

# 平面型全方向駆動歯車に基づく全方向物体搬送テーブルの研究

## Study on the omnidirectional transporting table based on the planar omnidirectional driving gear

○大石 高輝\*, 熊谷 充彦\*, 阿部 一樹\*, 奥山 貴晶\*, 中野 芳樹\*,  
多田隈 建二郎\*\*, 多田隈 理一郎\*

○Kohki Ohishi\*, Mitsuhiro Kumagai\*, Kazuki Abe\*,  
Takaaki Okuyama\*, Yoshiki Nakano\*, Kenjiro Tadakuma\*\*,  
Riichiro Tadakuma\*

\*山形大学, \*\*東北大学

\*Yamagata University, \*\*Tohoku University

**キーワード** : 全方向駆動歯車 (Omnidirectional Driving Gear), ネオジウム磁石 (Neodymium Magnet),  
全方向搬送トレイ (Omnidirectional Transporting Tray), ARToolKit (ARToolKit),  
対人親和性 (Interpersonal Affinity)

**連絡先** : 〒 992-8510 山形県米沢市城南 4-3-16 山形大学大学院理工学科機械システム専攻 大石 高輝,  
Tel: (0238)26-3893, Fax: (0238)26-3205, E-mail: trt00486@st.yamagata-u.ac.jp

### 1. 緒言

近年,工場などではロボットを投入し,高度な作業の自動化及び生産システムのロボット化が行われ,人とロボットとが共に工場で働くといった場面が増えている.<sup>1)</sup> また,大量に生産する商品や簡単に作れ,安価かつ大量生産が可能な商品については主に海外での製作が増え,日本国内では多品種少量の製品を製作することや短納期のもの,技術難易度の高いものの製作が求められている.セル生産方式のように一人もしくは数人程度で作業することで,生産量の変動への対応や生産性の向上が行われている.ただし,セル生産方式は作業員個人の技量差が大きく出やすいため,それを補うために作業員を補助するロボットの研究が現在行われている.<sup>2),3)</sup>

現在,多田隈研究室では全方向駆動歯車を用いた新しい物体搬送装置を製作している.そこで,全方向駆動歯車を利用し,ロボットと人とが協調可能であり,セル生産に対応できるようにユニット化され,使用者を補助することができる全方向物体搬送テーブルを提案する.

具体的には,複数の平歯車をそれぞれ互いに垂直に配置し,その上に全方向駆動歯車と一体化したトレイを配置する.また,対人親和性を高めるため,それらの上に天板と物体搬送用のトレイを載せ,それぞれのトレイにはネオジウム磁石を取り付け,トレイ同士を強力な磁石によって連動させる.これにより,人と触れる物体を天板上のトレイのみとし,モータや歯車といったものを天板の下に集約させる.

## 2. 全方向物体搬送テーブルについて

### 2.1 全方向物体搬送テーブルの概要

Fig.1に全方向物体搬送テーブルの外観, Fig.2に側面図を示す. 全方向物体搬送テーブルの大きさは960[mm] × 960[mm] × 180[mm]であり, 全方向駆動歯車の受け渡しについては, DCモータの回転角をエンコーダによるフィードバックによって制御している. 天板はアクリル板となっており, 厚さは15[mm]となっている. また, この全方向物体搬送テーブルは, 4つのユニットから構成されており, 1ユニットはDCモータをX方向Y方向に2つずつ計4つ配置し, それぞれを稼働させトレイを受け渡していく. よって, それぞれの駆動用平歯車の位相を正確に合わせておくことにより平歯車間のトレイの受け渡しをスムーズに行う. 現在, Fig.3のように対角線上にトレイを複数配置し, 同時に稼働することが可能となっている.

