

## 電動アシスト三輪車の駆動補助力の比率測定方法の検証

### 1. 緒言

平成 26 年度より電動アシスト自転車に関する研究を実施するため、電動アシスト自転車用シャーシダイナモメータ（以下、シャーシダイナモメータと呼ぶ）を導入し、シャーシダイナモメータを用いて、駆動補助力の比率測定や一充電当たりの走行距離測定、及び電動アシスト自転車の評価方法について様々な研究を行ってきた<sup>1)~5)</sup>。

平成 29 年度の自転車等研究開発普及事業では、自転車に関して当所へ寄せられる相談や、社会的要請のある事象について、技術的側面からデータ収集を簡易的に行い、速やかに報告を行うことを目的とする。

平成 29 年度第三報となる本報告では、後輪の間隔が大きい電動アシスト三輪車において、車両を改造せずに、駆動補助力の比率が測定可能か検証した。駆動補助力の比率測定の際には車輪の転がり抵抗も測定結果に影響するため、シャーシダイナモメータに車両を固定するのに必要な前輪一輪以外の車輪をローラに載せる必要がある。現在のシャーシダイナモメータではローラ幅が 750 mm であるため、これ以上の後輪間隔である車両の駆動補助力の比率を測定するためには、車両側でローラ幅に後輪間隔を収める改造をしなければならない。

本報告では、車両の改造を極力行わない方法にて、シャーシダイナモメータ及び駆動補助力の比率測定に用いる測定ソフトウェア及び出力される帳票を用い、駆動補助力の比率測定をどのように評価が可能かを調査した。

### 2. 供試品、測定機材及び測定方法

#### 2.1 供試品

供試品として、測定開始前に本来の使い方によって運転することが可能な状態に整備した、任意の電動アシスト三輪車を使用した。詳細について表 1 にまとめた。この供試品については後輪のうち、左側の後輪によって駆動する構造であった（図 1）。実際に駆動する後輪を後輪①、駆動しない後輪を後輪②と呼ぶ。

表 1 供試品

種類	電動アシスト三輪車
重量	約 29 kg
車輪径 (前/後)	18×1.75/16×1.75
変速	内装 3 段
後輪の最大 空気圧	240 kPa

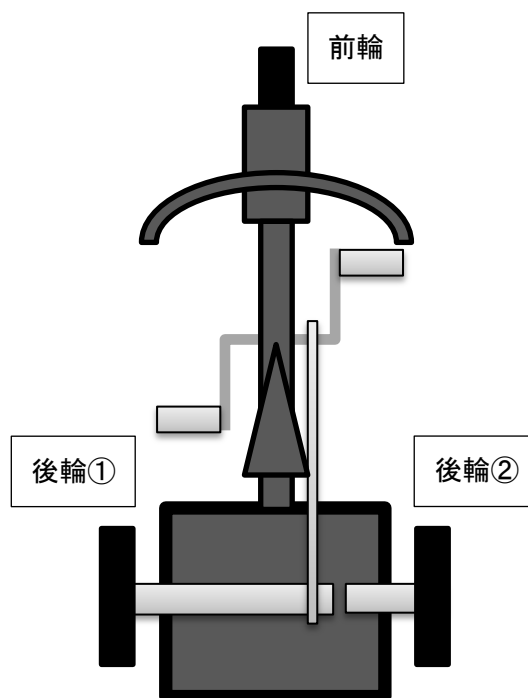


図 1 自転車の構造（上から見た構成図）

## 2.2 測定機材

測定機材にはシャーシダイナモメータを用いた。外観及びシステムの概要を写真 1、図 2 に示す。詳細については過去に報告した報告書<sup>1)、2)</sup>を参照いただきたい。



