

# 機械システム制御技術と ライフノベーション



慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科教授 村上 俊之

## はじめに

少子高齢化が進む中で、社会システムの変革が求められており、その状況は徐々に深刻になることが予想されています。日本国内では、2060年までに65歳以上人口の比率が全人口の40%を超えるとされています。また、平均寿命の伸び率に比べ、健康寿命の伸び率の小さいことが指摘されています。これは介護を要する高齢者の人数が年々増加する傾向にあることを意味し、このような傾向を緩和するために、要介護者への対応および要介護者の人数を増やさない、いわゆるライフノベーションが近年盛んに取り上げられています。実用的な機械システム(ロボット技術)の少子高齢化社会への導入は、高機能な福祉機器、パワーアシスト機器等として、ライフノベーションに寄与できる重要事項と考えています。

## 機械システムにおける力制御の必要性

日本がロボット王国と言われるようになった背景には、産業用ロボットの普及があります。大量生産システムへの導入目的から、産業用ロボットの機能は高速・高精度を実現するための制御、すなわち周囲の外乱を効率的に排除する硬い位置制御に支えられてきました。一方で福祉機器等においては、人の作用や環境の作用は排除すべき外乱ではなく、適応すべき外乱と捉える必要があり、この外乱に対する適応性を増すためには力制御の導入が不可欠となります。この概念は図1のようにまとめられ、高齢化社会を支える福祉機器では、「左寄り(位置制御)」ではなく柔軟性の向上が期待できる「右寄り(力制御)」

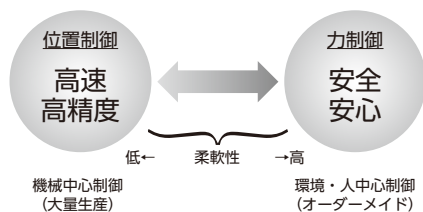


図1 位置制御と力制御

制御)」のシステム制御に重きを置くことが必要と考えられます。

## 人・環境変動への適応と力制御

力制御に基づいたシステム制御において、人・環境に対する適応性を増すためには、人・環境の状態をいかに的確に把握するかが課題となります。例えば、図2に示す2輪駆動車椅子では、前輪キャストを取り外し、路面からの反力をフィードバックしやすい機械構造とすることで力制御に基づいた環境適応制御を実現しています。また、図3に示す歩行補助器では、利用者の左右両脚の踏み出しを、足先に取り付けられたセンサーにより検出し、歩行動作に同期した補助器の制御を行なっています。これにより、人の動作検出に対応した人動作適応型の制御となっています。さらなる安全制御手法として、人の重心変動情報に基づいた力制御を組み合わせることで、歩行補助器における転倒防止制御が可能になります。

## 力制御の難しさとその発展応用

機械システムにおいて、力制御は人・環境への適応機能を実現するために非常に有用となります。しかしながら、安全・安心を得るための制御とするには、環境の構造や人の状態応答を適切に把握することが必要となります。また、その制御周期も短いことが前提です。これらの問題の実質的な改善を図ることで、高機能な福祉機器や介護機器の実応用が飛躍的に拡大することは間違いないと考えています。



図2 環境適応型  
2輪駆動車椅子



図3 人動作追従型歩行  
補助器