

TLP 2 5 1

DCモータを使う際には逆起電流の発生が周辺回路に影響を及ぼす可能性がある。これは周辺回路の誤作動を生み歩行支援機の安全性を脅かす可能性が高い。そこでDCモータと周辺回路を絶縁することで逆起電流やノイズによる誤作動を防ぐことができる。 Fig3.7 に回路構成および真理値表を示す。

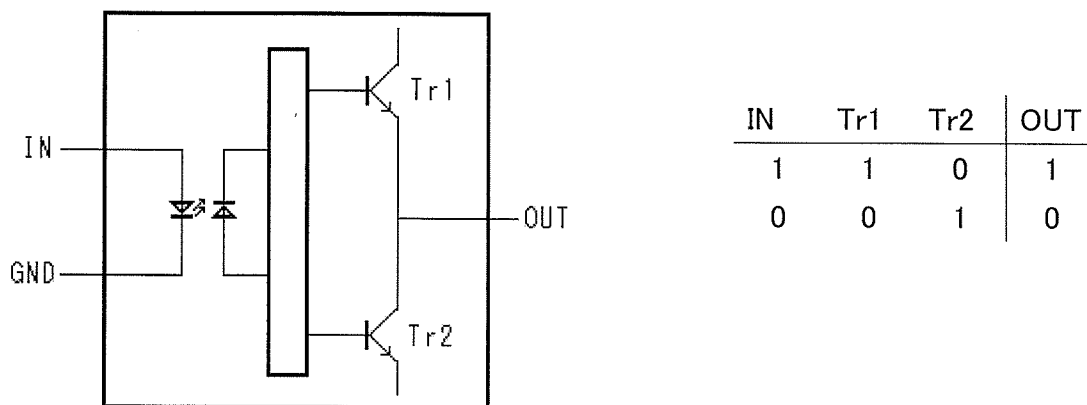


Fig3.7 TLP251

TC 4 0 4 9 B P

PWM制御を使いMOS-FETのGATEを高速するには駆動回路の出力インピーダンスを低くする必要がある。そこでTC4049BPを使いNOT回路を並列に接続することにより電力供給能力を向上させることができる。

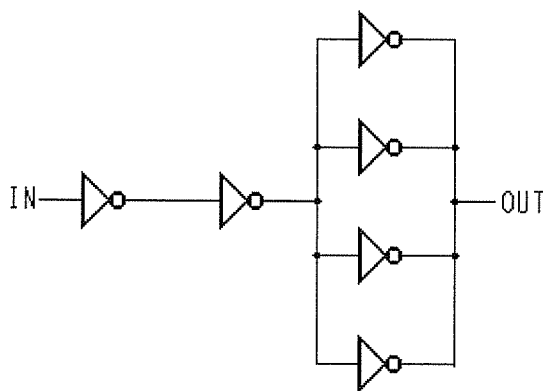


Fig3.8 TC4049BP

3. 7 各区間における出力結果

本章ではモータ駆動回路の出力を確認するため一定のパルスをPIC18F452より出力し実験を行った。

PWM制御をする際にはPWM cycleを設定し, Duty cycleを変化させる必要がある(図参照)。PWM cycleを求める式を以下に示す。

$$PWMcycle = \{[(PR2register)+1] \times 4 \times T_{osc} \times TMR2prescaler\} \dots (1)$$

ここでPR2 registerはPWM周期を作るレジスタで8bit(0~255)の数値が入る。またToscはPIC18F452のクロック周波数の値が入り, TMR2 prescalerは1, 4, 16のいずれかの値が入る。今回の実験は以下の数値で行った。

PWM cycle ... 409.6 μs

Duty cycle ... 50%

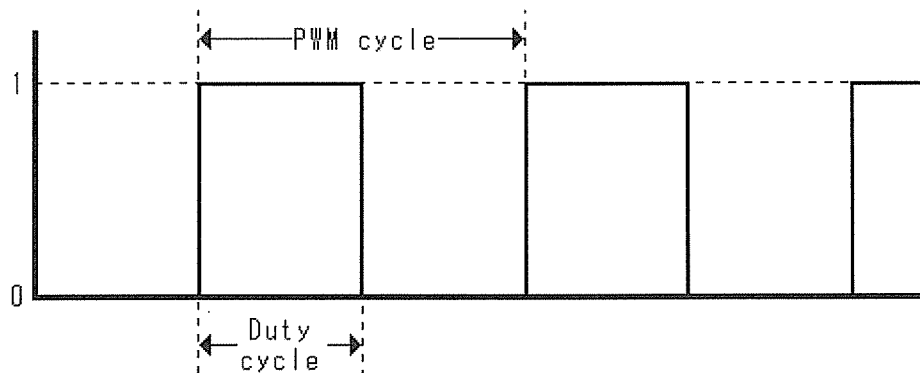


Fig3.9 PWM

PIC18F452の出力結果

Fig3.10にある図はマイコンよりPWM波形を出力した結果である。DUTY比を50%として出力を行っている。

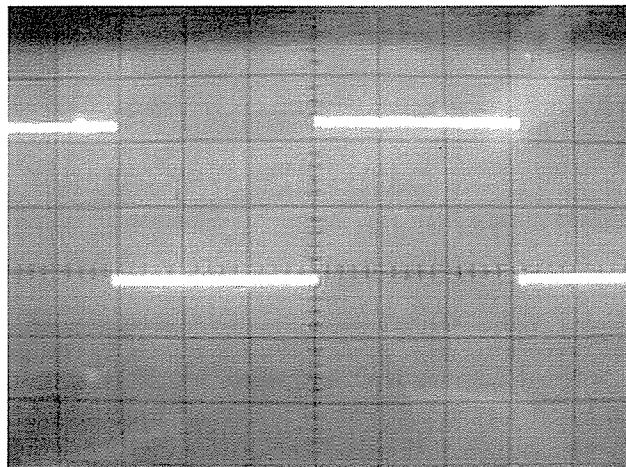


Fig3.10 PIC output

デッドタイム補正回路の出力結果

デッドタイムとは Fig3.11 にあるようにモータドライバの FET を切り替える際に一度すべてがショートしてしまい (Fig3.11 真ん中) 発熱などの原因となる現象である。

