

# 歩行困難者のためのモビリティロボットの研究

埼玉工業大学工学部機械工学科 五味伸之

本研究は歩行困難者の QOL の改善を目的としたモビリティロボットの開発を最終目的として行われた。その中で今回の共同研究プロジェクトにおいては、どのようなロボット形状に利点があるのかを確認するために、3D プリンターを使用したラピッドプロトタイプングを適応し様々な形状のロボットの設計製作を行った。いくつかの試作ロボットの開発の結果、様々な情報と改良点を確認することができた。

## 1. 緒言

近年において日本では高齢化が進み、それに伴い人手不足や地方都市の衰退等の問題が挙げられている。そのため高齢者や歩行困難者のための移動手段の開発の重要性が高まり、自動車ほど高速である必要はないが歩行するより速く楽な、軽便な移動手段が必要とされている。そのことから、ロボット技術を活用したモビリティロボットの開発が必要とされている。

モビリティロボットはロボット技術を適用し、安全性、利便性、環境適合性等を高め、人間が生活する空間において人間との親和性を保ちつつ人間の移動手段として利用しうる用具とあり<sup>(1)</sup>、立ち乗り型や座り型等、目的によって様々な系統のモビリティロボットが存在している。移動様式は移動速度およびエネルギー効率の観点から、現状の技術では車輪式が優位である。



図1 現在開発されている様々な形状のモビリティロボット

しかし、我々の生活圏には階段等、段差が多く、図1に示した写真のような車輪が小さい機体ではそれを乗り越えることは難しい。だからといって段差の少ない歩道や車道のみを走行することを目的とするなら、自転車や電動シニアカー等、既存の乗り物と役割が変わらず、モビリティロボットである必要性がない。また、それを解決するために全ての段差を無くしスロープやエレベーターを配置することは現実的ではない。よって、歩行困難

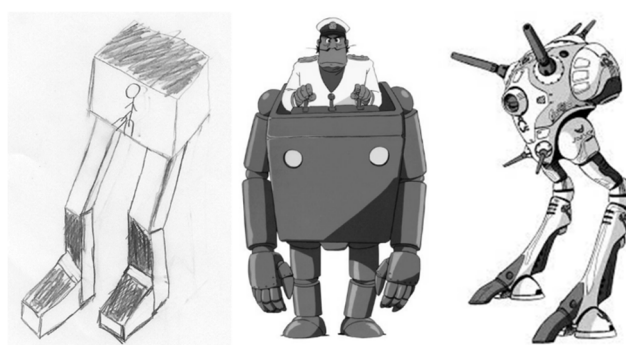
者の生活の足となるモビリティロボットとしては車輪式ではなく、人間と同じ2足歩行のロボットが必要だと考えられる。さらに、モビリティロボットにはある程度の操作性の自由度も求められているが、それ以上に、歩行者や障害物への衝突や、階段、段差による転倒などの事故が起きる可能性を減らす必要がある。よって階段や段差を乗り越えられるような移動方法だけでなく、さらに障害物の衝突防止等の安全確保のためにセンシング技術など、様々な技術が必要となってくる。

## 2. 大学におけるラピッドプロトタイピング

様々な技術やノウハウが必要となっているモビリティロボット作りではあるが、本研究室においてロボットを一から開発するのは初めてなこともあり、効率的な開発ができず手探りの部分も多いという問題から、学生教育の一環としてラピッドプロトタイピングを取り入れることを検討した。

ラピッドプロトタイピングとは、設計したものを簡単に試作できるようになってきたことを利用して、設計図のみで検討を行うのではなく試作品を製造することにより実際に形にすることによって高速で開発を行う手法である<sup>(2)</sup>。最近では汎用3Dプリンターを用いてモデルの作製が行えるようになったことで、研究室レベルにおいても実際のものづくりを学生に体験させることも可能になっている。さらに、本研究は2つの研究室による共同研究であることを活かしたいと考え、意見を統一してロボット開発を行うのではなく、複数のアイデアをそのまま試作し形にして検証することで、一つの形状にこだわることなく様々なアイデアを検討した。

アイデアを出す際に重要となるのは、思いついたまま始めるのではなくアイデアの根本となるイメージだけは共有することであると考える図2に示すようなものを基本とした。



©日本アニメーション ©タツノコプロ

図2 参考にしたモビリティロボットのイメージ

図2をもとにアイデアを出し合ったところ、4種類のロボットが提案されたことから、すべて試作を行って評価した。

### 3. 試作結果

#### 3-1 逆関節2足歩行ロボット

実用的な2足歩行ロボットは軽量で単純な構造である必要があると考えた。そこで、本研究では、軽量で単純な構造の機体を実現するための第一歩として、素早くかつ廉価に試作機を作成するため、3Dプリンターを使用することとした。