写真 1 シャーシダイナモメータ外観

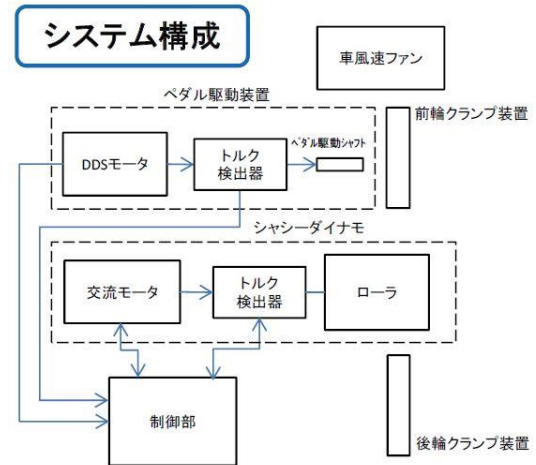


図 2 シャーシダイナモメータ構成図

## 2.3 測定方法

### 2.3.1 規定された走行抵抗の解釈

JIS D 9115 : 2017 の附属書 B で規定された駆動補助力の比率測定では、駆動力の大きさが規定されている。詳細は JIS D 9115 のとおりであるが、ゆるい上り勾配相当の駆動力である設定条件 1 及び急な上り勾配相当の駆動力である設定条件 2 で、5~28 km/h までの 6 速度、計 12 の条件で駆動補助力の比率を測定すると規定されている。

この駆動力については、シャーシダイナモメータのローラ上に接地しない前輪 1 輪分の転がり抵抗及び空気抵抗、登坂抵抗の理論値を合算した値を想定していると思われるため、車輪の数が増えた際には、適切な下方力を付加した状態でその車輪をローラ上に接地する必要がある。今回の検証では、事前に増えた分の車輪の転がり抵抗を測定し、シャーシダイナモメータ側の制御で負荷することで、増えた分の車輪をローラ上に接地せずに測定が可能なのかを調べた。

### 2.3.2 測定方法・手順

測定方法については、JIS D 9115 : 2017 (電動アシスト自転車) の附属書 B で規定されている、駆動補助力の比率の測定方法に準じて測定を行った。車輪をローラ上に載せる、載せないといった細かな設定については、表 2 に示すような手順を踏んで測定を行った。各部の力のかかり方については表 3 にまとめた。

表 2 測定手順

測定手順	測定 I : 後輪①②ともローラ上に載せて測定	測定 II : 後輪①のみローラ上に載せて測定
1	シャーシダイナモメータを暖機、内部の摩擦抵抗など(以下、ロスと呼ぶ)測定	シャーシダイナモメータを暖機、ロス測定
2	シャーシダイナモメータ上に基準通りに自転車を取り付け	シャーシダイナモメータ上に基準通りに自転車を取り付け
3	↓	後輪①をローラと接触しないようにジグ上に載せる。ジグについては、両方の後輪をローラに載せた際の分担荷重と差が出ないよう、写真のようなジグを作成した。 
4	↓	後輪②の転がり抵抗(シャーシダイナモメータのロス含む)を測定し(図 3)、シャーシダイナモメータのロス分を差し引く。
5	↓	上記転がり抵抗データをシャーシダイナモメータにインプットし、駆動力(走行抵抗)が 基準値+後輪②の転がり抵抗 となるようにする
6	↓	後輪①をローラ上に載せ、後輪②をローラと接触しないようにジグ上に載せる 
7	駆動補助力の比率測定実施	駆動補助力の比率測定実施

