

医療用ロボットシステムの開発

Development of Medical Robot Systems



- 平塚 充 一① Mitsuchi Hiratsuka
- 中西 徹 弥② Tetsuya Nakanishi
- 伊藤 哲 嗣③ Tetsushi Ito
- 須賀 和 則④ Kazunori Suga
- 石原 一 樹⑤ Kazuki Ishihara
- 北野 真 也⑥ Shinya Kitano
- 東 條 剛 史⑦ Tsuyoshi Tojo
- 土井 航⑧ Wataru Doi
- 保田 達 郎⑨ Tatsuro Yasuda

“医療用ロボットを通して「みんな」が安心して暮らせる高齢化社会をサポートする”を企業ミッションとして株式会社メディカロイドが設立された。

ロボット技術で培ってきた機構、制御技術を活用して、血管内治療と外科的手術を同時に行うことができるハイブリッド手術室用のロボット手術台を開発した。また、腹腔鏡手術を支援するロボットの製品化を進めている。

Medicaroid Corporation was founded with the corporate vision of "By creating our medical robots, we support an aging society in which everyone can live in peace."

Making use of the machine control technologies that have been built up in the field of robotics, Medicaroid Corporation has developed a robotic operating table for hybrid operation rooms, which enables the simultaneous provision of endovascular treatment and surgery. It is also working for commercialization of robots that assist laparoscopic surgery.

まえがき

近年、高齢化社会の進展に伴って、医療現場のニーズがより高度化・多様化する中、ロボット技術の活用への期待が大きく膨らんでいる。

1 背景

2013年、株式会社メディカロイドは、産業用ロボットのリーディングカンパニーである川崎重工業株式会社と、検査・診断の技術を保有し医療分野に幅広いネットワークを持つシスメックス株式会社との共同出資により設立された。

2 メディカロイドの活動

設立以降、検査・診断・治療の領域において、医療従事者の方々から具体的な要望をくみ取ることに注力してマーケティング活動を展開してきた。2015年度以降は、それらの領域においてくみ取った要望を基に、新たなロボットシステムを具現化する製品開発を進めている。

メディカロイドが目指すロボットは、図1に示すように“人の代わりとなる”のではなく、“人に仕え、人を支える”ロボットである。ロボットを通して、患者や医療従事者そして家族の方々の「みんな」が安心して暮らせる、豊かな

高齢化社会のサポートを目指しており、これを企業理念に掲げている。

事業化を進めるにあたり、オープンプラットフォーム体制を敷いている。また、2016年から米国シリコンバレーに現地法人Medicaroid, Inc.を設立して日米で連携しながら、行政・アカデミア・医療機関・民間企業などとの協力のもと、最新の研究成果やさまざまな技術を活用してスピーディーな製品展開を目指している。

メディカロイドが取り組んでいる事業化ターゲットは大きく2つあり、そのタイムラインを図2に示す。1つは、産業用ロボットをベースに医療・医薬への応用を目指すアプライドロボット事業であり、ロボット技術を応用して



図1 メディカロイド企業理念
Fig.1 Corporate mission of Medicaroid

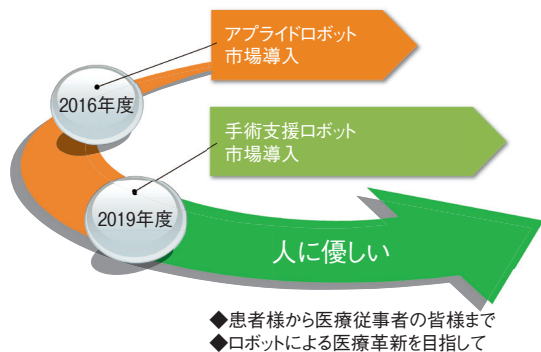


図2 製品化タイムライン
Fig.2 Product timeline

2016年度に製品化した手術台がこれに当たる。もう1つは、ロボットが医師をサポートする手術支援ロボット事業であり、2019年度に最初の上市を目指している。

3 アプライドロボット

アプライドロボットとして、ハイブリッド手術室向けのロボット手術台の開発に取り組んだ。

ハイブリッド手術室には、図3に示すように血管造影ができるX線透視撮影装置と特殊な手術用ベッドが設置されている。これにより、これまで血管造影室で行っていた血管内治療と手術室で行っていた外科的手術とを同時に行うことができる。

X線透視画像情報を活用することで、飛躍的に高度で精密な手術が可能となる。また、手術時間の短縮や出血量の減少さらには入院期間の短縮など、患者の身体への負担が少ない治療が行える。また、血管内治療だけで対応困難な場合にはそのまま外科的処置を追加施行することで、より安全かつ確実な治療を行うことが可能となる。