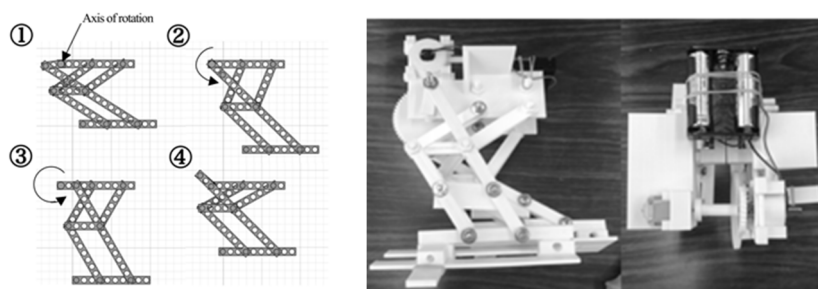


図3 歩行の考え方および試作したロボット

試作の結果、図3の2足歩行ロボットは地面を擦らずに歩行することが可能であった。しかし、モーターを片側に一つだけ搭載しているため、機体の左右のバランスが悪いことや、パーツの薄さと接続部の緩みややすさによる機体の歪みといった問題が確認された。バランスの問題はモーターを中心に配置するか、反対側にもモーターを搭載することで解決すると考えられる。また、パーツの薄さや破損のリスク、接続部の問題については、搭乗型の2足歩行ロボットとして安全性と安定性は無視できないため、さらに設計を改善する必要があると考えられる。

#### 3-2 複数モーター式2足歩行ロボット

複数のモーターとワンボードマイコンで歩行するロボットを試作した。ワンボードマイコンは、モーターそれぞれを操作することを可能にすることで、人間のような歩き方が可能なロボットを目指した。

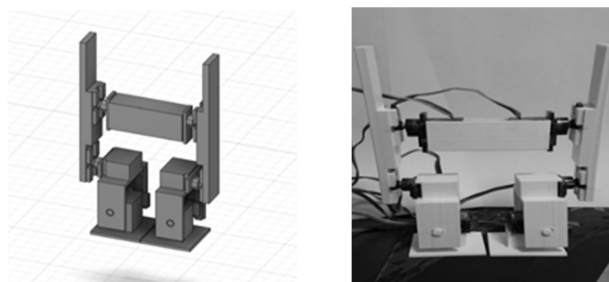


図4 複数モーター式2足歩行ロボットの設計と実物

今回の2足歩行ロボットでは、モデルとして作成したプログラムを書き込みすると、人のように歩く動作が可能であったが、歩行時のバランスが悪いため、歩みは遅く、連続的な歩行をすることができなかった。これはプログラムによるモーター制御に問題があると考えられることから、更なる改良が必要である。

### 3-3 複数モーター式逆関節2足歩行ロボット

3-2同様に複数のモーターを使用して制御することは変わらないが、逆関節を使用することによって、安定性と歩行の高速化が可能になるのではないかと考え試作を行った。

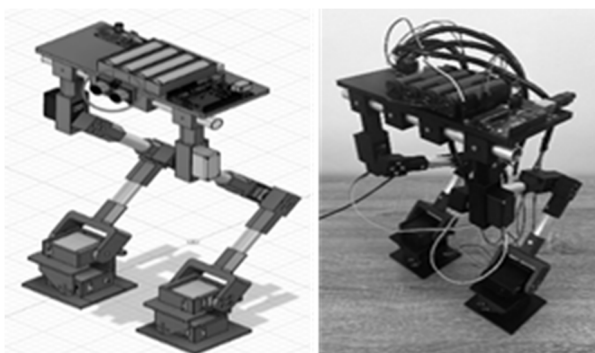


図4 複数モーター式逆関節2足歩行ロボットの設計と実物

設計を行ったロボットを制作し制御、動作させたところ、多少不安定でモーターを1つずつ順番に制御する必要があったため遅かったものの2足歩行することが出来た。しかし、倒れないよう歩行させるには、上げた足とは反対方向に少し倒れるようにする必要があり、高速に歩行させることはできなかった。

### 3-4 4足歩行ロボット

2足歩行型では重心を保つことが難しいため4足歩行型に関しても試作を行った。

## 4 考察

モビリティロボットの開発に関しては、試作機を複数作成してアイデアについて検討したところ、試作機の問題点としていくつかの点が確認された。

- ①歩くが目的になってしまい実用性が悪い
- ②左右への旋回についての検討が必要
- ③大きく揺れてしまい不安定な歩行になる
- ④動きが遅い

以上の問題点は確認されたものの、歩行するところまでは確認できたので、今後は実用化を目指し、距離センサーや超音波センサーなどのセンシング機能を取り入れていくことを考えている。

また、学内における3Dプリンターを用いたラピッドプロトタイピングの適用だが、まず研究室レベルの汎用3Dプリンターでも十分実用的な試作品を製造できるということが確認された。そして、製図だけでは検討できない事項に関して、形にしてみることは想像以上に多大なる効果があることが確認された。また、加工部分を学生が担当することによって、学生のモチベーション向上だけでなく、自分が作ったロボットということから積極的に改善案を提示するなど、責任感と喜びを伝えることができたように思う。精密な加工は難しいことはあるものの、学生の設計したものが良きにつけ悪きにつけそのまま形になることには、教育上に大きな利点があるように感じた。

## 5 結言

本研究は歩行困難者用モビリティロボットの開発のため、3Dプリンターなどを用いたラピッドプロトタイピングを活用した2足歩行型ロボットの試作を行うことを目的として行われた。試作した結果、2足歩行が可能ではあったが実用化のためにはさらなる検討の必要が確認された。さらに、大学におけるラピッドプロトタイピングの導入には様々な利点があったことも併せて確認された。

### 参考文献

- (1) 山岡正明, “パーソナルモビリティロボット”,  
日本ロボット学会誌, Vol.26, No.8, (2008), p. 885-886.
- (2) 東京都立産業技術研究センター (編) (2014), “3Dプリンタによるプロトタイピング”, オーム社