

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月6日現在

機関番号：17104
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2009～2011
 課題番号：21560265
 研究課題名（和文） 球駆動式全方向移動機構を用いた電動車椅子の開発
 研究課題名（英文） Development of Electric Omni Directional Wheel Chair using Ball Wheel Drive Mechanism
 研究代表者
 宮本 弘之（MIYAMOTO HIROYUKI）
 九州工業大学・大学院 生命体工学研究科・准教授
 研究者番号：20336100

研究成果の概要（和文）：狭い場所で自由に移動できる球駆動式全方向移動装置を応用し電動車椅子を開発した。全方向移動車椅子を2台試作し、北九州学研都市内で実証実験を行った。走行安定性、エレベータの段差の乗り越え、スロープの登坂、石畳での走行、などの性能を確認した。これらの成果は学会発表と論文投稿を行った。また、イノベーションジャパン等の展示会に出展し、Youtube やホームページ等でも公開した。

研究成果の概要（英文）： We developed a electric omni-directional wheelchair by using the ball wheel drive. Two prototype wheelchairs were used for experiments in Kitakyushu Science and Research Park. We confirmed performance of our machine, such as stability and overcoming step of the elevator, traveling slope, in the stone pavement. These results were submitted papers and conference presentations. In addition, we demonstrated our machine in exhibition (e.g. Innovation Japan). Some movies were introduced to the public with youtube and our website.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度	0	0	0
年度	0	0	0
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：機械

科研費の分科・細目：知能機械・知能ロボティクス

キーワード： 前方向移動、車椅子、球駆動

1. 研究開始当初の背景

(1) 狭い場所で自由に移動できる全方向移動装置は走行安定性が不十分である点と高コストな点から、実用に十分堪える製品は開発されていなかった。

(2) 従来、全方位車輪はオムニホイール(図1)が多く用いられるが、小径のローラの

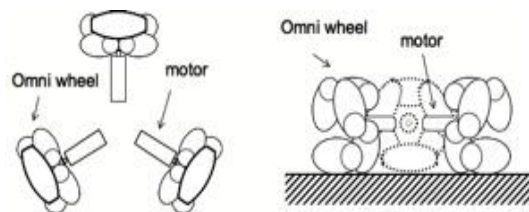


図1：オムニホイール式全方向移動機構の例

（左：上面図、右：側面図）

ため段差の乗り越えは困難である。ホイールの回転による振動と騒音の問題も残る。またホイールの横滑りによりホイールの駆動方向と機構自身の移動方向が一致しない。従って床面の凸凹や勾配等の影響により走行挙動が不安定となり易く、絨毯や不整地、勾配などでの走行に適さない。オムニホイール式は、均一で水平な床面など、活用場面が限定される。

(3) 球体駆動式(図2)は簡単な構造で、どの方向へも速度ムラが出ない、低振動・低騒音等の長所があり、球体で駆動するので段差の乗り越えや不整地走行も可能である。平面内の全方向移動には並進移動と回転の自由度が3つなので、3つのモータで必要十分である。

モータ関連にかかるコストは全体のなかで大きい比率を占める。図2の例では、ひとつの球にふたつずつのモータ、計4個のモータが必要でコストが高くなる。また、移動の3自由度に対して4つのモータを精密に制御しなければ、モータ回転誤差が球とロータや球と路面の間に無用のスリップを生じ、駆動系へ過度な負荷がかかる恐れがある。

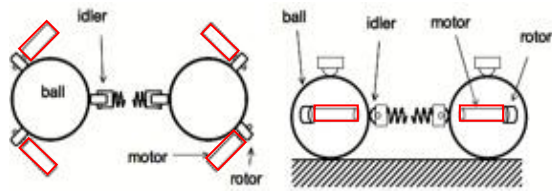


図2：球駆動式全方向移動機構の従来方式の例(左:上面図、右:側面図)

2. 研究の目的

(1) 従来の全方向移動装置の長所を継承し欠点を克服する球駆動式全方向移動装置を電動車椅子へ応用する。

(2) 本研究で提案する新しい球体駆動方式の概略を図3に示す。本方式では、球体と駆動モータを3つずつ用い、隣り合う球をひとつのモータで同時駆動する。球を用いているので低振動・低騒音である。簡単な構造で、モータは必要最小限の3つなので低コストが見込める。正確な並進と回転のためには精密なモータの回転制御が望ましいが、必ずしも精密なモータの回転制御を行わなくとも、球とロータや、球と路面の間の無用なスリップは生じない。さらに、球の回転方向と装置全体の移動方向が一致し球の横滑りを生じないので、床面の凸凹等の影響を受けにくく、走行安定性が高く、球の半径より低い段差を乗り越えることができる。

以上のように、提案する技術は、従来の技

術の良い点を残し、欠点を克服できる方式となっている。

3. 研究の方法

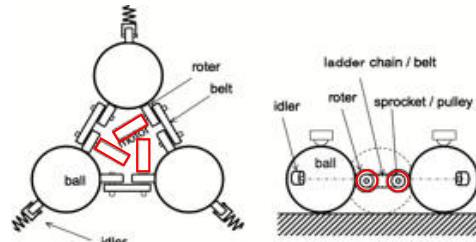


図3：提案する球駆動式全方向移動機構(左:上面図、右:側面図)