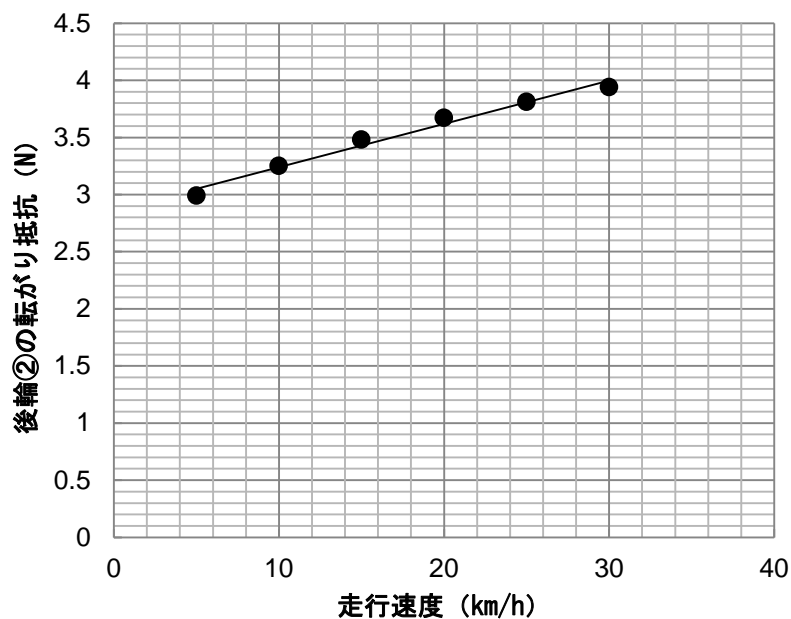


図 3 後輪②の転がり抵抗

表 3 力のかかり方

	測定 I : 後輪①②ともローラ上に載せて測定	測定 II : 後輪①のみローラ上に載せて測定
ローラ上にて駆動方向に生じる力	駆動力(ペダル駆動により生じる駆動力+アシストにより生じる駆動力-自転車内部の摩擦抵抗など)	駆動力(ペダル駆動により生じる駆動力+アシストにより生じる駆動力-自転車内部の摩擦抵抗など)
駆動方向と反対方向に生じる力(シャーシで発生)	シャーシダイナモメータのロス 規格で定められた駆動力分の走行抵抗	シャーシダイナモメータのロス 規格で定められた駆動力分の走行抵抗 後輪②の転がり抵抗分の負荷
駆動方向と反対方向に生じる力(ローラ上で発生)	後輪①の転がり抵抗 後輪②の転がり抵抗	後輪①の転がり抵抗

### 3. 測定結果

測定Ⅰ及び測定Ⅱを各3回実施した。なお、今回の供試品については人漕ぎでないクランク入力の場合、安全装置が作動するため、ペダル駆動装置のDDSモータを回転させる際、ACR（定電流制御）モードにて手で速度を調整し、クランク入力トルクに正弦波的なトルク変動（振幅 $3\text{ N}\cdot\text{m}$ ）が生じるように制御し、人漕ぎに近い状態で測定を実施した。また、 $15\text{ km/h}$ 時点でアシスト制御が行われていなかったため、 $15\text{ km/h}$ までの測定とした。測定結果を図4に示す。