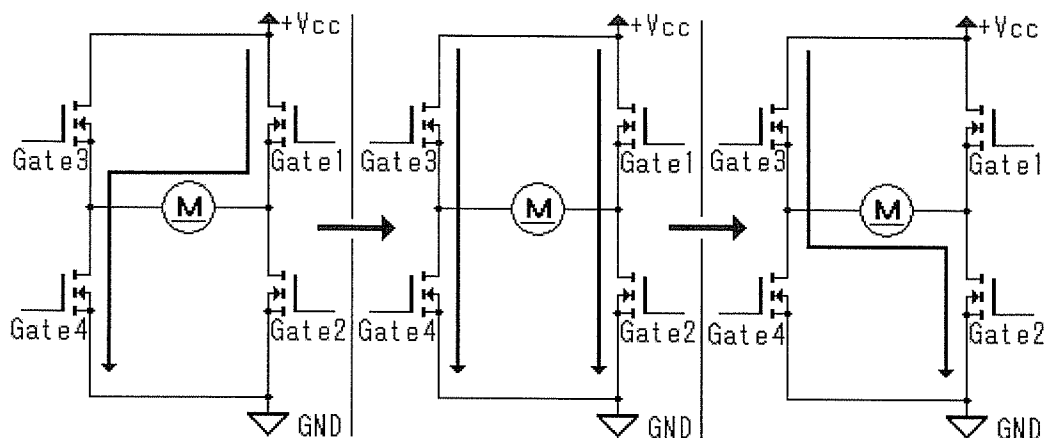


Fig3.11 Dead time

デッドタイムの発熱は悪影響を及ぼす可能性がある。そこで補正回路による修正を行い、立ち上がり時間を遅らせることでデッドタイムを補正する。

Fig3.12 は補正を行った結果である。立ち上がり時間が遅れているのが確認できる。これによってデッドタイムを補正することができる。

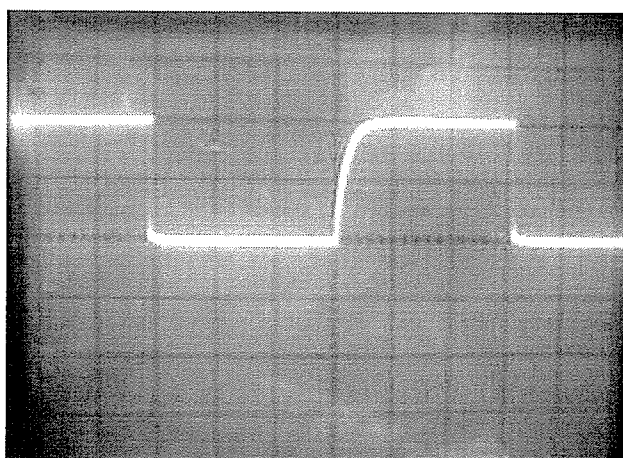


Fig3.12 Dead time output

モータ駆動時のゲート

実際に FET の GATE に電圧を加えてモータを駆動したときの結果を Fig3.13 に示す。結果的に逆起電力は発生しているのがわかる。しかし DC モータなので問題はないと考えられる。

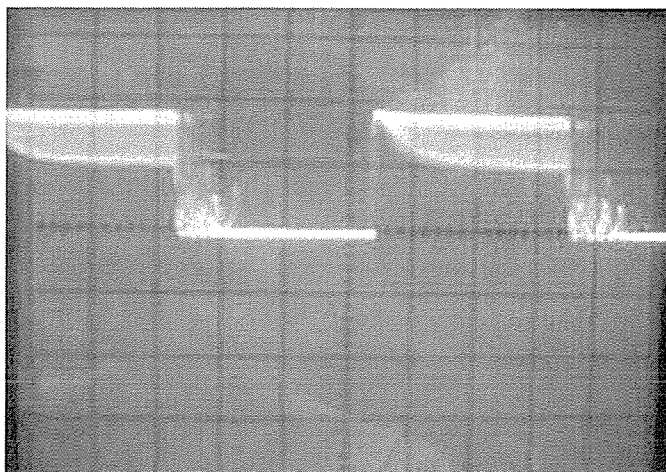


Fig3.13 Gate output

第4章 試作1号機の実験結果

4.1 試作1号機実験内容

1号機で行った実験内容を以下に示す.

歩行支援機の無負荷時における速度計測

歩行支援機を宙に浮かせて固定し, 速度計測を行う. これによって無付加時の速度を測定する.

歩行支援機の接地時における速度計測

歩行支援機を接地し速度測定をして, 無付加時との差を比べる.

歩行支援機の加重印加時の速度計測

使用者が寄りかかることを推定して加重を加えた時の速度を測定する.

使用者方向赤外線距離センサの測定

使用者の状態を把握するために測定を行う.

障害物方向赤外線距離センサの測定

障害物を発見し, 停止させる実験を行い測定する.

