



配布先: 文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

2026 年 2 月 9 日

報道機関 各位

MRI 検査中でも使える、金属を使わない医療用ロボット開発 名古屋大学・東海中央病院の医工連携プロジェクトで動作実証

【本研究のポイント】

・MRI・CT 内でロボットを動かす難しさ: MRI・CT 画像を用いれば、体内の病変部を確認しながら治療を行うことができ、ロボットの遠隔操作による支援は術者の負担軽減につながる。一方、MRI では強い磁場のため電動モータが使用できず、CT では金属によるノイズが問題となる。また、装置のガントリ内は狭く、小型機構が求められる。

・球状歯車型空圧モータで動くロボット: 部矢准教授らは非金属製の空圧駆動による「球状歯車型空圧モータ」^{注1)}を開発し、1 台で多方向回転が可能であることを実証してきた。本研究では 2 台のモータを組み合わせ、穿刺(せんし)機構を備えた医療用ロボットを開発した。

・MRI 内での穿刺を実証: 開発したロボットは非金属材料で製作され、MRI・CT 装置内での使用が可能である。東海中央病院の協力のもと、MRI 装置内の強磁場環境下においても、遠隔操作により標的への穿刺が可能であることを実証した。

(動画による研究紹介) <https://youtu.be/PtEtVL0Z6w8>

【研究概要】

名古屋大学大学院工学研究科の部矢 明 准教授、森田 希 博士前期課程学生、井上 剛志 教授、ならびに名古屋大学大学院医学系研究科の藤原 道隆 特任教授(兼: 東海中央病院 病院長)らの研究グループは、東海中央病院との共同研究により、MRI 装置内でも使用可能な医療用ロボットを開発し、高磁場環境下で標的に対する穿刺が可能であることを実証しました。本ロボットは、1 台でさまざまな方向へ回転できる非金属製の「球状歯車型空圧モータ」を駆動源としています。

MRI や CT の画像を確認しながら治療や検査を行う画像下治療^{注2)}は、患者への負担が少ない医療技術として注目されています。一方で、MRI では強い磁場を発生させるため磁性材の吸引事故のリスクがあり、CT では術者の被ばくが問題となります。また、装置内部(ガントリ内)は空間が限られており、医療器具の操作が困難場合があります。このため、装置内で安全に動作し、遠隔操作が可能な医療用ロボットの開発が求められてきました。

研究グループはこれまで、MRI・CT 環境での使用を想定した球状歯車型空圧モータを開発し、基礎的な性能評価を行ってきました。本研究では、このモータを複数組み合わせ、先端に針を刺す機構を備えた穿刺ロボットを新たに開発しました。名古屋大学と東海中央病院による共同研究プロジェクトとして、東海中央病院の MRI 室において実証実験を実施し、MRI 装置が稼働する強力な磁場環境下においても、ロボットを遠隔操作し、標的に対して穿刺が可能であることを確認しました。

【研究背景と内容】

MRI・CT画像を用いることで、体を切り開くことなく体内の病変部の位置や形状を確認しながら治療・検査を行う「画像下治療」は、患者への負担が小さい医療技術として注目されており、高齢化の進展とともにそのニーズが高まっています。

しかし、MRI は強力な磁場を発生させるため、磁性体の吸引による事故リスクがあります。また、CT では患者だけでなく術者にも放射線被ばくが生じるほか、撮像領域に金属が存在するとノイズが発生し、病変部の正確な確認が困難となります。さらに、MRI・CT 内部は人が存在する空間であるため狭く、病変部へのアプローチが難しい場合があります。そのため、MRI・CT内で遠隔操作可能な非金属製ロボットおよび、それを駆動するモータ開発が求められていました。

そこで部矢准教授らは、球状歯車を用いた非金属製の新しい空圧モータ「球状歯車型空圧モータ」をこれまでに開発してきました。この新モータは、空圧力によって直動する複数の歯を球面状に配置し、球状歯車と噛み合うことで 2 軸回転を実現するもので、2台のモータの役割を 1 台で担うことができます。駆動力を空圧から得るため、電動モータのように磁性材料を必要とせず、非金属材料のみで構成可能です。

本研究では、球状歯車型空圧モータを 2 台組み合わせることで動作範囲を拡大するとともに、先端に針を刺す(穿刺)機構を搭載した医療用ロボット(図 1)を開発しました。穿刺機構についても空圧のみで針を直動可能な機構となっています。また本モータの原理上、歯を直動させた回数によって現在の角度が決定されるため、角度測定用のセンサを要さず針の位置決めが可能であることも特長です。これまでに、非金属性の一軸モータを用いたMRI・CT 対応ロボットの研究例は多数報告されていますが、2 軸回転が可能なモータを用いた事例はなく、本研究が世界初となります。

