

世界最長 10m の超長尺多関節ロボットアームで、水平方向 10kg 保持を達成

老朽化した橋梁や大規模構造物の点検は重要課題であり、特に人による作業が難しい場所でのロボットアームの応用は喫緊の課題です。

そこで、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）と国立大学法人東京工業大学は、狭い空間に進入できるような細くて長いロボットの研究開発に取り組み、アーム全長 10m、直径 20cm、重量 300kg で、可動域は最大高さ 10m、水平 8m の世界最長の超長尺多関節ロボットアームを 2018 年 9 月に開発した。



図 1. アーム手先で 10 kg の水平方向保持を実証



図 2. 超長尺多関節ロボットアームの全体アーム全長 10 m、直径 20 cm、重量 300 kg（アーム部 50 kg、基部 250 kg）



図 3. 超長尺多関節ロボットアームの横スペースへの屈曲

そして今回、このロボットアームの手先で、10kg の物体を水平方向に保持できることを実

証した。テコの原理が働くため、長いロボットアームが重量物を保持することは容易ではない。そこで、複数の化学繊維ロープを関節の滑車に巻きかけ、荷重を分散して支えることによってこのロボットアームを実現した。今後は、水平方向の保持だけでなく、重量物の持ち上げや運搬の実現に向けた技術開発を進めていく。

このロボットアームは、細長い形状で多くの関節を持つことから、障害物の回避、狭い場所への進入や探査が可能である。今回、10kgの重量物の保持を実証できたことで、橋梁・トンネルなどの大規模構造物のインフラ点検作業における目視・打音検査の自動化などへの応用が期待できる。

なお、アーム全長 10m、直径 20cm、保持 10kg というスペックは、ロボットアームが原子力発電所の原子炉格納容器中心部に到達し、各種調査機器を搬送するための目標値であり、実際の廃炉作業に関わる企業へのヒアリング結果として、東京工業大学が設定したものである。

#### 【1】ロープによる多関節駆動機構

ロープによる関節駆動機構は、重量物である駆動部を根本部分に集中して配置できるため、アーム本体を軽量化できる利点がある。各関節には自由に回転する滑車を取り付けられており、その滑車にロープが巻きかけられている。ロープ先端部をアームの手先に固定して根元を引っ張ると、手先関節に力（トルク）が発生するが、同じ大きさのトルクが經由する全ての関節に発生する（図 4）。

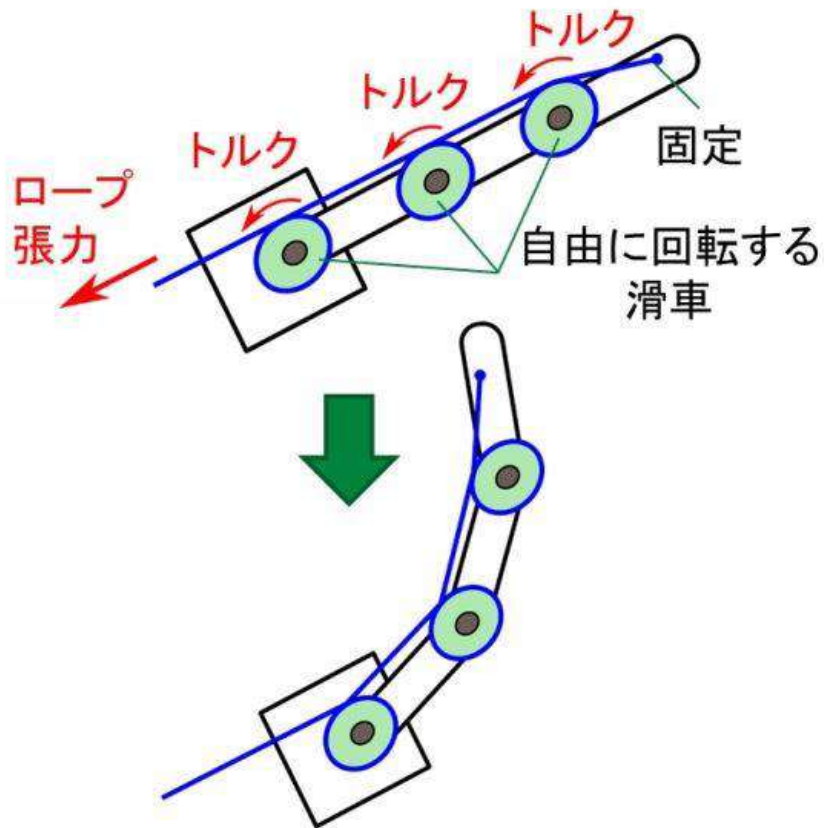
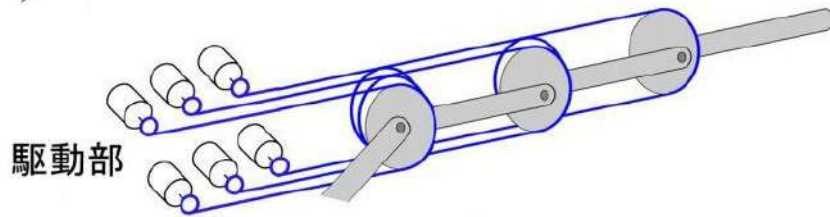