段差発見時の対処について

段差を発見し乗り越える実験を行う. これによって安全に乗り越えられるかを測定する.

ステアリングとハンドルの追従測定

前輪ステアリングの追従性を測定する.

加速度センサと転倒発見

歩行支援機自体の転倒などを感知し停止させる実験を行い測定する.

4. 2 歩行支援機の無負荷時における速度計測

Fig4.1 にあるように歩行支援機を地面に接触せず無付加状態で回転させ、速度測定を行う。

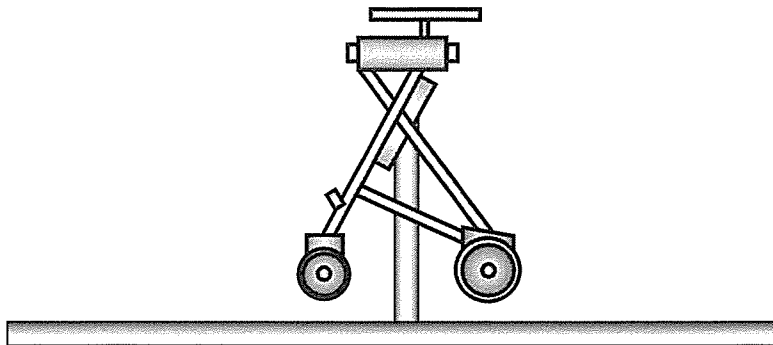


Fig4.1 No load experimentation1

実験結果を Fig4.1 に示す. 今回, DCモータはFETを使ったPWM駆動を行っており, その周期を変動させることで速度制御を行っている.

Fig3.2 の結果はPWMのDuty比を40%から100%に変動させた結果を掲載している. Fig3.2 の結果より, Duty比の変化によって速度が変速されていることがわかる. また, 今回の実験では最高周期は416.6KHzを使い, 実験を行った. この実験結果より1号機の速度がどの程度のものか確認することができた.

最高速度・・・1.3 (km/h)

最低速度・・・0.7 (km/h)

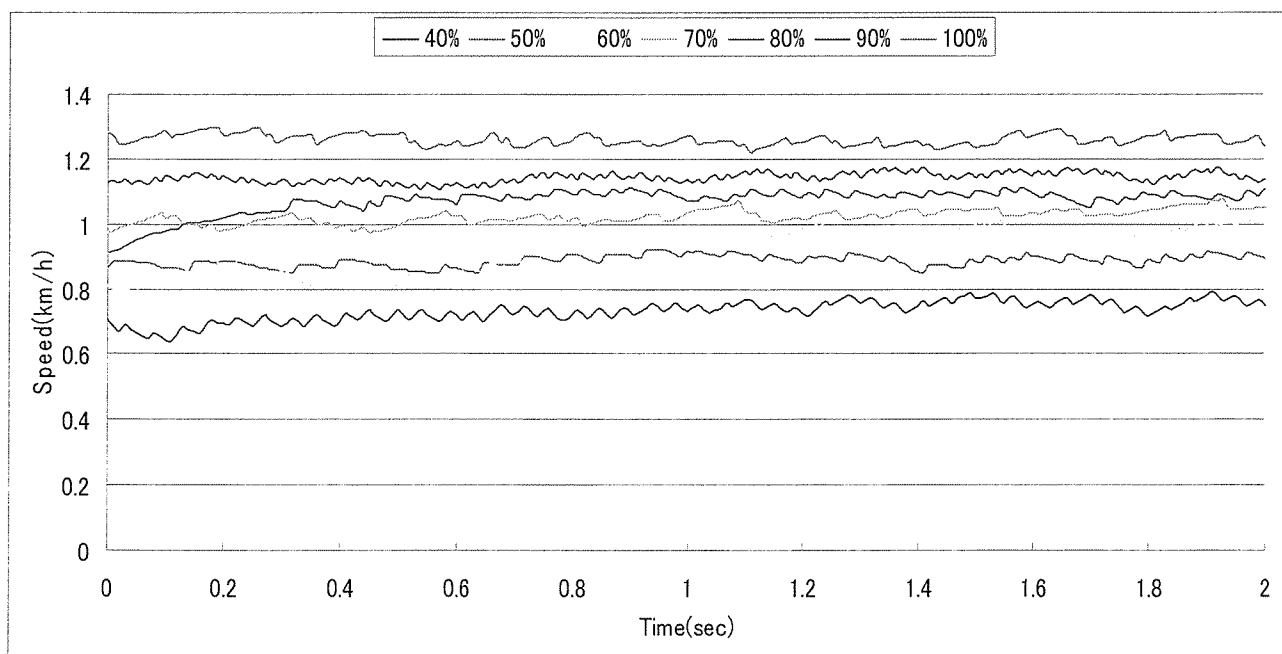


Fig4.2 No load result

4. 3 歩行支援機の接地時における速度計測

Fig4.3にあるように実際に接地した時の速度変化についての実験を行う。これはDuty比100%・40%時を測定し、速度の変化を調べるものである。

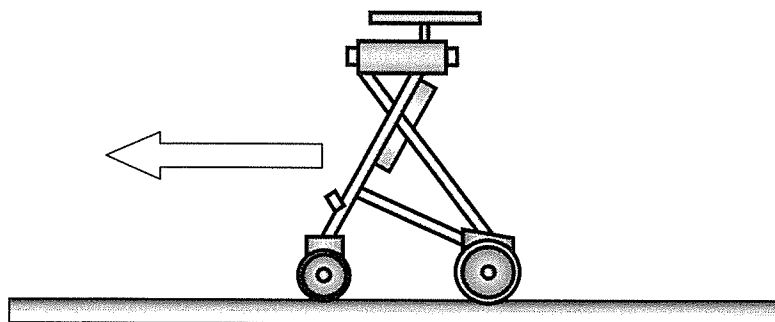


Fig4.3 Earth experimentation

Fig4.4に結果を示す。結果的に接地することで歩行支援機自体が重りとなり速度が落ちることが確認できる。

また、Duty比が低いほど速度が落ちることが確認できる。これはPWMが高速スイッチングであるので負荷の影響を受けやすいといったことが考えられる。

最高速度・・・1.15 (km/h)

