

# 卒業論文要旨

## 薄型減速機とモータを内蔵したコンパクトなオムニホイールの開発

知能ロボティクス研究室 1170132 藤川 知寿

### 1. 緒言

全方向移動機構は車体の姿勢によらず任意の方向に移動することが可能である。そのため車体の方向転換や切り返し動作を必要とせず、最小限の動作で思い通りに移動することができる。この特性を活かして車椅子などの移動機器や電動台車などの移送機器の移動機構、及びロボットの駆動輪として様々な分野で活用されている。

全方向移動機構には主に、車輪外周にフリーローラを配置したオムニホイールやメカナムホイールがよく使われている。これらはフリーローラが車輪の軸方向の力を逃がすことにより全方向移動が可能になる。

本研究室では全方向移動機構を搭載した福祉介護分野で活躍するロボットの研究開発を行っている。本研究室と共同研究を行っている有限会社 サット・システムズからホイール樹脂製モータ内蔵オムニ「BP164-03」（以下 BP164-03）が販売されている<sup>(1)</sup>。

この BP164-03 は従来のオムニホイールと比較するとホイール内部にモータと動力伝達機構を一体化して内蔵しているため、ロボットに取り付けるだけで全方向に走行可能である。そのため、ロボットのボディと車輪との間にモータやエンコーダを取り付ける必要が無く、取り付けさえすれば全方向移動機能を持たせることができ、応用範囲が広く実用性に長けている。

もし、汎用性の高い BP164-03 をよりモータの出力の上昇と、より減速比を高く、よりホイールをコンパクトなサイズにすることができれば、取り付け易くなり応用範囲がさらに広がり様々な分野で実用できる。そこで本報告では、フラットモータと減速機を、入れ子方式のオムニホイールに内蔵させ、パワーアップとコンパクトサイズを同時に実現できるメカニズムを提案する。

### 2. 従来のオムニホイール

先行研究で提案するオムニホイールの目標とするスペックを決定した。まず元となる BP164-03 の外観図とスペックを以下の図 1 と表 1 に示す。

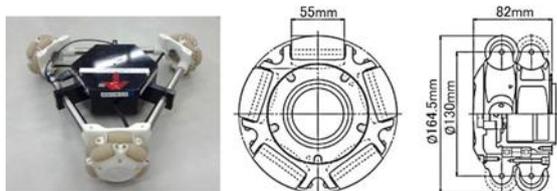


Fig.1 Design sketch of BP164-03.

Table.1 Specification of BP164-03.

	BP164-03 series		
Assigned power rating	30W		
Motor gear ratio	26 : 1	47 : 1	111 : 1
Wheel diameter	164.5mm		
Wheel width	86mm		

Wheel material	Body : ABS Roller : Urethane rubber
Body weight	2.0kg

提案するオムニホイールは BP164-03 に内蔵されているモータの定格出力を 30W 以上にし、モータに取り付ける減速機の減速比を 111:1 より大きくすることでホイールの駆動力を上げる。またホイール幅を 86mm より薄くすることでホイールのコンパクト化を目指す。

BP164-03 を改良するにあたりホイール幅を薄くするためにオムニホイールの形状を改良する必要がある。まず従来のオムニホイールの問題点を述べる。図 2 に一般的なオムニホイールのモデルを示す。

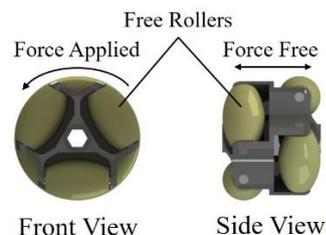


Fig.2 Omni-directional wheel.

オムニホイールは全方向移動をするために、ホイールの外周に等間隔でフリーローラを配置している。しかしながら、図 3 に示すように、1 段のみのオムニホイールではフリーローラに間に隙間があるため、軸を中心に駆動回転する際にホイールとして円形にならず走行できない。そのためホイールをずらして 2 段重ねにしなければならない。

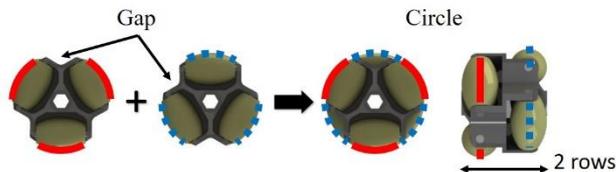


Fig.3 2 layers Structure of omni wheel.

これではホイール幅が大きくなりコンパクトにすることができない。そこでフリーローラの隙間を埋めるために、フリーローラに入れ子構造を用いることでオムニホイールを 2 段にすることなく 1 段で円形にすることができる。

### 3. 提案したオムニホイール

#### 3.1 入れ子式オムニホイール

図 4 に示すように形状の異なる大小 2 種類のフリーローラを入れ子方式で組み合わせることでこの問題を解決することができる。フリーローラの入れ子構造の詳細をまとめたものを図 4 に、設計した入れ子式オムニホイールの外観図を図 5 に示す。

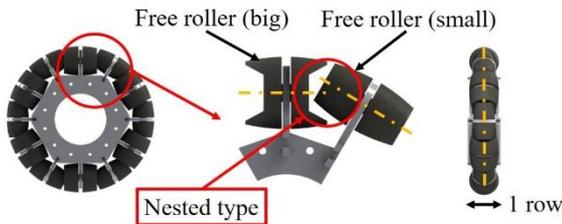


Fig.4 Nested type roller.