図 4. ロープによる干渉駆動の原理

この特性を利用すると、手先関節を動かすためのトルクも根元関節の駆動に利用できるため、根元部分で大きなトルクを発生させることができる。この機構（図 5 (a)）に対し、今回新たに中心部分に太径のロープを一本通し、アーム自重の大部分を太径ロープで支え、各関節の細かな動きを細径ロープで個別に制御する手法を開発した（図 5 (b)）。

(a) 従来のロープによる干渉駆動機構



(b) 太径ロープ

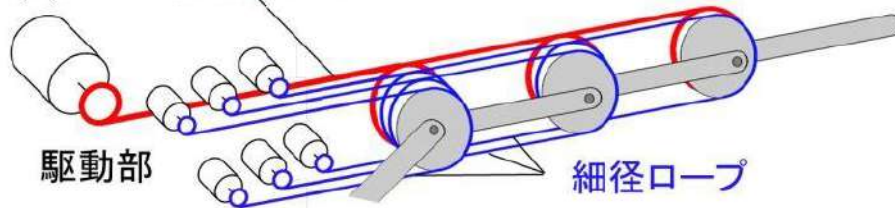


図 5. 従来の干渉駆動機構 (a)、本ロボットの機構 (b)

この機構により、複数の化学繊維ロープで荷重を分散して支えることで、従来に比してさらに大きな手先荷重を支えることが可能となり、今回 10kg の水平保持を実現することができました。(図 6)。太径ロープの直径は 5.5mm で駆動部により最大 3000kg 重の張力を発生させています。

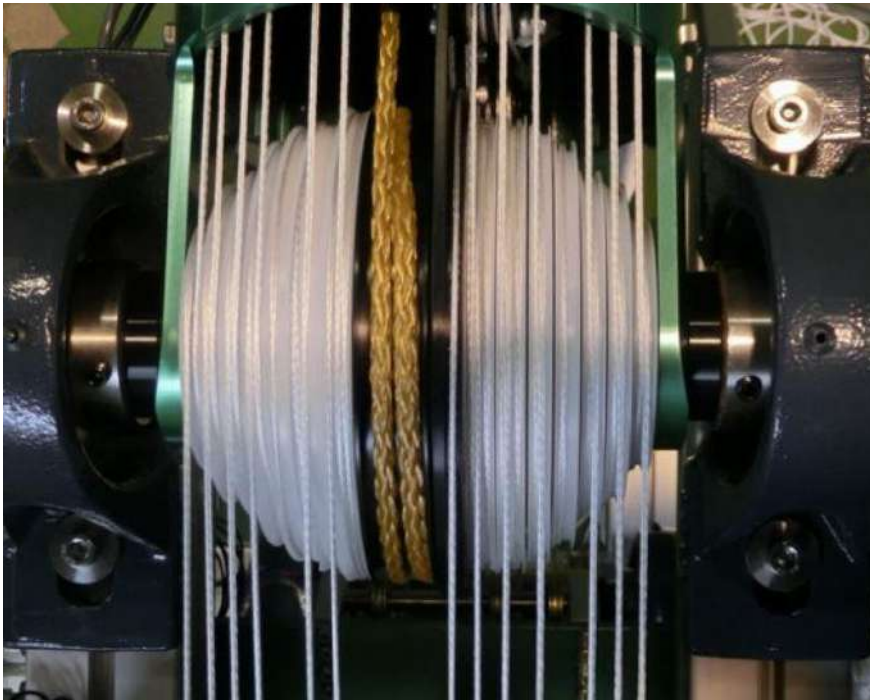


図 6. 実際の根元関節の構造

文 JST 客观日本编辑部

日文发布全文 [https://www.titech.ac.jp/news/pdf/tokyotechpr20190313\\_endo.pdf](https://www.titech.ac.jp/news/pdf/tokyotechpr20190313_endo.pdf)