最低速度・・・0.5 (km/h)

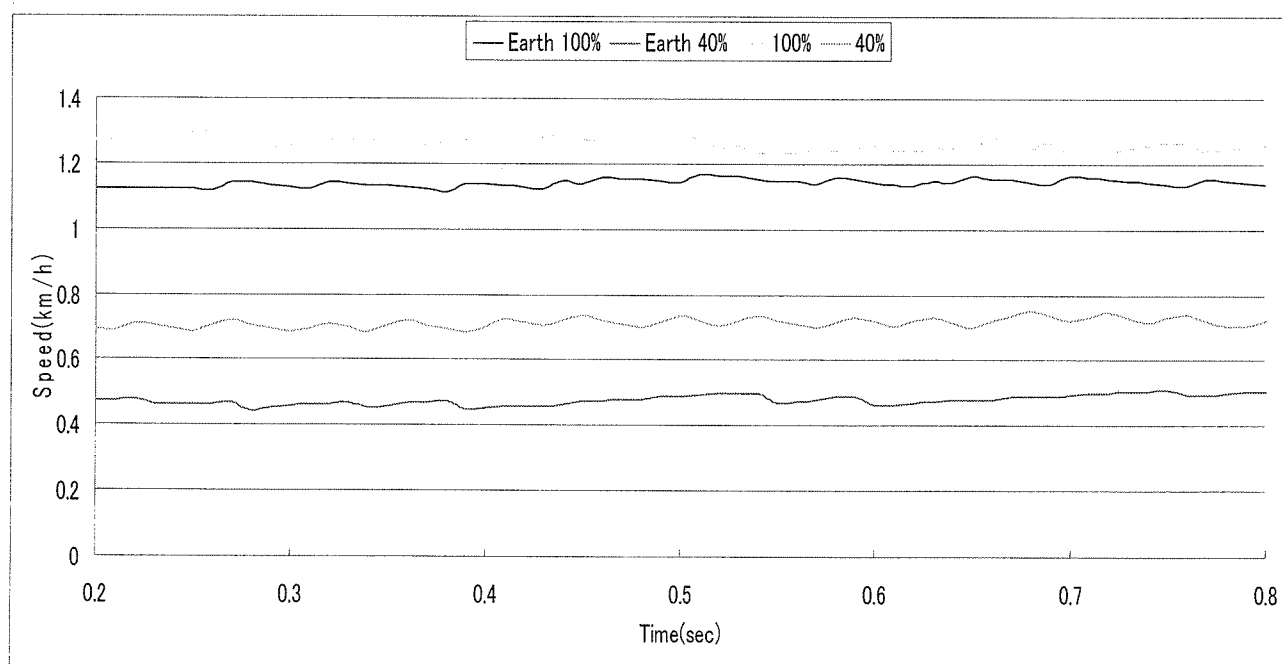


Fig4.4 Earth result

これによって最高速度の駆動効率は88%で最低速度では71%であることが確認できた。この数値は最初に行った無付加実験の値を基に出されている。

4. 4 歩行支援機の加重印加時の速度計測

Fig4.5 にあるように歩行支援機が一定の加重（使用者が寄りかかる）を受けたときに、どの程度影響を受けるのかについて0 K gから1 K gまで重りを変化させて測定する。

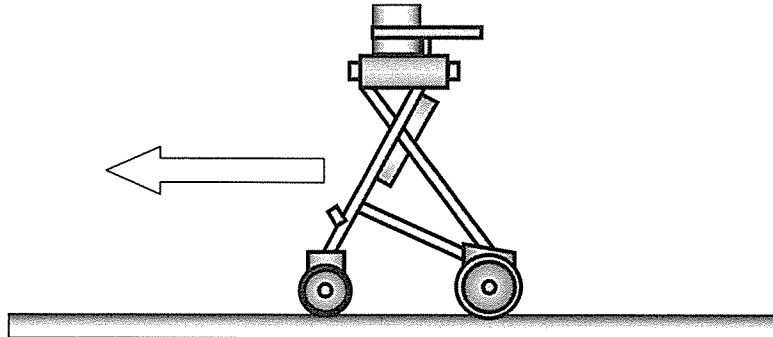


Fig4.5 Gaining the weight experimentation

Fig4.6 にD u t y比100%時の結果を示す。重りの影響で速度が落ちているのがわかる。

また Fig3.7 ではD u t y比40%時に負荷を与えたときの結果を示す。

D u t y 40%時は100%と比べて影響をあまりうけない。

実験結果より、速度が速いほど負荷の影響を受けやすいことがわかる。

D u t y比100%

最高速度・・・1.15 (km/h)

最低速度・・・1.02 (km/h)

D u t y比40%

最高速度・・・0.49 (km/h)

最低速度・・・0.42 (km/h)

