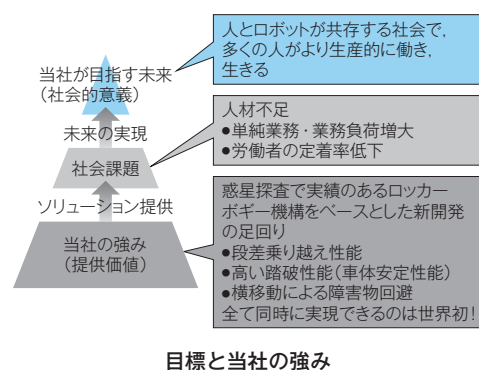


ヒトと共存するアバターロボット

山中和之 Kazuyuki Yamanaka
日吉健太 Kenta Hiyoshi
柴崎正貴 Masaki Shibasaki
牧野洋三 Yozo Makino

キーワード 移動ロボット, リモート, アバター, 遠隔, 巡視

概要



未来テーマとして10年後の事業・技術の創出を目指し、アイデアを提案する全社的な取り組みに「移動ロボットワーキンググループ」として参画している。本活動では、未来志向の製品・サービスの創出を目指し、以下を基本方針として活動しており、ロッカーボギー機構をベースとした新たな足回りの移動ロボットを開発し試作した。

- (1) 様々な業界や用途向けに、使いやすさと安全性を追求した「遠隔スマートロボット」によって人手作業の代替を提案
- (2) メタバース時代到来を見据え、現実世界と仮想空間を橋渡しする「アバターロボット」による新たな価値創出を模索

1 まえがき

移動ロボットワーキンググループ（以下、本テーマ）は、無人搬送車で培った技術を生かし、移動ロボットの足回りのプラットフォーム化を目指して2018年に発足した。市場調査を重ね、2019年には「人と関わっても安全であらゆる障害を乗り越えることのできる移動ロボットをつくる！」に目標を見直し、社会課題の解決策となる移動ロボットの開発に取り組んでいる。本稿では、試作機の開発に至るまでの経緯及び試作した移動ロボットを紹介する。

2 現在の社会課題と本テーマのアプローチ

2019年の新型コロナウイルスによる影響で、社会は大きく変化した。それは悪い面だけではない。リ

モート化やデジタルトランスフォーメーション（DX）を加速させ、社会は直接現場に行かなくても仕事や生活ができる環境を手にした。この傾向が2019年以前に戻ることはないと言ってよいであろう。

本テーマの目指す未来像は、この延長線上で「多くの人がより生産的に生きることのできる社会」を実現することである。近い未来、人々は時間・場所・身体・年齢・性別に制限されることなく多様に生きることができるようになる。しかしながら現在の社会は、人手不足・ダイバーシティ・LGBTQの課題などまだまだ当社が理想とする社会とはほど遠い。

そこで本テーマでは、人と同様の動きを実現することができる移動式ロボットと、誰もがアバターでどこからでも参加できるメタバースを組み合わせた「アバターロボット」の社会実装を提案する。

3 アバターロボットの特長

アバターロボットとは、遠隔地にいる人が目の前にいるかのように振る舞い、コミュニケーションをとることのできるロボットである。今後、世の中ではメタバースが浸透していき、メタバースを利用した社会活動が活発になっていくとされている。この中でアバターロボットは、メタバース空間と現実世界をつなぐツールとして用いられていくことが予想される。メタバース空間を通じて、人々はこのアバターロボットを用いることで世界中の様々な場所に直接、一種の肉体を得てアクセスできるようになる。さらに、アバターロボットとして用いられる場合、人と同様に段差を乗り越え、縦横無尽に移動する能力が求められる。これは利用者が操作時に没入感を得るために、最も大事なことのひとつである。開発したロッカーボギー+メカナム・オムニホイールの機構は、この要件を満たすことができる。

本テーマでは、安全に段差を乗り越えられる移動式ロボットを開発するためのロードマップを作成した。直近のターゲットとして、遠隔地から人が操作する機能を有する巡視点検ロボットを設定した。ここでいう巡視点検ロボットとは、現地にいる人と双方向でコミュニケーションをとり、現場での作業を円滑に行うことができるロボットを指している。また、人がいない施設などの設備の巡視点検にも用いることができる。

4 事前調査

第1図に一次試作機の外観を示す。基本的な機能を有しているが、どのようなお客様に適用するかは決まっていなかった。そこで、事業性があり、かつ要望にマッチするターゲットを探すために二つの取り組みを行った。

まず、現在の市場や今後の展望などの情報を積極的に集め、事業性及び優位性を確立できるかを検証するために、社外有識者へのヒアリングを通じてターゲットとなる用途を探索した。

次に、移動ロボットの要望があった社内の関係部



第1図 一次試作機

一次試作機は、制御しやすいホビー用モータを使用した移動機能検証用のロボットである。



第2図 デモの様子

社内関係部門調査の一環でデモを行っている様子を示す。

門に声をかけ、一次試作機によるデモを行い、意見交換を行った。第2図にデモの様子を示す。取り組みを通して様々な意見を得ることができ、これらを基に試作を重ね、後述する実証試験につながった。

5 試作機の製作

製作した試作機は、施設の設備の巡視点検用アバターロボットとして、以下に述べる三つの機能を備えている。

5.1 走行機能

不整地走行機能を実現するため、ロッカーボギー機構と、メカナムホイールとオムニホイールの組み合わせを採用した。

5.1.1 ロッカーボギー機構

ロッカーボギー機構は、火星探査機などで実績のある走行時の不整地走破性能に優れた機構である。ロッカーアームとボギアームで構成され、それぞれが自由に動けることで、常に六輪が地面に接している。本テーマでは、ジョイント部にモータを取り付けることで、能動的にボギアームを動かし、高い段差踏破性能を付加した。段差踏破時以外は、モータ出力軸をフリーにすることで、本来の機能である走行時の路面追従性・振動吸収性を発揮することができる。