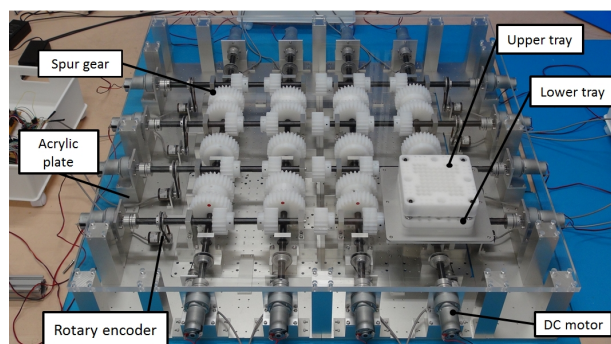


Fig. 1 Overall view of the omnidirectional transporting table

### 2.2 物体搬送用トレイについて

各トレイの外観を Fig.4 に示す.

トレイ全体の大きさについては 150[mm] × 150[mm]であり, デルリンで製作されている. それぞれトレイの4隅にネオジウム磁石 (株式会社マグファイン製) を4個ずつ計16個配置し, そ

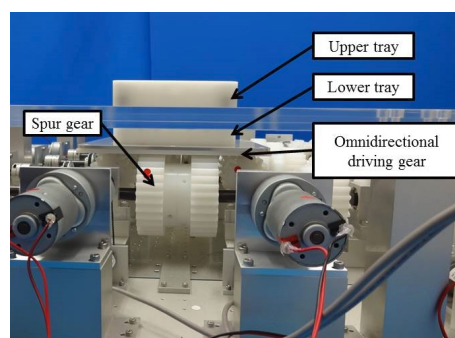


Fig. 2 Side view of the omnidirectional transporting table

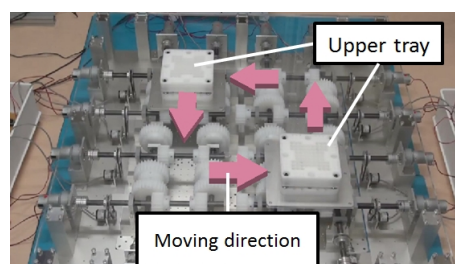


Fig. 3 Arrangement of multiple trays

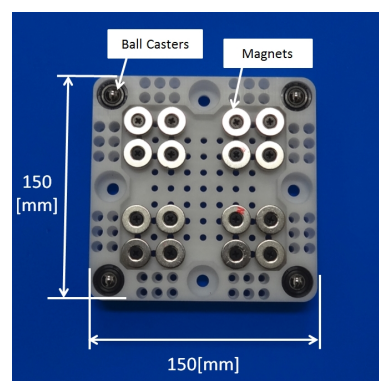


Fig. 4 Overall view of the tray

それぞれ4隅のボールキャスタによって支持する仕組みとなっている。ネオジウム磁石の大きさはΦ 20[mm] 高さ 10[mm] であり、1個当たりの磁石の吸着力は 8.231[kgf] となっている。

### 3. 外部センサによる自己位置補正実験

全方向物体搬送テーブルでは、DC モータに目標位置を与え、トレイを運ぶことができるが、その目標位置と実際に移動した距離に差異がある場合、それが蓄積し、大きな誤差となってしまう。そこで、外部センサにより、自己位置補正を行い、差異を少なくする必要がある。

今回は、外部センサとして USB カメラ (センサーテクノロジー株式会社製 STC-TC33USB) と "ARToolKit" を使用する。USB カメラを全方向物体搬送テーブルの上に設置し、"ARToolKit" によって各トレイの位置を測定し、トレイの初期位置と移動後の位置がずれている際にどのくらいの精度で補正できるか実験を行った。Fig.5 に今回の自己位置補正実験の簡略図と Fig.6 に実験の外観を示す。また、レーザ測距計として株式会社キーエンス社製の "IL-600" を使用した。以下に実験方法について示す。

- 1) 2つのトレイを Fig.5 のように全方向物体搬送テーブルの対角線上に置き、トレイ A の初期位置でレーザ測距計の値をそれぞれ 0 mm とする。また、トレイ A の位置を "ARToolKit" を用い測定し、その座標の値を記録する。
- 2) 2つのトレイをそれぞれ半周させ、トレイ A の位置にトレイ B を、トレイ B の位置にトレイ A をそれぞれ移動させる。また、その時のトレイ B の値をレーザ測距計で測定し、その値をエンコーダのフィードバック制御による値 (補正前の値) とする。