この実験により歩行支援機の速度が上がった時に使用者の体重から発する付加の影響を大きくうけることが確認できる。

この速度変化に対応するためあらかじめ何らかの制御を行っておく必要があると考えられる。

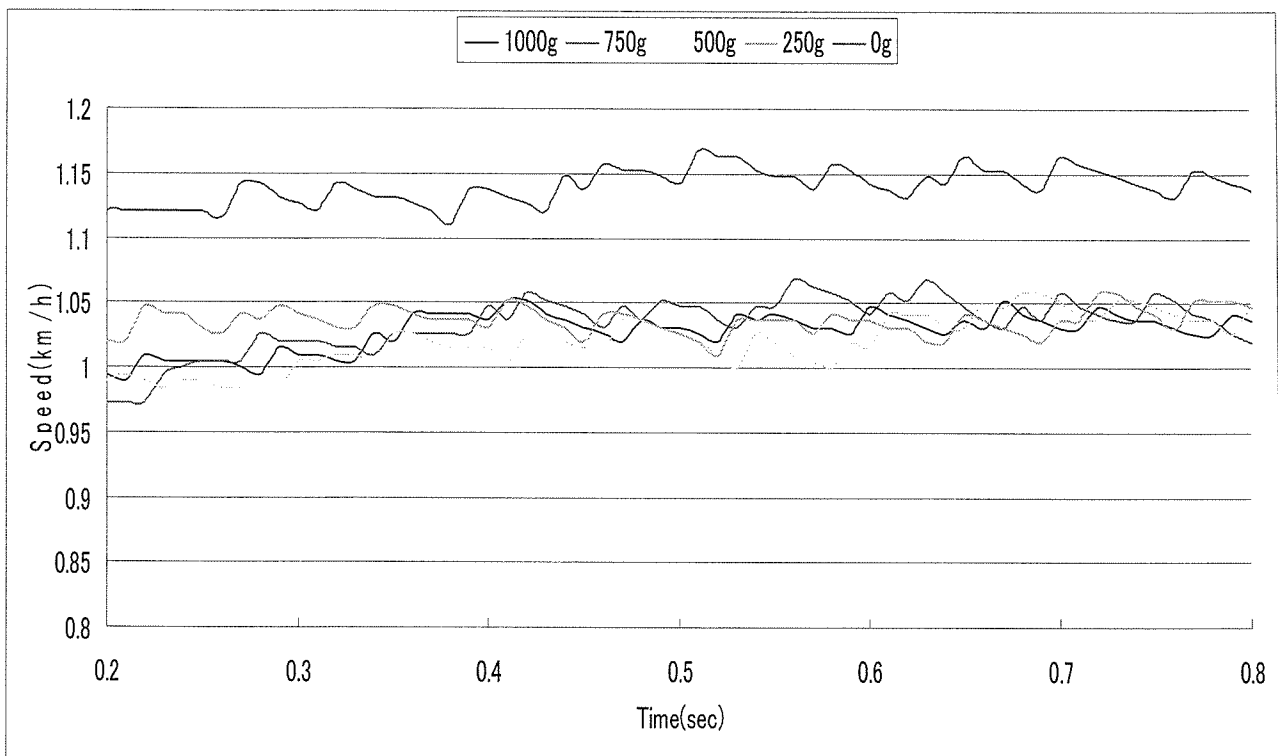


Fig4.6 Gaining the weight result (Duty100%)

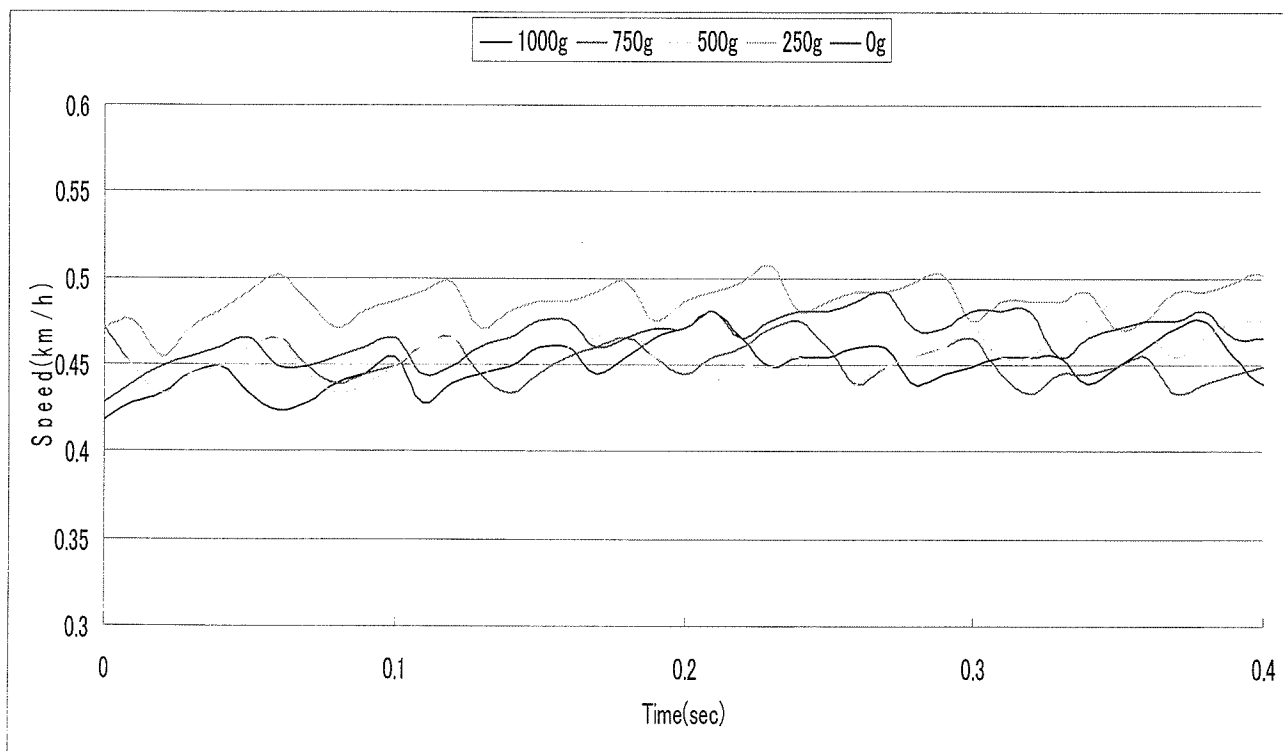


Fig4.7 Gaining the weight result (Dut40%)