ハイブリッド手術室は、心臓血管外科や循環器内科、脊椎外科、脳神経外科、整形外科、呼吸器外科などの多領域での活用が期待されており、従来の治療体制に比べてより

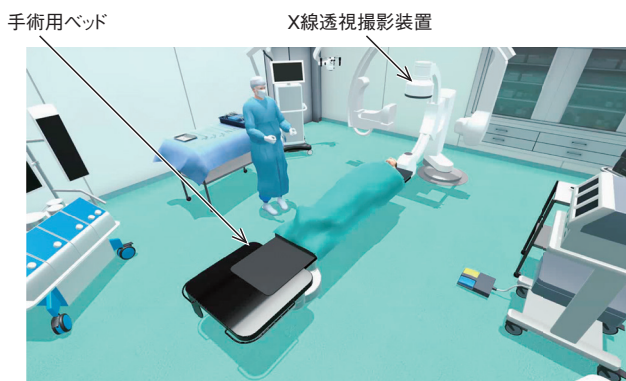


図3 ハイブリッド手術室のイメージ
Fig.3 Image of hybrid operating room

効率が良い、安全な高度医療を提供することができる。実際にハイブリッド手術室においては、手術成績の向上が認められている。

このようなハイブリッド手術室のメリットを生かすために、ロボット技術で培った機構・制御技術を活用したロボット手術台を検討した。

外科領域において製品開発を行うことは当社にとって初めての試みであり、具体的なユーザーズを正確にくみ上げ、そのニーズに的確に応える製品開発を行う必要があった。そこで、「人間中心設計」の手法を用いてユーザーズの仮説化を行った上で、そこから構想された製品の実物大のモックアップを製作した。そのモックアップを用いて、実際の操作者である看護師や麻酔科医そして脳神経外科医の方々の前で、普段手術で行っている想定動作を行い、製品のコンセプトや想定される課題および解決策についてヒアリングを行った。そして、そこから生まれるさらなるニーズを次の一連の評価作業に反映させることを複数回繰り返してブラッシュアップを図った。

以上の取り組みから得られた具体的なユーザーズを設計のインプットとして、図4に示すロボット手術台「Vercia SOT-100」を開発した。また、コントローラーについても、ユーザーの声に耳を傾けて、その操作方法にもこだわり、図5に示す2種類の専用製品を開発した。

このようにして開発したロボット手術台は、脳神経外科で使用される汎用の診療・処置台に対してロボット技術を適用することで、患者および医療従事者に負担をかけずに、



図4 ロボット手術台「Vercia SOT-100」
Fig.4 Robotic operating table



図5 コントローラー
Fig.5 Controllers

患者を自由に移動させることを可能にするとともに、手術室内の省スペース化を実現している。また、X線透視撮影装置などの大型装置を移動させるのではなく、手術台を移動させることで、設備導入コストを低減することもできる。さらにネットワーク経由による遠隔地からのメンテナンスなども考慮しており、迅速なサポートが可能である。

開発した手術台は2017年3月に薬事申請を完了している。ロボット手術台の開発により、ハイブリッド手術室の普及もさらに進み、より多くの患者に対して低侵襲治療を実現して、QOL (Quality of Life) の向上が加速すると考えている。

4 手術支援ロボット

1990年代に米国で開発されたロボット支援による手術は、さまざまな臨床研究や試験で安全性および有効性が実証され、急速に適用範囲を広げている。グローバルの手術支援ロボット市場は、図6に示すように年平均成長率は30%で拡大すると予想され、2019年には20 Billionドルに到達すると予想されている。

(1) 腹腔鏡手術支援ロボットシステム

腹腔鏡手術は、患者への負担が少ない低侵襲な手術法であり、その手術創が従来の開腹・開胸手術に比べて小さく、術後の入院期間を短縮することができるとして、広く普及している。しかし、開腹手術と異なり患者の身体にあけた小さな穴にカメラや術具を通して手術を行うため、視野が狭い上に直感的でないため術具の操作が難しく、技術の習得に時間がかかるという欠点がある。

このような中で、米国においては、2,500台程度の腹腔鏡手術支援ロボットシステムが稼働している。日本においても、2009年に医療機器としての認可を受けて前立腺がんをはじめとした疾患の手術治療への適用が始まっており、今後も適用症例の拡大などさらなる普及が期待できる。

メディカロイドが開発している腹腔鏡手術支援ロボットシステムのイメージを図7に示す。鉗子の操作は人の手では難しかったが、ロボットを通じて行うことで、簡単に操作できるようになる。手術支援ロボットはもともと成長が期待されており、図8に示す設計コンセプトの下、新たな付加価値を有する医療ロボットを開発して主力製品として発展させる予定である。既存の腹腔鏡手術支援ロボットシステムに対して、設備コストやランニングコストなどの経済性を改善するとともに、セットアップ時間の短縮およびコンパクト化を目指す。また、これまでに培ったロボット技術をベースに、高い安全性と信頼性を実現して医療リスクの低減を図ることで、ロボットを活用した医療革新を目指す。