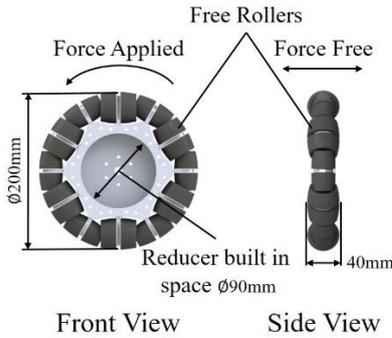


Fig.5 Nested type Omni wheel.

図5に示すように、設計上ではフリーローラに入れ子構造を用いることでホイール幅を86mmから40mmに縮めることができた。

### 3.2 内蔵するモータ

BP164-03に内蔵されているモータはmaxon motor EC 45 flat Ø45mm 30Wattである。今回ホイールの駆動力を向上させるために、内蔵するモータをより出力の高いEC 45 flat Ø42.8mm 50Wattに変更する<sup>(2)</sup>。

### 3.3 内蔵する減速機構

オムニホイールに内蔵する減速機は薄型で高減速比を得る必要がある。そこでこの条件を満たすサイクロ減速機に着目し、この機構を用いた減速機を設計しオムニホイールに内蔵することにした<sup>(3)</sup>。サイクロ減速機は原理的には主に次の2つの機構から成り立っている。

- 1) トロコイド系曲線歯形を持つ1枚、もしくは2枚歯数差の内接式遊星歯形機構。
- 2) 円弧歯形を持つ等速度内歯形機構。

サイクロ減速機のモデルを図6に示す。

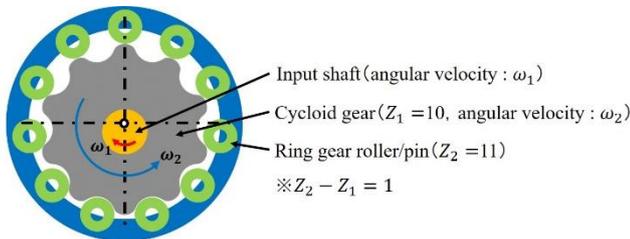


Fig.6 Cycloid drive.

内蔵する減速機はサイクロ減速機を2段階にすることで薄型でも高減速比を得られるようにする。図7に内蔵する減速機のモデルを示す。

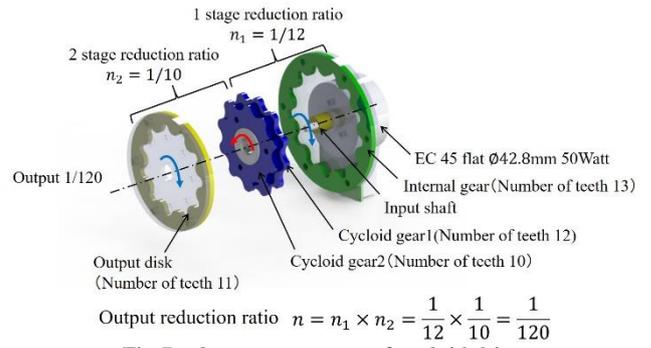


Fig.7 2 stages structure of cycloid drive.

## 4. 製作中のオムニホイール

図8に現在制作中の入れ子オムニホイールの試作モデルを示す。3Dプリンタでオムニホイールを制作した。入れ子式にしても問題なく円形を保っている。2段階のサイクロ減速機はまだ設計段階のため、図8のオムニホイールには先行研究で制作した1段階のみのサイクロ減速機を内蔵している。今後はボディの材質を金属に、フリーローラをウレタンゴムに変更して試作機を制作する。

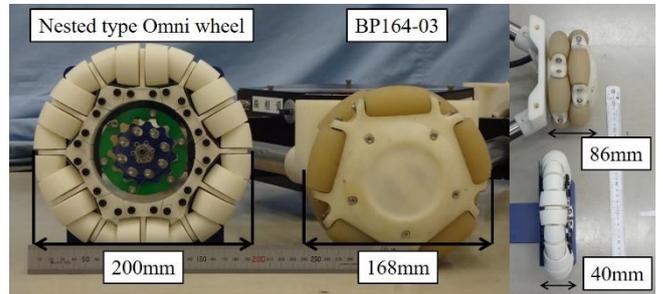


Fig.8 Prototype of nested type Omni wheel.

## 5. 結言

本報告では、従来のオムニホイールの性能を向上させるために、減速機とモータを内蔵した薄型のオムニホイールを提案した。モータトルク及び減速比を変更することで理論上ホイールの駆動力向上と入れ子構造を用いてオムニホイールのコンパクト化ができたと言える。今後、このオムニホイールの有用性を検証するためにも、試作機を製作し、ロボットに搭載して走行実験を行う必要がある。

## 謝辞

本講演会は、JSPS 科研費 15H03951 とキャノン財団、カシオ科学振興財団の助成を受けたことを記し、感謝を申し上げます。

## 文献

- (1) omni-net オリジナル・オムニユニット, ホイール樹脂製モータ内蔵オムニ「BP164-03」シリーズ, 「BP164-03」取扱説明書(PDF), <http://www.satt-web.com/omni-unit.htm>, <http://www.satt-web.com/image/12438253210.pdf>
- (2) maxon motor オンラインショップ, カタログページ, EC 45 flat Ø42.8mm, ブラシレス, 50Watt, [http://www.maxonjapan.co.jp/medias/sys\\_master/root/881722746142/15-262-JP.pdf](http://www.maxonjapan.co.jp/medias/sys_master/root/881722746142/15-262-JP.pdf)
- (3) 住友重機工業株式会社, Sumitomo Drive Technologies, サイクロ減速機 6000#シリーズ, [http://cyclo.shi.co.jp/product/gmotor/saikuro6000/pdf/sa6000\\_01.pdf](http://cyclo.shi.co.jp/product/gmotor/saikuro6000/pdf/sa6000_01.pdf)