

## 計測ユニット着脱型車いす駆動能力計測システムの開発

## Development of Measuring System for Assessment of Wheelchair Driving Capability with a Detachable Measurement Unit

池田知純(職業大), 野中昌平(ケーヒン), 垣本 映(職業大), 鈴木重信(職業大), 新家寿健(職業大), 齊藤哲也(ポリテクセンター関西), 関口行雄(精密測定技術振興財団)

Tomozumi IKEDA, Akira KAKIMOTO, Shigenobu SUZUKI, Toshitake ARAIE, Polytechnic University  
Syouhei NONAKA, Keihin Corporation

Tetsuya SAITOU, KANSAI Polytechnic Center

Yukio SEKIGUCHI, The Precise Measurement Technique Promoting Foundation

**Abstract:** We developed a system for assessment of wheelchair driving capability using a giant magnetostrictive device. The system consisted of hand rim, hub and a dismountable measurement unit that was comprised of sensors, electronic circuitry and battery. Also it had a mechanism to mount the unit on wheels of different diameters. Experiments were performed with the system mounted on 20- or 24-inch-diameter wheels to assess wheelchair driving capability of adult and children. A experimental result showed that it was able to assess driving force, speed and left-right coordination of adult and children by the system.

**Key Words:** wheelchair, wheelchair driving capability, giant-magnetostrictive material

## 1. はじめに

現在, 車いす走行時の駆動能力計測に関しては様々な研究が行われており, ユーザの車いす選定における処方やリハビリテーション訓練, 生活環境整備の指標に活用されている<sup>(1)</sup>. これまでに車いす駆動能力計測システムが研究開発されており, 記録装置が車いすと有線接続されているため計測範囲に限られる, 計測部が車いす内部に設置しているため様々な車輪径に取り付けることができないなどの問題が挙げられている<sup>(2)</sup>. この問題を解決するため, 先行研究において超磁歪素子を用いた駆動能力計測システムが製作された<sup>(3)</sup>. 超磁歪素子を駆動力計測センサとして用いたことにより, システムの軽量・コンパクト化を実現できた. また記録装置を含む計測システムを車輪のハブと一体化したことにより無拘束での計測可能となった. 一方で, 計測システムをハブと一体化したため, 計測対象毎に計測システムを準備しなければならないという問題点が挙げられた.

そこで本研究は, 計測システムをユニット化し, 様々な車輪に装着・脱着が行える機構を有する車いす駆動能力計測システムの試作を目的とした.

## 2. 計測ユニット着脱機構

計測ユニット着脱機構の3DモデルをFig.1に示す. 計測ユニット着脱機構は, 計測センサ, 計測回路, バッテリからなる計測ユニット, 計測ユニットと嵌合するハブをもつ専用車輪, ハンドリムからなる. 計測ユニットのハブ内部は, 車軸部にロータリエンコーダ, その円周上に前進・後進用の超磁歪素子を用いた力センサが配置されている.

計測ユニットには固定ピンとノブを操作すると可動する固定用爪がある. ハブ周方向の動きは, 軸受底面に配置している固定ピン(ボス)をハブ底面の固定ピン用の穴に嵌めこむことにより固定され, スラスト方向の動きは, 軸受両脇のハブ固定用爪をハブ側面の穴に嵌めこむことで固定される. 計測ユニットを取り付ける時には, 固定ピンと固定用爪をそれぞれの穴に一致させるように計測ユニットをハブに押し込む. 取り外す時には, 軸受底面のノブを車軸側に引き込みながら軸方向に押し出す.

試作機の外観と計測ユニットの固定部位をFig.2およびFig.3に示す. 計測ユニット着脱機構の材質は, 軽量かつ強度を確保するために, アルミニウム合金(A7075)を使用した. 計測ユニット固定用のハブを搭載した専用車輪の径については, 成人対象の24インチ用と小児対象の20インチ用の2種類を製作した.

Table1は, 車輪径24インチのモジュール車いす(ニューモス, 日進医療器)に, 計測ユニット着脱型またはハブ一体型計測システムを装着したときの車輪幅および質量の比較結果である. 計測ユニット着脱型計測システムを装着し

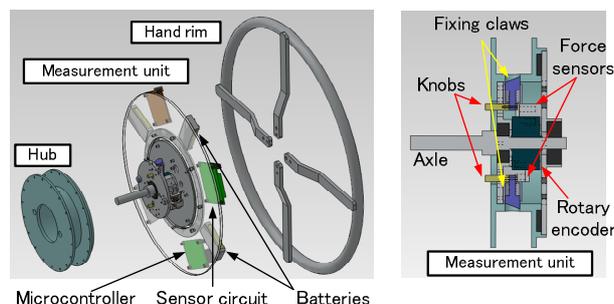


Fig. 1 Mechanism model of measuring system for assessment of wheelchair driving capability.



Fig. 2 Appearance of measuring system for assessment of wheelchair driving capability(left:20-inch wheel, right:24-inch wheel).

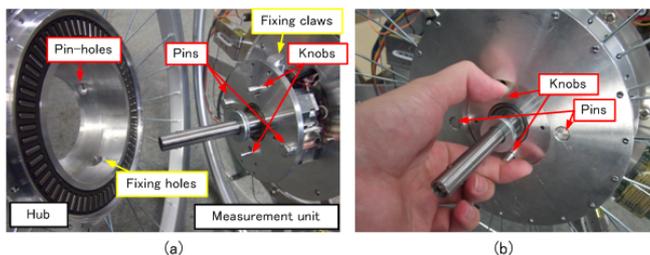


Fig. 3 Attachment and release of measurement unit from hub. (a)attachment, (b)release

Table 1 Comparison of wheel width and wheel weight(wheelchair with 24-inch wheels).