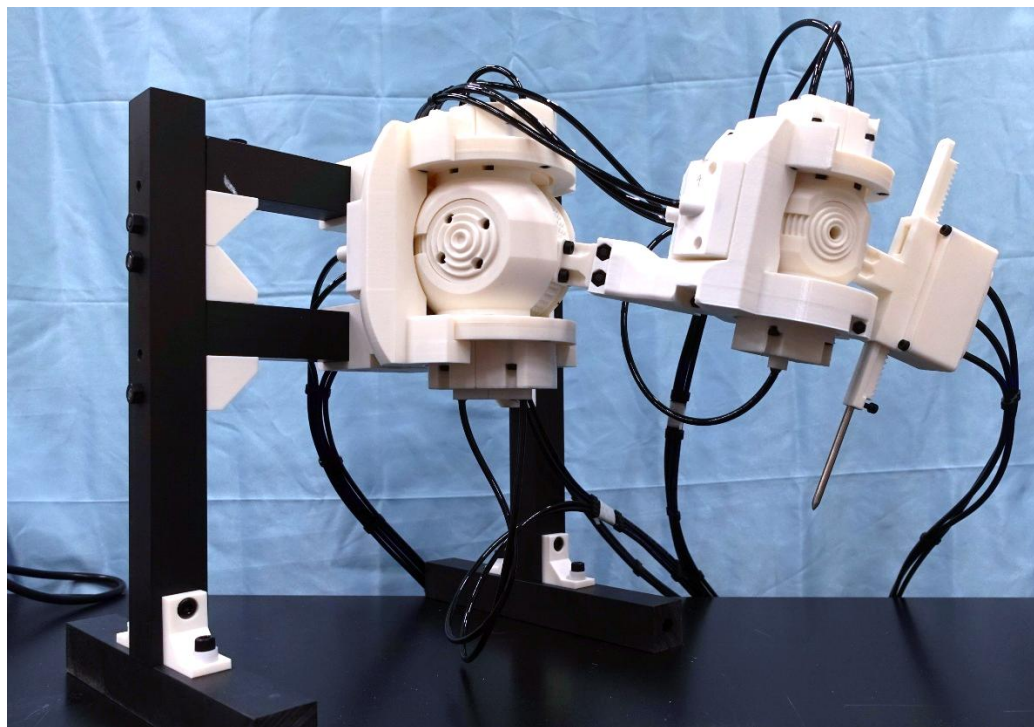


図 1 球状歯車型空圧モータで動作する穿刺ロボット

開発した穿刺ロボットが MRI 内部で動作可能かを検証するため、東海中央病院の MRI 室において実証実験を実施しました。図 2 に MRI 内にロボットを設置した様子を、図 3 にロボットが MRI 手前に配置された際の様子を示します。実証実験においては、空圧チューブを介して MRI 室外(図 4)のコンプレッサおよびバルブとモータが接続され、MRI 室外からマイコンによりバルブを開閉制御することで針の姿勢制御(オリエンテーション)と穿刺動作を実現しています。ゼラチン内に穿刺対象を配置し、穿刺実験を行った際の MRI 画像を図 5 に示します。強い磁場が発生している環境下においても、球状のターゲットに対して針が刺さっていることが確認できました。