このシステムの開発においても「人間中心設計」の手法を用いて、多自由度の鉗子を含む手術ロボットや操作コンソールなどの機能試作を複数回実施した上で、国内外の医師に評価いただき、そのフィードバックを基にさらなるブラッシュアップを図って製品化を進めている。

(2) 軟性内視鏡手術支援ロボットシステム

より先を見越した難易度の高いシステムとして、軟性内視鏡手術支援ロボットシステムの開発を進めている。

高い安全性とさらなる低侵襲化および高難度治療の実現



図7 腹腔鏡手術支援ロボットシステムのイメージ
Fig. 7 Image of robotic assisted laparoscopic surgical system

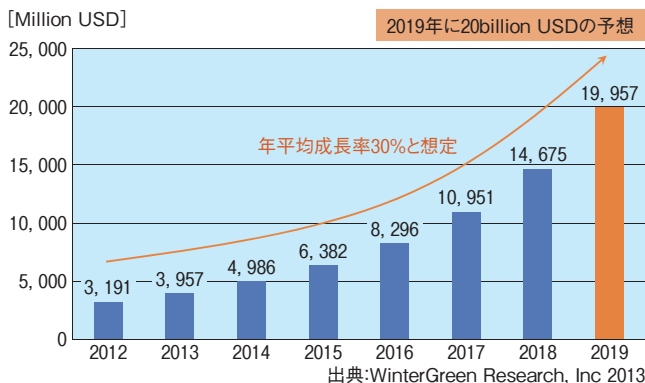


図6 手術支援ロボット市場予測
Fig. 6 Market forecast for robotic assisted surgery

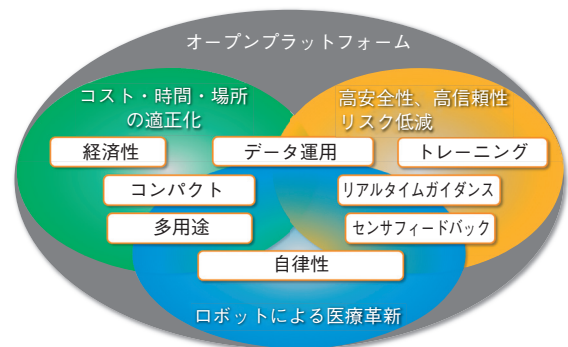


図8 腹腔鏡手術支援ロボットシステムの設計コンセプト
Fig. 8 Design concept

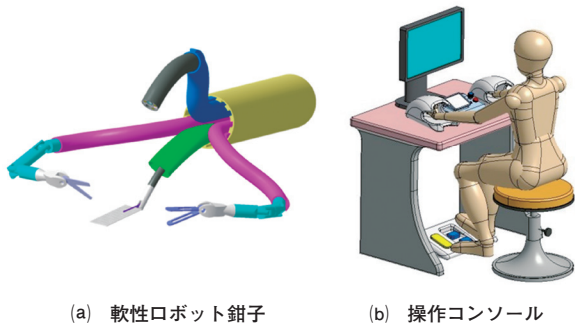


図9 軟性内視鏡手術支援ロボットシステムのイメージ
Fig.9 Image of robotic assisted flexible endoscopic surgical system

を目指して、国立研究開発法人日本医療研究開発機構から研究委託を受けている「未来医療を実現する先端医療機器・システムの研究開発」事業に、川崎重工業株式会社と共に参画している。

腹腔鏡手術支援ロボットシステムの登場により手術の低侵襲化・高精度化が進んだが、膵臓がんなどでは腹腔鏡内視鏡での手術が難しい部分が多く、依然として開腹手術が主流である。また、これまで消化器内視鏡の延長線上で開発された軟性内視鏡手術支援システムは、鉗子の操作に極めて高度な技量を要するため普及していない。

そこで、日本が得意とする軟性内視鏡とロボティクスを融合することで、医師が手術野を俯瞰しながら直観的に操作可能な新しい軟性内視鏡手術支援システムを開発している。軟性内視鏡手術支援ロボットシステムのイメージを図9に示す。軟性ロボット鉗子は広い動作範囲と高い把持力で多様な手術方法に対応でき、操作コンソールは軟性ロボッ

ト鉗子の直観的な操作を可能とするものであり、現在これらの開発を進めている。

あ と が き

株式会社メディカロイドでは、医療・医薬用ロボットシステムの開発に取り組んでいる。今後も、綿密なマーケティング活動の成果を基に、開発、製造、販売へと展開していく、そして世界の医療・医薬産業の発展に貢献できるロボットシステムを製品化するとともに、それらの製品を通して「みんな」が安心して暮せる高齢化社会をサポートしていく。



平塚 充一



中西 徹弥



伊藤 哲嗣



須賀 和則



石原 一樹



北野 真也



東條 剛史



玉井 航



保田 達郎