	Wheel width [mm]	Wheel weight [kg]
Original (Newmos)	56	2.1
Built-in hub type	80	3.8
Detachable unit type	84	4.2

た車いすの車幅は 638 mm，質量は 18.0 kg となり，ハブ一体型と比較すると，ユニット化して部品数が増えたため車輪幅が 4 mm，質量が 400 g の増加となった。車輪径 20 インチの小児用車いす（MX-mini，オーエックスエンジニアリング）に計測システムを装着したときの質量と車幅は，元の車いすより質量が 4.8 kg，車幅が 72 mm の増加となった。

計測ユニットおよびハンドリムの交換に要する時間は，計測ユニットの着脱に約 1 分，ハンドリムの交換に約 4 分，合計約 5 分であった。

### 3. 動作確認実験

車輪径 20 または 24 インチの車いすに計測ユニットを装着し，安定して左右駆動力および走行速度が計測できるかを検証する実験を行った。被験者は，健常成人 1 名（24 歳男性）と健常児童 2 名（9 歳男性，6 歳女性）とし，インフォームドコンセントを得た後に実験を行った。実験は屋内平地 P タイルで行い，被験者には 10 m 直進し一旦停止後スピントーンして戻る走行を 3 回行わせた。なお，健常成人には 1m/s で，健常児には走行し易い速度で直進走行するよう指示した。

健常成人と健常児（男性）の計測結果の 1 例を Fig.4 および Fig.5 に示す。ここで，右駆動輪出力データを赤線，左駆動輪出力データを青線で示している。被験者によらず発進時に大きな駆動力を要し，直線走行時には一定速度になるように操作していることがわかった。走行停止やスピントーンでの左右協調動作も読み取ることができた。

### 4. おわりに

本報告では，様々な車輪径に装着可能な計測ユニット着脱型計測システムを試作し，容易に計測ユニットの着脱が行えることを示した。車輪径が 20 または 24 インチの車いすに計測ユニットを装着し，平地での計測実験を行った結果，駆動力・走行速度，左右の協調動作を読み取ることができた。

今後の課題として，実際の車いすユーザを被験者とした走行時の計測を行うこと，車いす導入時の訓練やスポーツ車いすのトレーニングへの活用方法を検討することが挙げられる。

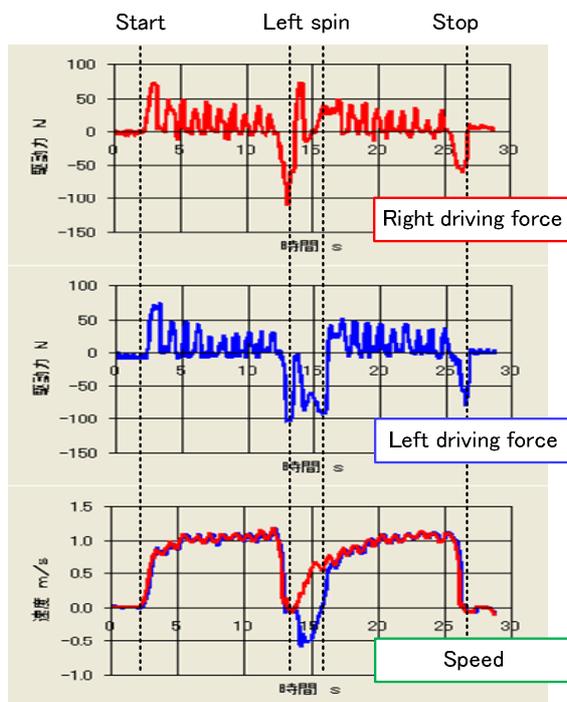


Fig. 4 An example of driving performance of adult.

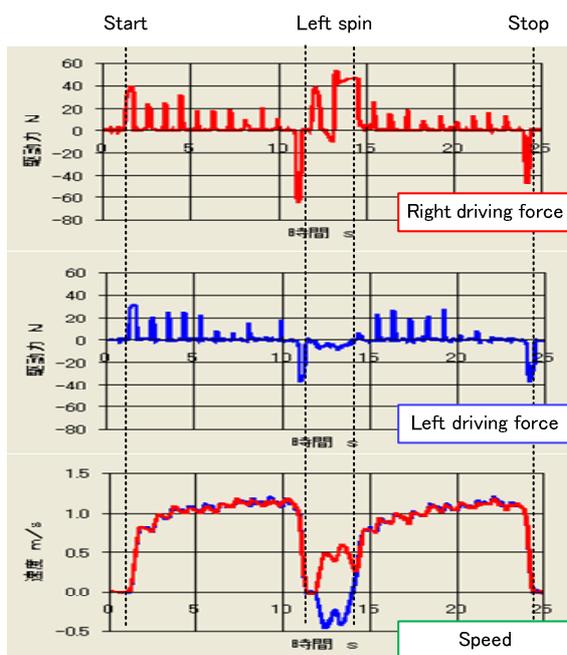


Fig. 5 An example of driving performance of child.

### 参考文献

- (1) 米田郁夫 他，高齢者障害者の移動機器の最適処方に関する研究開発 - 車いすへの環境負荷と操作難易度評価システムの試作 -，兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所報告集，pp.156-166，2003.
- (2) 稲田百合子，車いす駆動力計測システムの開発，修士論文，2005.
- (3) 山口隼平，超磁歪素子を用いた車いす駆動力計測システムの開発，修士論文，2010.