図 2 MRI 内に設置された穿刺ロボット



図 3 MRI 手前に設置された穿刺ロボット

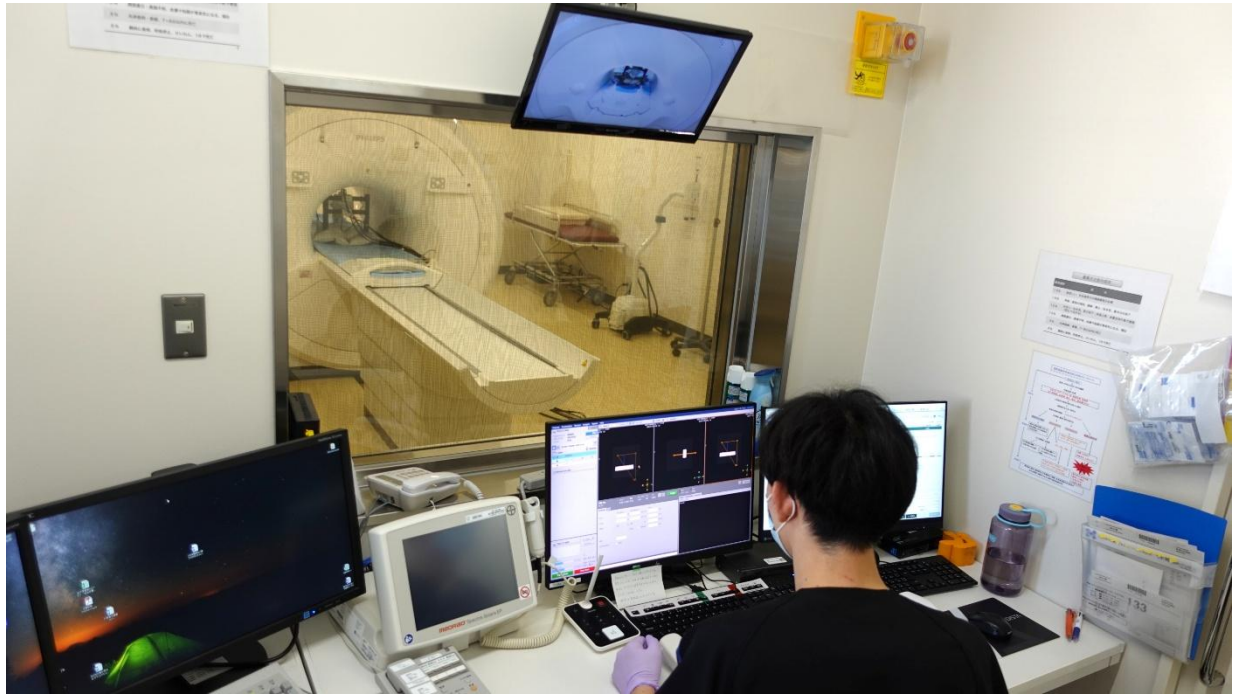


図 4 MRI 操作室の様子

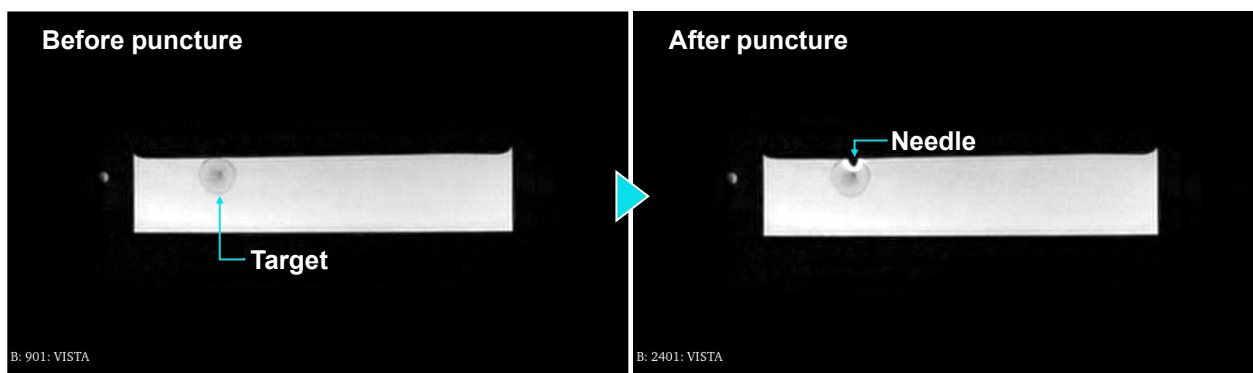


図 5 MRI 画像



実験時の様子。(左から)東海中央病院の放射線技師 吉田 篤史 氏、名古屋大学(東海中央病院)の藤原 道隆 特任教授、名古屋大学の森田 希 博士前期課程学生、東海中央病院の放射線技師 前野 直人 氏

【成果の意義】

本研究は、MRI・CT を用いた画像下治療において求められてきた、装置内部で使用可能な非金属製ロボット技術を実証したものです。MRI では磁性体の吸引による事故リスクがあり、CT では放射線被ばくや金属による画像ノイズが生じるなど、従来の装置内部でのロボット利用には制約がありました。また、装置内部は空間が限られており、病変部へのアプローチが困難となる場合があります。

これまでに、非金属製の一軸モータを用いた MRI・CT 対応ロボットの研究例は報告されていますが、二軸回転が可能なモータを用いた事例はありませんでした。本研究で開発した球状歯車型空圧モータとそれを用いた穿刺ロボットは、非金属材料のみで構成され、空圧によって駆動するため、MRI・CT 環境下での使用に適しています。さらに、少数のモータ構成で針等の医療器具の姿勢制御を可能とし、角度測定用センサを用いずに位置決めができる構造を有しています。

加えて、実際の医療現場である MRI 室において、強磁場環境下でも遠隔操作による穿刺が可能であることを示しました。本成果は、二軸駆動モータを用いた MRI・CT 対応医療用ロボットとして世界で初めての実証例であり、画像下治療に向けたロボット技術の選択肢を拡張するものです。

本研究の一部は、公益財団法人 立石財団の支援のもとで行われたものです。

【用語説明】

注 1)球状歯車型空圧モータ:

球形状の歯車を利用し、空圧によって様々な方向へ回るモータ。

<https://www.nagoya-u.ac.jp/researchinfo/result/2024/11/mrict.html>

注 2)画像下治療:

画像診断装置で体の中を透かして見ながら、医療器具を用いて治療する治療法。