



縦横無人に動く「空間移動ロボット」が宇宙開発の未来を支える EVA支援ロボットの実証実験

REX-J: Robot Experiment on Japanese experiment module

背景

人類が造った巨大な軌道上建造物、国際宇宙ステーションには、最大で7名の宇宙飛行士が滞在できますが、宇宙飛行士の労働時間は1日8時間、週休2日と決められていて、この限られた時間の中で実験や物資の移動、設備の保守や船外活動(EVA)など多岐にわたる作業を遂行しています。

この人数は国際宇宙ステーションの規模からすると決して足りているとはいえません。とくに船外活動を行う際には、宇宙服内部の低い気圧(0.3気圧)に体を慣れさせるための減圧時間や作業終了後に1気圧に戻すための時間にそれぞれ12時間以上も

必要となってしまう、それだけ宇宙飛行士が拘束されることにもなります。そしてその船外活動は常に危険と隣り合わせです。宇宙放射線や高速で飛び交う微小なちり(スペースデブリ)から宇宙飛行士を守ってくれるのは宇宙服しかないため、安全性の面からも宇宙空間での活動は制限されてしまいます。

このような問題を解決するために、宇宙飛行士に代わって作業を行ってくれる「有人宇宙活動支援ロボット」を開発し、スムーズに運用させることが急務になっています。

目的

国際宇宙ステーションでは、物資の搬入・搬出などでクレーンのような大型のロボットアームを使用しています。しかし、宇宙飛行士の作業を支援・代行するためには、微小重力空間を自在に移動することができるロボットが必要となってきます。

では、ロボットを作業する場所までどのように移動させるのか。その鍵を握るのが“ひも(テザー)で移動”させるという移動システムです。テザーによる移動は、テザーの先端に取り付けられたフックをロボット本体の内部から伸展式のロボットアームによって引き出し、ハンドレールなどの周囲の構造物に引っかけて固定します。するとテザーの長さを調整することでフック(固定点)を頂点とする平面、もしくは多面体内を移動できるようになるのです(図1)。

伸展式ロボットアームは巻尺のように巻き取ることができ、伸ばすと筒ようになる伸展部材を、モータを使って伸び縮み

させます。

さらに伸展式ロボットアームの先端にロボットハンドとモニタ用の小型カメラを装着し、ロボットハンドを使ってテザー先端のフックをハンドレールに取り付けたり、取り外したりします。また、小型カメラを用いて対照物との距離などを計測します。

本ミッションでは、これらの機能を備えたロボット実験装置(図2)を使って、今後の有人宇宙活動支援ロボットの実現を目指し、伸展式ロボットアームとテザーを利用して空間内を移動するロボットの基礎的な特性について、地上の重力環境では得ることができないデータの取得を目的とした実験を行います。

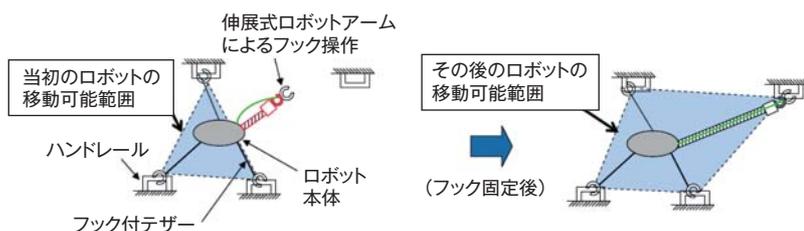


図1 テザーによるロボットの移動原理



図2 REX-J ロボット実験装置

実験内容

実験は、「きぼう」の船外実験プラットフォームに取り付けられたポート共有実験装置(MCE)の中で行います(図3)。ロボットは地上から遠隔で制御され、国際宇宙ステーションでは初めての遠隔制御の実験となります。

最初にロボットの基本動作を確認した後、伸展式ロボットアームの動作特性(伸展長の精度等)を調べます。その後、伸展式ロボットアームに装着されたロボットハンドでテザー先端のフックをつかんでアームを伸展させ(図4)、フックを実験用のハンドレールに取り付けます(図5)。そして、テザーの長さを制御してロボットを移動させ、振動せずに動けるかなどの確認を行います(図6)。

また、こうした動作の実験をするだけでなく、MCEの側面にある窓から伸展式ロボットアームをMCEの外へ伸ばし、周辺の観測や宇宙での熱環境にさらされた状態でのロボットアームの耐久性などについても実験が行われます。

なお、ロボットを移動させるのに使用される「テザー」は、消防服や防弾チョッキなどに使われているほどの耐熱性、耐疲労性があり、同一重量のスチールワイヤの8倍もの破断強度を持つ「アラミド繊維」が用いられています。

ココがポイント!