4. 5 使用者方向赤外線距離センサの測定

Fig4.8 にあるように使用者の方向に距離センサをつけることでどのような状態にあるかを確認することができる。この際に距離センサには赤外線を使い測定を行う。

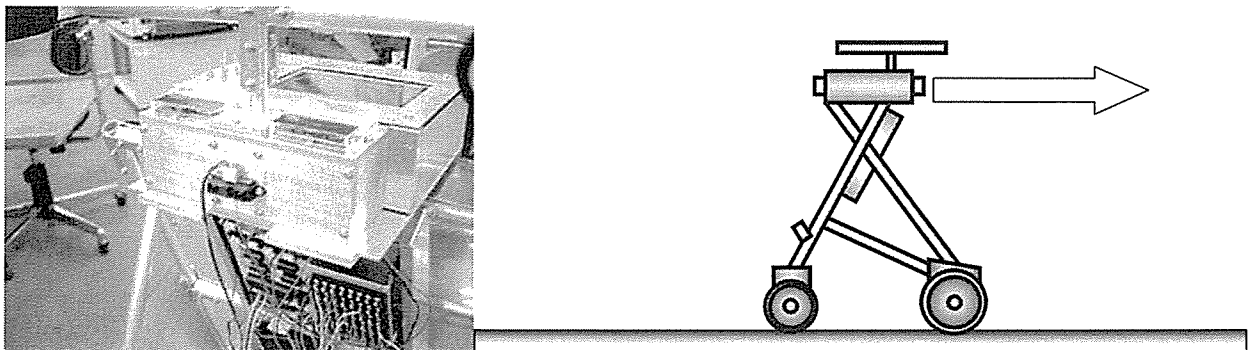


Fig4.8 Back sensor experimentation

実験結果を Fig4.9 に示す。赤線は距離センサの変化を読み取る基準線である。また、急ブレーキをかけずに自然に減速して止めている。これは急ブレーキをかけることで使用者が転倒することを防ぐためである。

