

次世代型全方向輸送機構の開発

Development of next-generation omnidirectional transport mechanism

知能機械システム工学コース

材料革新サスティナブルテクノロジー研究室 1215013 竹中 克昭

1. はじめに

皆さんは、アニメの世界に登場する摩訶不思議な道具や特殊能力に憧れたことはないだろうか。その中でも日本国民であれば、藤子・F・不二雄作のアニメ「ドラえもん」を一度は目にしたことがあるだろう。「ドラえもん」の世界に登場する、様々なひみつ道具に魅せられ、未来で実現していたらいいなと考えたことはないだろうか。私はそんな世界に憧れ、実現したいと思い本研究を行っている一人だ。

本研究において開発する機構は、1996年に公開された映画「ドラえもん のび太と銀河超特急」において登場した「ベアリングロード」というひみつ道具からヒントを得ている⁽¹⁾。作中では、「ドリーマーズランド」という星で道路上を登場人物らが歩くことなく、移動する場面が描かれていた。この道路が「ベアリングロード」というひみつ道具だと作中では言われている。個々が自由に回転方向を選択する球体がデバイスとなり、地面に敷き詰められている。利用者は自身の進みたい方向へ進むことが可能なシステムである。これは、次世代の移動手段として非常に魅力的なのではないかと考え、本研究室で実現に向け開発を進めている。

2. ベアリングロード実現への過程

床に敷き詰められている機構の上に対象物(者)を乗せ、輸送するベアリングロードのような次世代移動手段を現代技術で達成させるため、二つの既存類似技術を参考にした。対象が人間であるエスカレーターや空港などに設置されている動く歩道(図1:三菱トラベーター:ムービングウォーク⁽²⁾)と対象が物であるベルトコンベヤである。しかし、これらの機構は対象をあらかじめ決まっている一方向にのみ輸送する。そこで、エスカレーターやベルトコンベヤなどの機構に移動方向範囲の自由度の高さを組み込むことで、実現させられるのではないかと考えている。



Fig. 1 (a) Mitsubishi Escalator,

(b) Mitsubishi Travator.

3. 研究目的

ベアリングロードの最終目標は、人や物などあらゆる「もの」を対象にした輸送である。そこで、本研究では最低でも一つの輸送機構を完成させ、物を対象とした輸送試験を行うことを目的とした。

4. ベアリングロード沿革

ベアリングロードは先行研究から現在まで、球体型とベルト型の二種類が輸送機構として設計、製作されてきた。各世代を図2(i)~(iii)に示し、構造に関して説明する。

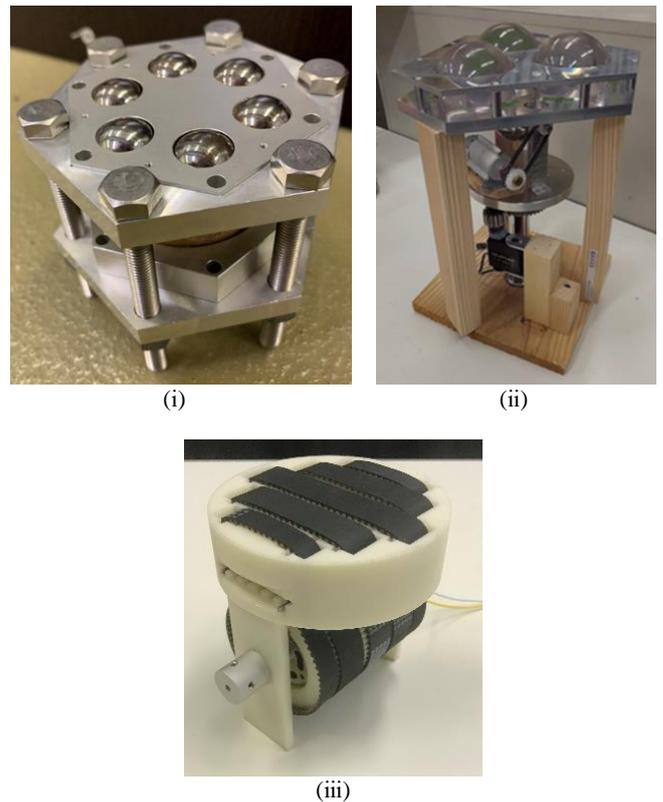


Fig. 2 Generation mechanism.

(i) 球体型第一世代

先行研究においてドラえもんに登場するベアリングロードを現代の技術で実現させるべく、球体を用いた球体同士の動力伝達を利用した三段構造を確立した⁽³⁾⁽⁴⁾。球体同士の接触による動力伝達を試み動作が可能なことを確認した。頭の中のイメージを具現化させ、今後の改良を可能にするべく試作した球体型のシステムである。その後、動力球に対してホイールの配置によって輸送球体の回転方向を制御することを可能にするべく、試行錯誤した⁽⁵⁾。

(ii) 球体型第二世代

(i)で具現化させたことで判明した構造の大きな問題点は二点ある。一つ目に全方位に回転する球体を支持する方法が確立しておらず、現代技術では最も実現が難しい。そこで、球体と同直径のお椀のような部品で支持したが、摩擦による損失が大きく伝達効率が悪い点。二つ目に全方位へ輸送するための構造・制御方法が確立していない点。これらの問題解決を図った構造である。

摩擦が大きいことは、輸送球体と保持部の接触面積が大きいために原因であるため、接触面積が小さくなるように構造の改良を行った。つまり、面ではなく点で支持する構造を考案することで一つ目の問題点を解決した。また、球体を用いることで移動対象物の全方位への輸送が可能であったが、そ

のために制御が複雑化していた。制御を簡略化させるために、移動対象物を輸送する機構と輸送方向を決定する機構を分けた構造にしたことで二つ目の問題点を解決した。

さらに、制御の複雑性を回避した球体を用いた輸送方法を実証し、確立することができた。それぞれの機構を、動力伝達機構と方位決定機構と呼び、図3、図4に示す⁽⁶⁾。



Fig. 3 Power transmission mechanism (Left).



