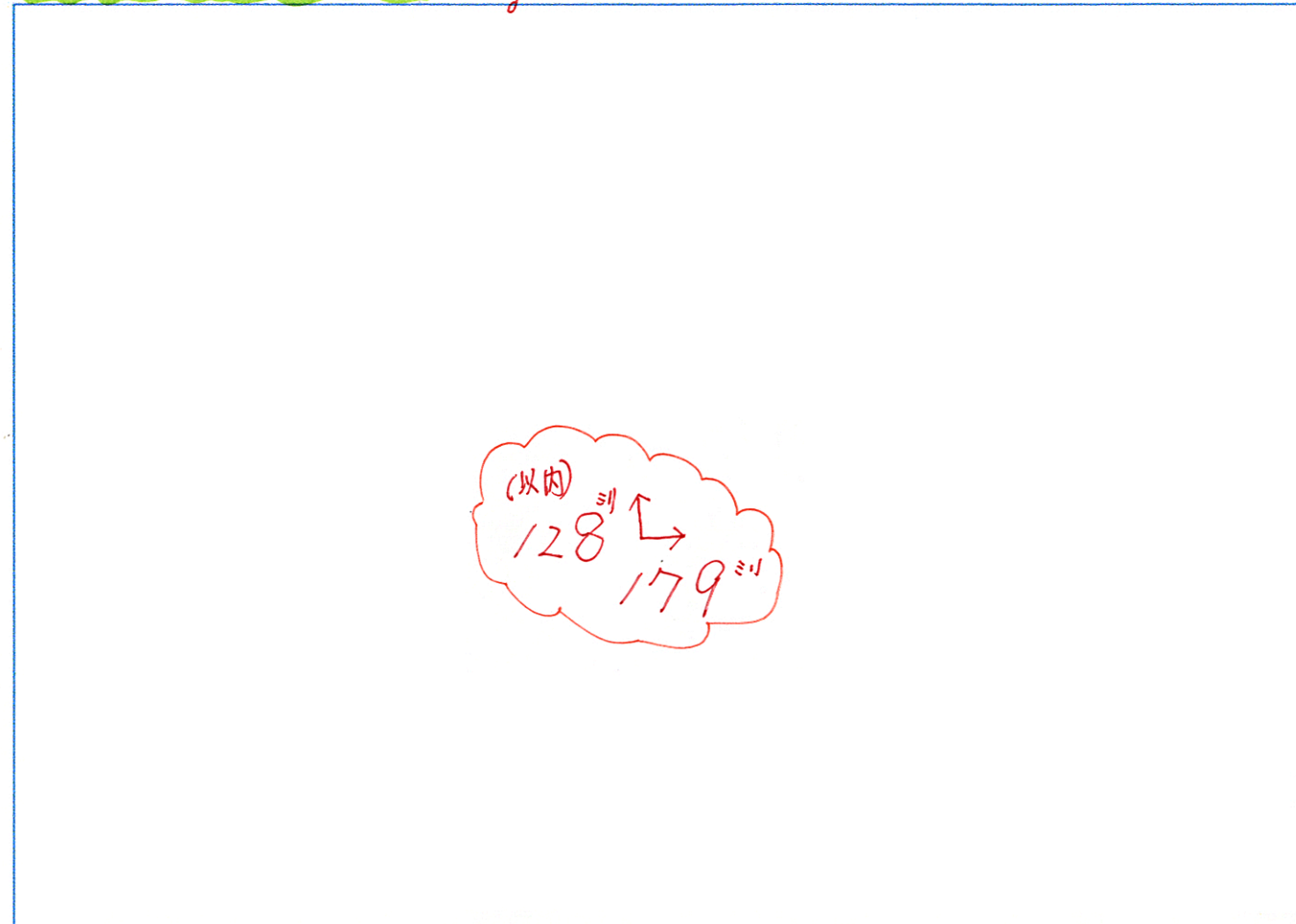
CE の現状と  
役割の変化

CE は生命維持管理装置の操作および保守点検を行う専門職として誕生し、養成校も医療機関に従事する人員も一貫して増加してきた。医療専門職の実態把握に関する研究<sup>5)</sup>では、医療機関における CE の従事者数は 1996 年の 6544 人から 2020 年の 30409 人へと増加しているが、2020 年時点で増加率が 8.4% まで鈍化しており、医療機関における需要は充足されつつある。し