5.1.2 メカナムホイールとオムニホイールの組み合わせ

メカナムホイールは、各ホイールから車輪の取り付け角に対して45度傾いて設置されている樽形ローラの軸方向に駆動力が発生する。

またオムニホイールは、車輪の回転方向にのみ駆動力が働き、それ以外の方向には駆動力は働かず、抵抗も発生しない。

本テーマでは、メカナムホイールを前後輪で計四輪、オムニホイールを中輪で計二輪使用している。各駆動輪から発生する駆動力のスカラ和で進行方向が決定され、各ホイールの回転速度・方向を制御することで平面上を自在に走行できる。

走行方向は、「前後進」・「横行」・「旋回」の組み合わせ制御で行われる。例えば、斜行（斜め移動）は、「前後進」と「横行」で、カーブ走行は、「前後進」と「旋回」、又は「横行」と「旋回」で行われる。

また、操作は左右二つのジョイスティックによって、人の動作に合わせ直感的に分かりやすく行えるようにした。

5.2 遠隔操作機能

遠隔地から操作する際に問題となるのは、操作に対する遅延である。カメラで撮影した映像を見ながら操

作するためには、伝送遅延を小さくする必要がある。

本テーマでは当初、ロボットの操作指令・音声通話・カメラ映像の全てを同時に通信するWebアプリを開発した。しかし、回線の状況によっては1秒以上の遅延が発生することがあり、大幅な改善が必要となった。

そこで、音声通話・カメラ映像の通信には既成の通話アプリを使用し、完全自社製にこだわることなく、有用な手段は積極的に取り入れる方針に変更した。これにより、遅延を0.5秒以下にすることができ、違和感のない遠隔操作を実現した。

5.3 カメラ昇降機能

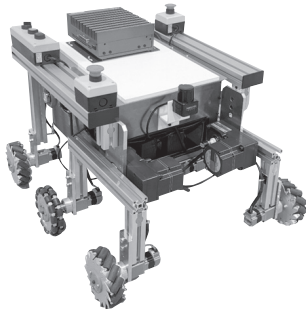
設備の巡視で目視点検の対象となるのは制御盤などの計器類であるが、人の目線付近に配置されていることが多い。そのため、カメラは計器類の高さに配置する必要がある。また、現場にいる人と双方向に通話するためには、操作者側の映像を巡視ロボット側に映し出すことも必要である。

そこで、カメラ内蔵タブレットを人の目線の高さに配置することにした。しかし、タブレットを人の目線の高さに固定してしまうと低い位置のものが見えなくなるため、上下に動くリフトを搭載し、50～170cmの高さでタブレットを任意の位置に移動させる機能を付加した。

このように、段差踏破可能な全方位走行車にリフト付きタブレットを搭載したことで、遠隔地にいながら点検と双方向コミュニケーションがとれるツールとなり、巡視点検ロボットとして利用できる。

6 実証試験

社内の協業先調査でつながりができたプラントの工事を行う部門と合同で、実証試験を行った。まず二次試作機を用いて巡視点検を行った。この中で、遠隔通信の遅延による操作性の悪さ、高い位置にある点検対象が確認できないなど多くの課題が顕在化した。これらの課題やお客様からの改善要望を取り入れた三次試作機を製作した。第3図に二次試作機の外観を、第4図に三次試作機の外観を、第1表



第3図 二次試作機

一次試作機で得られた知見から、大形化して10kg程度の質量を運搬できる形状とした。



第4図 三次試作機

二次試作機の知見から、軽量化しつつカメラに昇降機能を持たせた試作機とした。

第1表 試作機比較表

一、二、三次試作機の仕様を示す。

項目	一次試作機	二次試作機	三次試作機
駆動方式	六輪駆動		
サイズ (mm)	W400 × H300 × D600	W720 × H500 × D930	W630 × H430 (1700) × D690
自重 (kg)	7	50	28 (カメラ・昇降機構で+4.5)
可搬質量 (kg)	1	10	6
進行方向	全方位走行・カーブ・スピントーン		
誘導方式	手動	遠隔操作	
段差踏破能力 (mm)	120	100以下	100 (高摩擦路面)
ホイール径 (mm)	100	150	152
最高速度 (m/min)	20	60	

に各試作機の仕様を示す。課題の抽出と改善を繰り返す、機能のブラッシュアップに取り組んでいる。

7 むすび

本技術による移動式ロボットは、アバターロボットとして特長ある製品になると考えている。

今後は、他研究機関との共同研究の成果を導入することも視野に入れ、より特長あるロボットへと進化させていく。併せて、お客様の要望を取り入れ、ユーザビリティを高めていき、最終的にはメタバース市場への参入を目指す。

- ・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



山中和之
Kazuyuki Yamanaka

電動カソリューション営業・技術本部開発部
AGV開発業務機械設計に従事



日吉健太
Kenta Hiyoshi

電動カソリューション営業・技術本部開発部
AGV開発業務ソフト開発に従事



柴崎正貴
Masaki Shibasaki

電動カソリューション営業・技術本部開発部
AGV開発業務電気設計に従事



牧野洋三
Yozo Makino

電動カソリューション営業・技術本部開発部
AGV開発業務に従事