- 3) 1) にて測定したトレイ A の座標の値と、現在のトレイ B のある座標の値を比較し、ずれている分だけトレイ B を移動させる。その後、その補正後の値をレーザ測距計で測定し記録する。
- 4) この作業を 10 回繰り返し、レーザ測距計で測定した補正前と補正後の値を比較する。

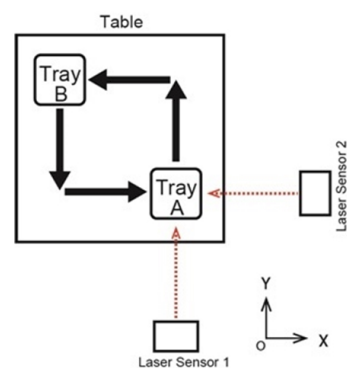


Fig. 5 Schematic diagram of the experimental setup

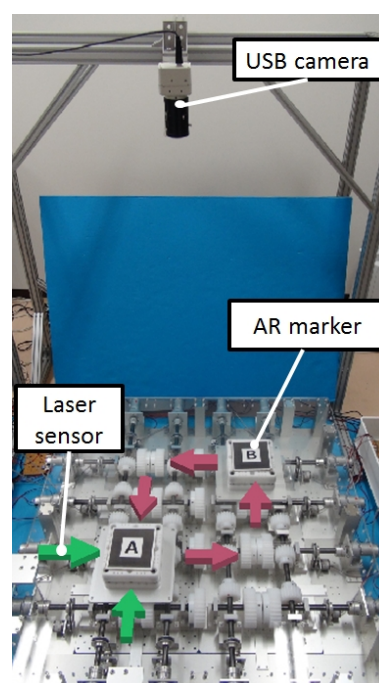


Fig. 6 Arrangement of multiple trays

### 3.1 実験結果

Fig.7に実験結果を示す. Fig.7より補正前の値は, X軸 Y軸共に平均2.5[mm]程度の誤差があることに対して”ARToolKit”によって補正をした場合, X軸 Y軸共に0.5[mm]程度に誤差を収めることができた. これにより, 自己位置補正に”ARToolKit”を利用することで, より正確にトレイを目標位置に移動させることが確かめられた.

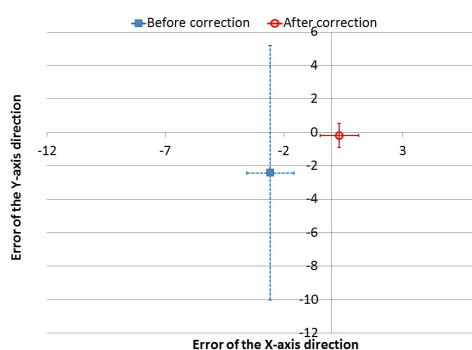


Fig. 7 Arrangement of multiple trays

### 3.2 結言

本論文では, 全方向物体搬送テーブルにおいて複数のトレイを稼働させることを可能とし, さらに外部センサとしてUSBカメラと”ARToolKit”を利用することにより, 高い精度で自己位置補正を行うことができると分かった. 今後は, トレイの受け渡しの際に全方向駆動歯車が駆動用平歯車に引っかかってしまい, うまく受け渡しができない場合も起きてしまったため, 複数の平歯車の間におけるトレイのスムーズな受け渡しの実現や, 実際に物体搬送トレイの上に物体を載せ, 物体を運ぶことを実現していく.

### 参考文献

- 1) 榊原 伸介: ”工場働くロボット-産業用ロボットの現在と未来-”, 日本ロボット学会誌 Vol27, No3, pp.263-264. 2009

- 2) 岩室 宏: ”セル生産システム”, 日刊工業新聞社, 2002
- 3) 米澤 浩: ”千手観音モデルによるロボット制御セル生産システム”, 日本ロボット学会誌 Vol27, No3, pp.272-273. 2009