徹底分析シリーズ ◆ ロボット手術 2nd Phase

▼図6 da Vinciトラブル対応フローチャート



かし、その配置には大きな偏りがあり、2022年の病床機能報告<sup>●</sup>によれば、大学病院本院群(98.8%)やDPC特定病院群(93.4%)など、高度医療を担う急性期病院での配置率は極めて高い一方で、一般病床および療養病床を有する病院全体での配置率は44.0%に留まり、調査対象のメディカルスタッフ(看護師、薬剤師、リハビリ職など)の中で最も低い数値であった<sup>5)</sup>。これはCEの需要が「生命維持管理装置が多く、高度な医療提供の必要性が高い病院」に集中している実態を示している。2021年の法改正によるタスク・シフト/シェアの推進により、従来の

機器管理業務に加え、特に手術室や集中治療室における業務が拡大している。この需要の拡大は求人数や業務実態調査<sup>●</sup>にも表れており、日本臨床工学技士会に掲載されている医療機関からの求人件数は、法改正前後で2019-2020年度と2022-2023年度を比較すると掲載総数が1.47倍に増加し、タスク・シフトに直結する「不整脈治療」が1.71倍、「内視鏡室」が1.54倍、「手術室」が1.45倍と、タスク・シフト/シェアに関連した分野の求人が増加している<sup>5)</sup>。また日本臨床工学技士会の実施している業務実態調査<sup>6)</sup>によるとタスク・シフト/シェアとして

始まった手術室業務の実施率としては、スコープオペレータ業務では2021年の12.8%から2024年には32.4%に、麻酔補助業務では2021年の6.3%から2024年には12.4%に、清潔補助(器械出し)業務では2021年の19.3%から2024年には22.9%と増加している。一方で、CEの主要業務である慢性血液透析患者数は2022年に減少に転じており、今後はこの血液浄化業務から、需要の拡大が見込める手術室や集中治療室、血管造影室での業務を行っている高度医療を行う急性期病院などへの円滑な人材のシフトも重要な課題になるのではないかと考える。

RASにおけるCEの展望

RASを実施するにあたりCEの常勤配置が施設要件とされているが、必要人数の規定はない。筆者<sup>リ</sup>は当院の現状として、RASに必要な人数を1人とし、手術室の多岐にわたる業務を行いつつRASの常駐化を進めるには、追加で2人のCEが必要と報告した。RASだけでなく手術室全体を安全に効率よく運用していくにはCEの常駐化は欠かせない。また今後、従来の機器管理に留まらず、新しい役割へのシフトが求められる。特に、遠隔手術や

テレロボティクスの進展により、現地・遠隔双方での保守、通信、フェイルセーフの確保が重要となってくる<sup>4)</sup>。さらには、ロボット機器の稼働率やトラブルデータを、AIを駆使し解析することで、品質向上や経営改善、安全管理に活かすこともCEの専門性を発揮できる領域であると考えられる。

文献 13a 見出し MB 31

1. 岩崎一崇. 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. 商大ビジネスレビュー 2024; 14: 63-86. 11a
2. Alemzadeh H, Raman J, Leveson N, et al. Adverse events in robotic surgery : a retrospective study of 14 years

- of FDA data. PLoS One 2016; 11 : e0151470.
3. 日本内視鏡外科学会. 「臨床工学技士のスコープオペレーター業務を含む手術室内業務に関するアンケート」にご回答いただいた皆様へ. 2024年9月20日. (https://www.jses.or.jp/modules/notice/index.php?content\_id=121) (2025年9月15日閲覧)
4. 日本外科学会. 遠隔手術ガイドラインについて. 2025年7月22日. (https://jp.jssoc.or.jp/modules/info/index.php?content\_id=227) (2025年9月15日閲覧)
5. 小野孝二, 今村智明, 岡本佐和子ほか. 令和5年厚生労働行政推進事業費補助金. 医療専門職の実態把握に関する研究. 総括報告書 (令和3~5年度, 地域医療基盤開発推進研究事業)
6. 日本臨床工学技士会. 臨床工学技士の業務実態報告. (https://ja-ces.or.jp/for-ce-medical-staff/survey-report/survey-report-01/) (2025年10月25日閲覧)

11 1/2 A.D.