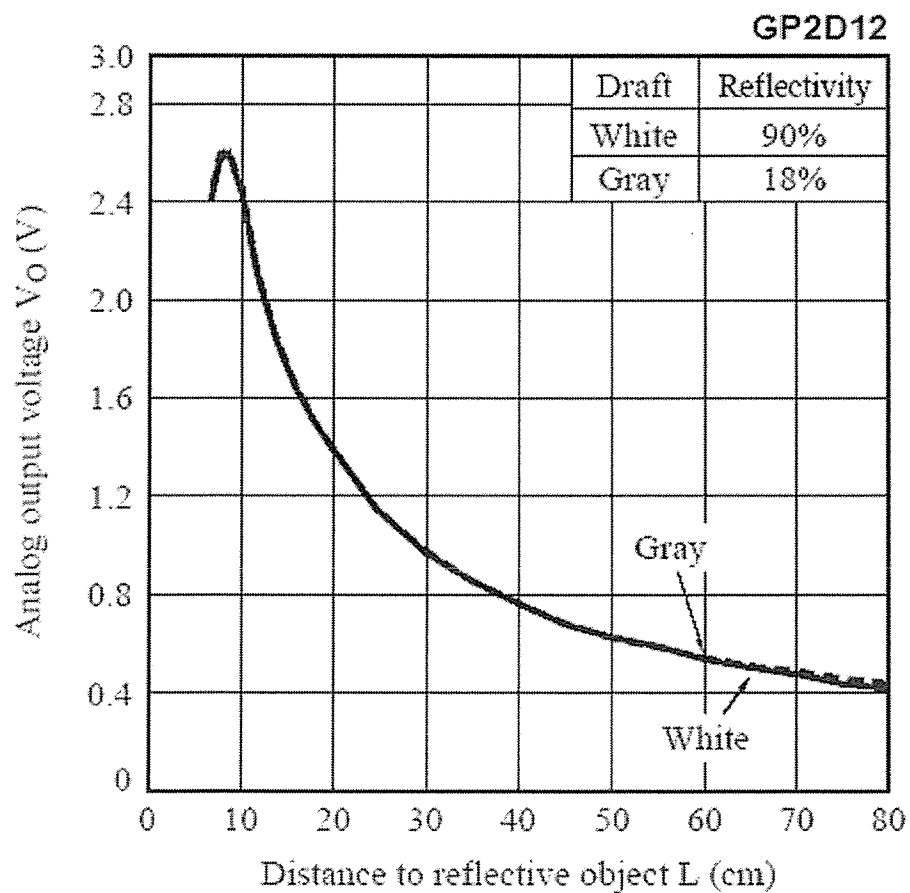


Fig4.9 GP2D12

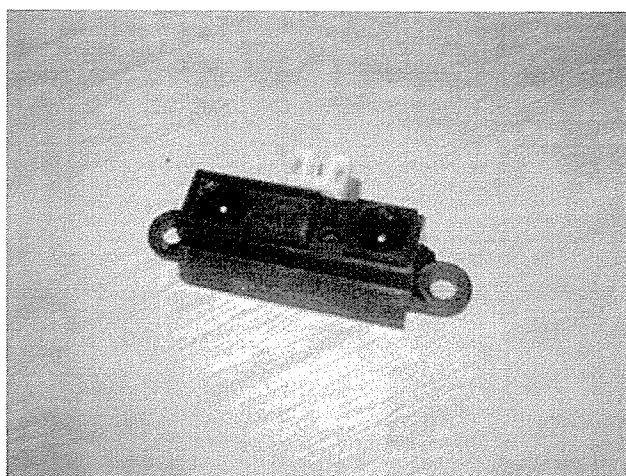


Fig4.10 GP2D12 photograph

Fig4.9 に今回のインテリジェント歩行支援機で使用した赤外線センサの特性を示す。グラフからわかるように距離に反比例して電圧が上昇するのがわかる。

また、Fig4.10 にセンサの写真を示す。小型であるがどこまで有効であるか実験で使用し、検証する必要があると考えられる。

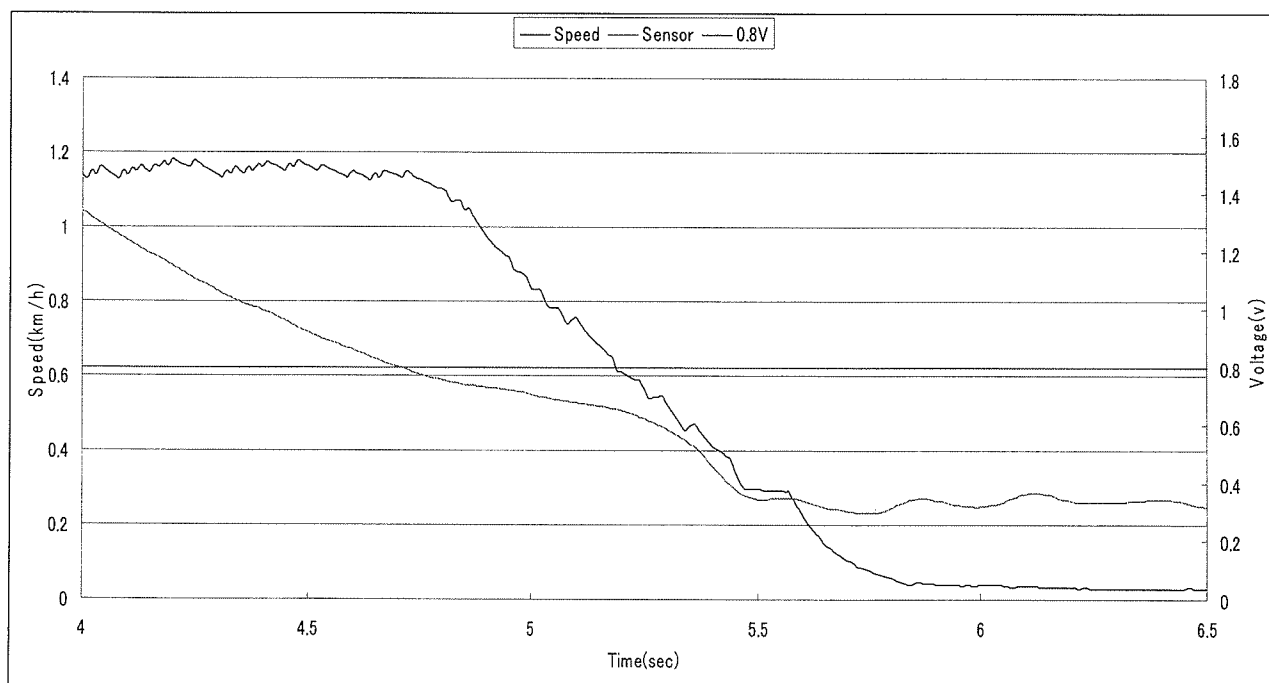


Fig4.11 Back sensor result

この実験によって使用者が万が一転倒などをしたときに歩行支援機の暴走を止めることができることを確認できた。

これによって屋外で使用する安全装置として搭載が可能であると考えられる。

4. 6 障害物方向赤外線距離センサの測定

Fig4.12 にあるように前方向にも距離センサをつけ、障害物の検出を行う。

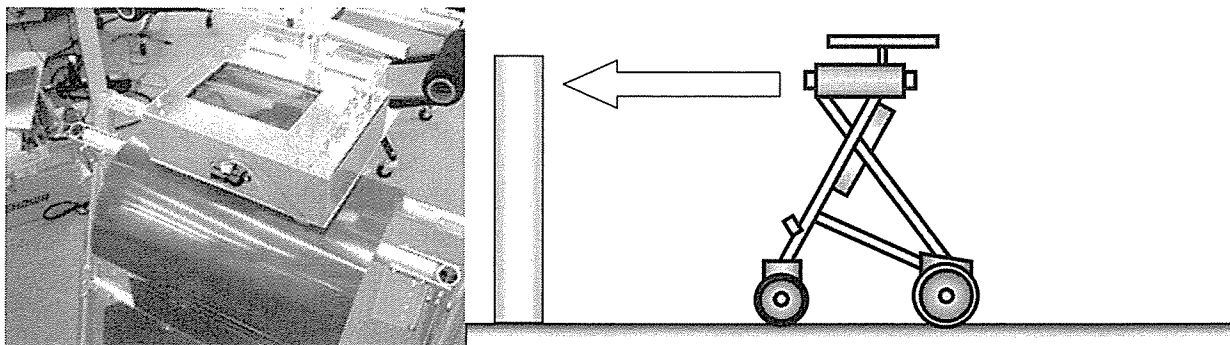