宇宙用のロボットアームというと、スペースシャトルや宇宙ステーションに取り付けられている大型のクレーンのようなものを想像する人が多いかも知れませんが、本実験で使用するロボットアームは巻尺のように伸び縮みするため、動作範囲が広くてもロボットそのものの大きさを小さくできるのが特徴です。

微小重力で放射線など危険性が無視できない宇宙空間で、宇宙飛行士の手助けをするロボットが開発され、それが一般的に活躍するようになれば、宇宙開発の未来は大きく開かれることになります。

たとえば、国際宇宙ステーションの点検・修理だけではなく、軌道上の衛星の点検や保守、太陽発電衛星(SSPS)の様な大型宇宙構造物の建設にもつながり、さらには月惑星の探査にも応用されるでしょう。

プロフィール



小田 光茂

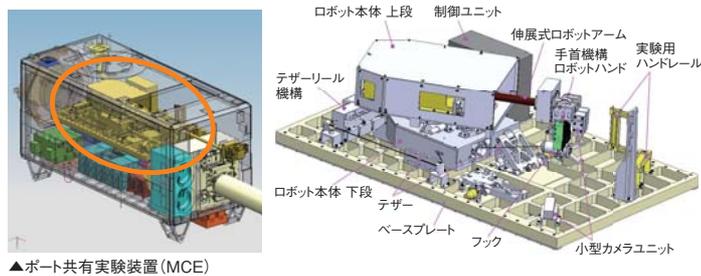
JAXA

未踏技術研究センター

ロボティクス研究グループ

主幹研究員

専門：宇宙ロボティクス



▲ポート共有実験装置(MCE)

図3 ロボット実験装置の概要

項目	仕様
サイズ	全体:1150mm×700mm×365mm (ロボット本体:460mm×300mm×250mm)
質量	全体83kg (ロボット本体:27kg)
消費電力	最大62W

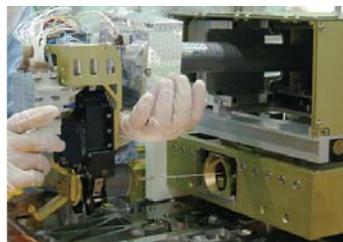


図4 ロボットハンドがフックをつかんだ状態

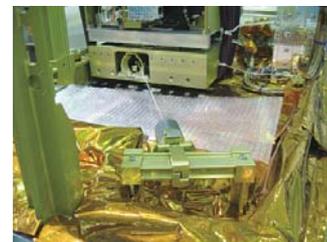


図5 フックがハンドレールに取り付いた状態

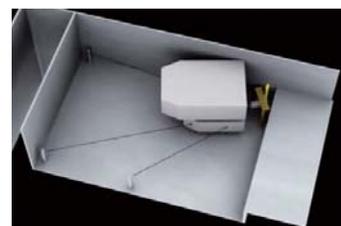
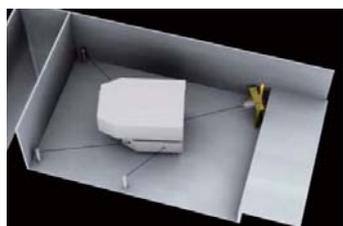
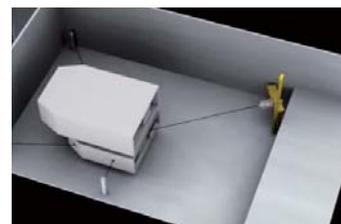
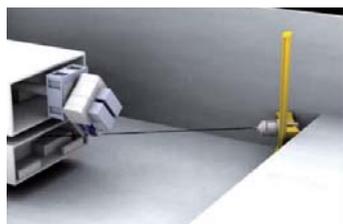


図6 移動実験のイメージ*

(それぞれのテザーの長さを制御することによって) ロボット本体が移動する

※REX-Jの動画はYou Tubeでご覧いただけます。