Fig. 4 Direction determination mechanism (Right).

現在は、二号機を元に三号機として輸送球体の保持方法の改良による滑らかな回転を実現させ、動力伝達能力の向上を図っている。さらに、床に敷き詰めることなどを視野に入れた開発や制御システムの構築などを進めている⁽⁷⁾。

(iii) ベルト型第一世代

方位決定機構を確立したことにより、移動対象物の輸送に全方位への回転が可能な球体を用いずとも、一方向に動力を伝達するベルトのようなものを用いても、次世代移動手段として考案している技術を達成させることが可能ではないかと本機構を考案した。本機構はベルトコンベヤの構造を参考にし、動力源となる歯車に複数のベルトが接触し動力を得る仕組みである。実際に設計した(a)モデル図と(b)製作した輸送機構を図5に示す。本研究の結果から、動力伝達機構の基本構成は確立した。方位決定機構は、改良の余地はあるが、現状は図4に示す形で進めている。

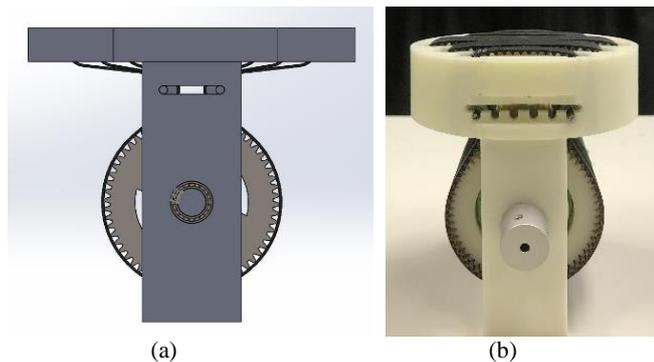


Fig. 5 (a) Model, (b) The prototype mechanism.

5. 球体型第二世代 輸送実験

前章(ii)で示した輸送機構が輸送可能な最大荷重を計測した。輸送部のトルクと使用するモーターのトルクを比較することで輸送機構の伝達効率を算出する。モーターには、タミヤのギア比400:1、伝達効率30%の遊星ギアを取り付け、トルクを大きくした。モーターの性能を表1に示し、実験手順(i)~(iii)を以下に示す⁽⁶⁾。

- (i) 輸送機構上に板を置き、さらにその上に錘を乗せる
- (ii) モーターを駆動させ、輸送球体に動力を伝達する
- (iii) 錘を追加し輸送不可能となった時の錘の重量を最大輸送荷重とした

Table. 1 Motor performance

Model	Voltage		Maximum	Efficiency
	Operating Range	Nominal	Speed	Torque
		V	r/min	mN·m
RE-280RA	1.5 - 3.0	3.0	5800	1.47

本機構を用いた時、1.35kgが最大輸送荷重であった。

6. ベルト型第一世代 輸送実験

第四章(iii)で示した輸送機構で動作実験を行った。モーターは第五章で使用した、遊星ギアを取り付けた物を使用した。図6に実験系、実験手順は第五章の輸送実験と同様である。



Fig. 6 Experiment system

本機構を用いた時、2.5kgが最大輸送荷重であった。

7. まとめ

ベアリングロードを実現するために、球体型第一世代の動作実験からベルト型第一世代の輸送実験まで開発を進めた。

球体型第一世代を元に動力源を組み込んだ、球体型第二世代を設計・製作した。輸送実験で、現在使用するモーターで最大輸送荷重が、1.35kgだと分かった。

また、ベルトコンベヤのような輸送方向が一定の輸送機構自体を回転させ、輸送方向の自由度を向上させるベルト型第一世代を設計・製作した。輸送機構の最大輸送荷重は2.5kgと判明した。現在、輸送機構の伝達効率の算出を行っている。

今後、トルクが高いモーターを使用することで最大輸送荷重の向上を目指す。現在、伝達効率を向上させるために構造や材料を見直すなど改良が進められている。今後に期待されたい。

参考文献

- (1) 芝山努(監督), 藤子・F・不二雄(脚本・原作), 「映画ドラえもののび太と銀河超特急」, (1996), シンエイ動画, テレビ朝日, 小学館
- (2) 三菱エスカレーター, 三菱トラベーター : <http://www.mitsubishielectric.co.jp/elevator/escalator/index.html> (最終閲覧日: 2019年2月9日)
- (3) 藤川涼平, 高知工科大学大学院, “球体伝達機構と全方向移動装置を用いた次世代移動手段の開発”, 修士論文(2017)
- (4) 吉本翔斗, 高知工科大学, “未来的移動手段を想定した球体による革新的駆動伝達機構の提案”, 学士論文(2016)
- (5) 竹中克昭, 高知工科大学, “ホイール配置による球体の全方向回転制御機構の開発”, 学士論文(2017)
- (6) 狩野大輝, 高知工科大学, “球体伝達機構を用いた全方向移動手段の開発”, 学士論文(2018)
- (7) 鈴鹿紅音, 高知工科大学, “球体と全方向制御装置を用いた次世代移動手段の開発”, 学士論文(2018)