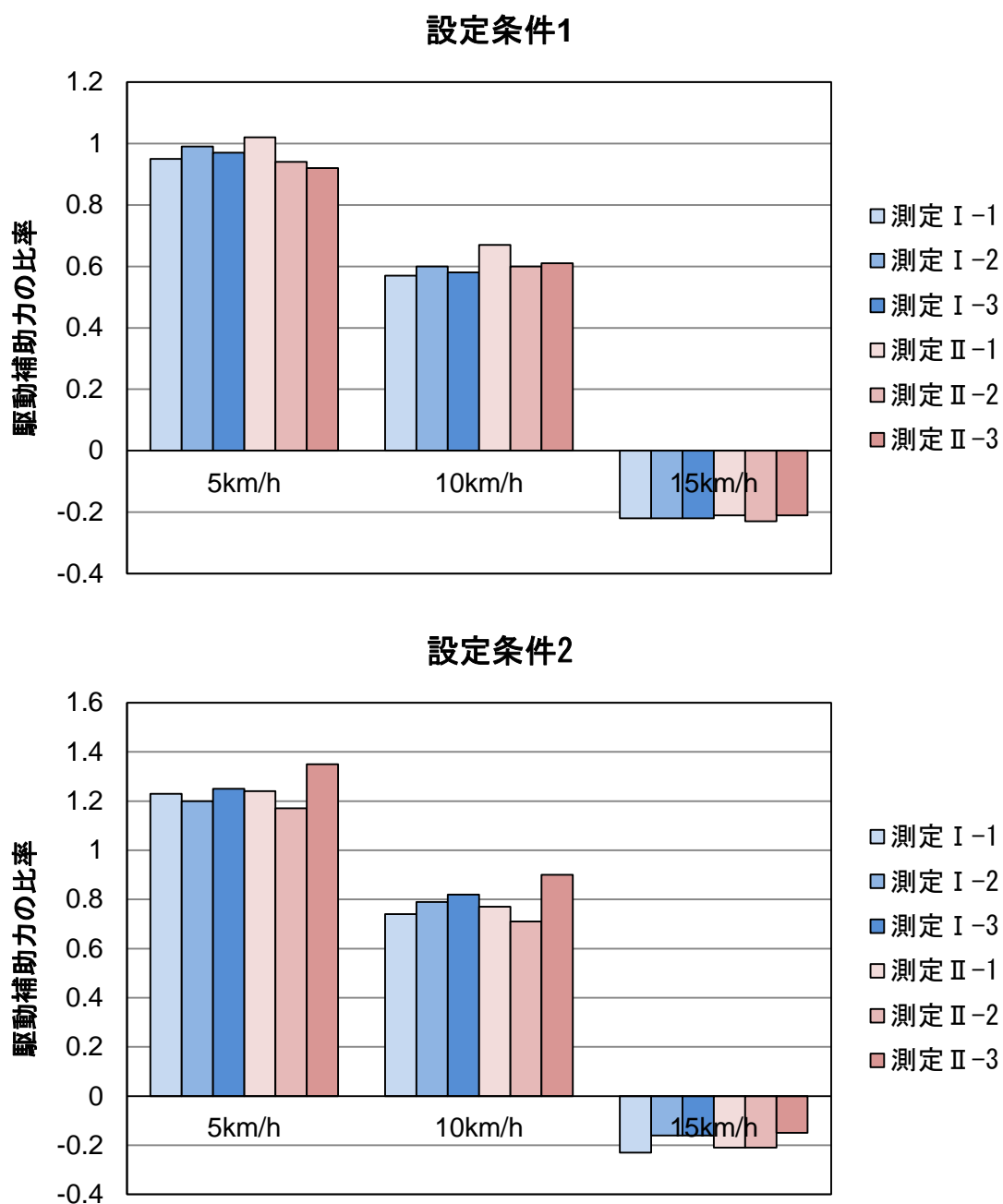


図4 測定結果

図 4 より、測定 I と測定 II で駆動補助力の比率の測定結果に大きな差が見られなかった。測定ごとで生じるばらつきについては、クランク入力トルクを変動させる必要があったことで、駆動補助装置の出力が一定にならなかった点や、特に駆動力が大きくなった時には、測定時に後輪の下方力が小さいことで（約 200 N）、車輪とローラ間のスリップが不定期に生じたこと、あるいは測定のばらつきなどが影響したため、妥当なばらつきであると考えられる。

#### 4. 結言

後輪の間隔が大きい電動アシスト三輪車において、車両をできるだけ改造することなく駆動補助力の比率測定が可能かを検証した結果、ローラに接地できない後輪の転がり抵抗を事前に適切に測定することで、駆動補助力の比率測定が可能であることがわかった。本測定方法を応用すれば、四輪自転車なども測定可能と思われる。

#### 参考文献

- 1) (一財) 自転車産業振興協会：“電動アシスト自転車の評価機器と品質性能調査方法の検討” 2015 年 3 月
- 2) (一財) 自転車産業振興協会：“電動アシスト自転車 品質性能調査方法の検討” 2016 年 3 月
- 3) (一財) 自転車産業振興協会：“電動アシスト自転車の一充電当たりの走行距離測定自動化の検証” 2017 年 3 月
- 4) (一財) 自転車産業振興協会：“電動アシスト自転車の応答性評価方法の検証（ペダリングを止めてからアシスト制御が終了するまで）” 2017 年 3 月
- 5) (一財) 自転車産業振興協会：“電動アシスト自転車の耐水性試験における応答性評価方法の検討” 2017 年 3 月