人間が搭乗可能な大きさの全方向移動装置を試作し、耐久性、耐候性、安定性、安全性などを実使用条件のもとで確認する。申請者が在する北九州学研都市はロボット特区に指定されているので学研都市内の舗装路や歩道等の屋外での走行実験が可能である。そこで、学研都市内での実証実験で直進性や安定性、エレベータの段差の乗り越え、歩道と車道との段差の乗り越え、障害者用スロープの登坂、濡れた路面での走行、石畳での走行、芝生での走行、砂地での走行、狭路での扱いやすさ、などの性能を詳しく調査する。ここで新たな問題点を洗い出し、全方向移動装置のさらなる改良に取り組む。

以上の研究開発活動と並行して、ロボカップにも取り組む。ロボカップで使用している現行機では、オムニホイール式全方向移動機構を採用している。ロボット同士がサッカー試合を行うロボカップ(ロボットサッカー大会)では、試合中、3[m/s]以上の速度で走行する。また、急加速や急な方向転換が求められ、ロボット同士が激しくぶつかり合う事もしばしばである。このような過酷な条件の試合に参加することは、全方向移動装置の信頼性や頑強性を確認するには非常に都合が良い。そこで、ロボカップ用に試作機を製作し、機構の信頼性や頑強性を確認する。ここで得られるノウハウを電動車椅子の開発にフィードバックする。

4. 研究成果

直径100mmの球を用いた試作機に人が乗り、厚さ18mmの板の乗り越え実験を行った(図4左)。また約18度の登坂も可能であった(図4右)。

従来のオムニホイール式では段差乗り越えは非常に困難であり、登坂は走行が不安定になりやすく極めて危険であるが、本装置では安定して安全に走行可能であった。



図4：提案する球駆動式全方向移動機構
左：18mmの段差乗り越えの様子
右：18度の登坂の様子

エレベータ乗降時の幅約3cmの溝の乗り越えも可能であった(図5左)。さらに成人男性3名が乗った状態では200kg以上の総重量となるが、安定に走行できた(図5右:参考URL、<http://www.youtube.com/user/ballwheel>)。

図5：提案する球駆動式全方向移動機構
左：3人搭乗での走行の様子
右：エレベータ乗り降りの様子



以上のように、本特許をもとに開発する全方向移動装置は、従来の類似技術で実現が困難であった多数の問題点を解消可能であり、より高い走行性能、安定性を有し、しかも機構的にも無理や無駄がないので低コスト化が容易である。

2回の試作を通して洗い出された機構における問題点の多数を解決することができた。また、実走行実験においても、当初目標としていた性能を出すことが出来た。全方向移動機構としては低コストで走行安定性も高い。

以上のように、本方式では極めて走行安定性が高く、実用化に一步近づいた。さらに高い走行安定性を活かし、リハビリ支援のための自立式歩行支援装置を開発し製品化予定である。

今後、全方向移動台車の基本的な機構部分においては、ほぼ完成に近づいたと考えており、今後は操縦安定性と安全性の向上を図るなどの、さらなる改善とともに、コスト削減を図る。また、工場内の搬送台車などの車椅子以外への応用を検討していく予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

①石田秀一、宮本弘之、球体駆動式全方向移動機構の開発、機械学会論文誌、査読有、印刷中

〔学会発表〕(計 5 件)

①石田秀一、戸部田雅一、宮本弘之、全方向移動機構のための全方向衝突検知装置、査読有、第17回ロボティクスシンポジウム、予稿集、pp618-624、2012/3/14-15

②養毛博一、宮本弘之、電動車いす操作における直感的なインターフェースの開発、電子情報通信学会技術研究報告、査読無、vol. 111、no. 241、NC2011-68、pp.137-142、2011/10/19-20

③戸部田雅一、石田秀一、宮本弘之、ホロノミックな全方向電動車いすにおける衝突状態からの復帰操作支援、電子情報通信学会技術研究報告、査読無、vol. 111、no. 241、NC2011-67、pp.131-136、2011/10/19-20

④石田秀一、宮本弘之、球体駆動式全方向移動機構を用いた歩行介助ツールの開発、電子情報通信学会技術研究報告、査読無、vol. 111、no. 241、NC2011-54、pp.53-58、2011/10/19-20

⑤ Shuichi Ishida, Hiroyuki Miyamoto, Ball Wheel Drive Mechanism for Holonomic Omnidirectional Vehicle, ISORA201 & World Automation Congress (WAC)2010, Kobe, Japan, #615 in CD-ROM, Sep. 2010. 査読有

〔産業財産権〕

○出願状況(計 1 件)

名称：球体駆動式全方向移動装置

発明者：石田秀一、宮本弘之

権利者：九州工業大学

種類：特許

番号：特開 2010-030360

出願年月日：平成 20 年 10 月 16 日

国内外の別：国内

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.youtube.com/user/BallWheel>

<http://www.brain.kyutech.ac.jp/~miyamo/>

<http://www.kyutech.ac.jp/professors/wakamatsu/w2/w2-3/entry-754.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮本 弘之 (MIYAMOTO HIROYUKI)
九州工業大学・生命体工学研究科
(研究院)・准教授
研究者番号：20336100