Fig4.12 Obstacle experimentation

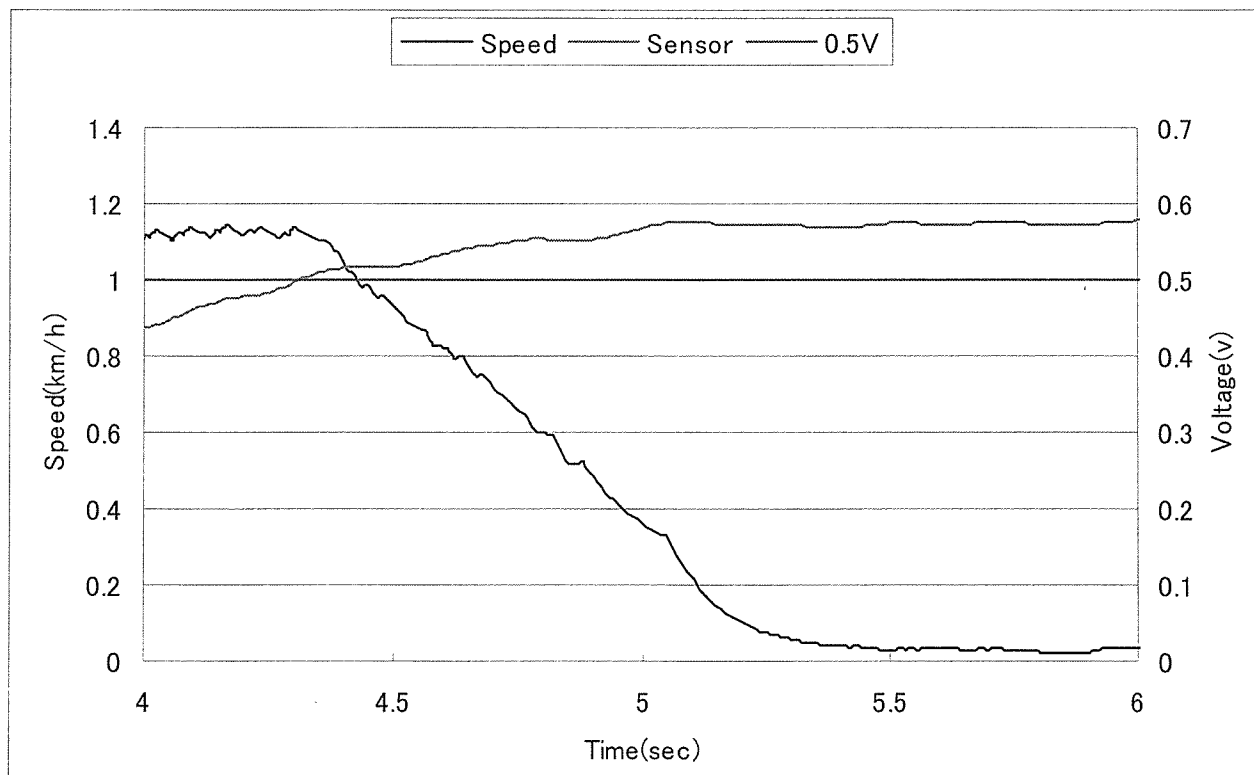


Fig4.13 Obstacle result

実験結果を Fig4.13 に示す。赤線は距離センサの変化を読み取る基準線である。また、使用者方向赤外線距離センサの測定同様に急ブレーキをかけずに自然に減速して止めている。これは急ブレーキをかけることで使用者が転倒することを防ぐためである。また、急停止しないのでセンサの反応を70cmまで伸ばして使用している。

この実験によって屋外での使用時に障害物への衝突などに対する安全装置として使用可能であることが確認できた。

4. 7 段差発見時の対処について

Fig4.14 のように段差発見時，速度が高いまま進入するのは危険である．そこで，段差を発見したら速度を落として乗り越えるようにする．

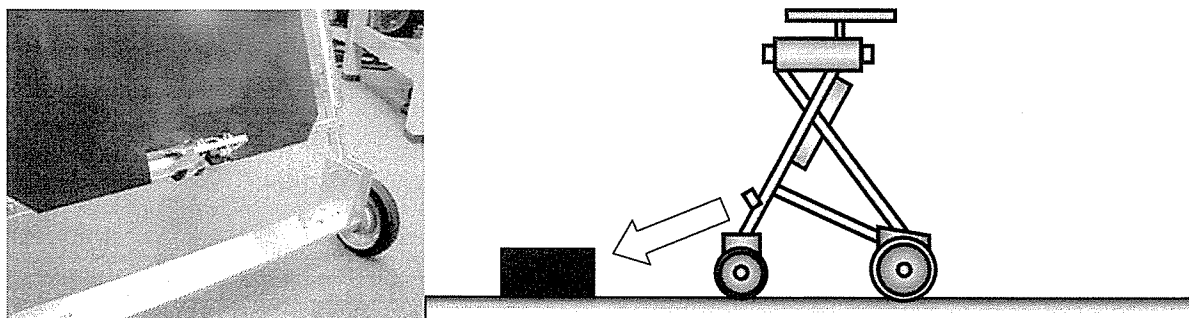


Fig4.14 Steps experimentation 1

Fig4.15 に実験結果を示す．赤線は段差である判断の基準である．発見したら減速して乗り越えを行う．

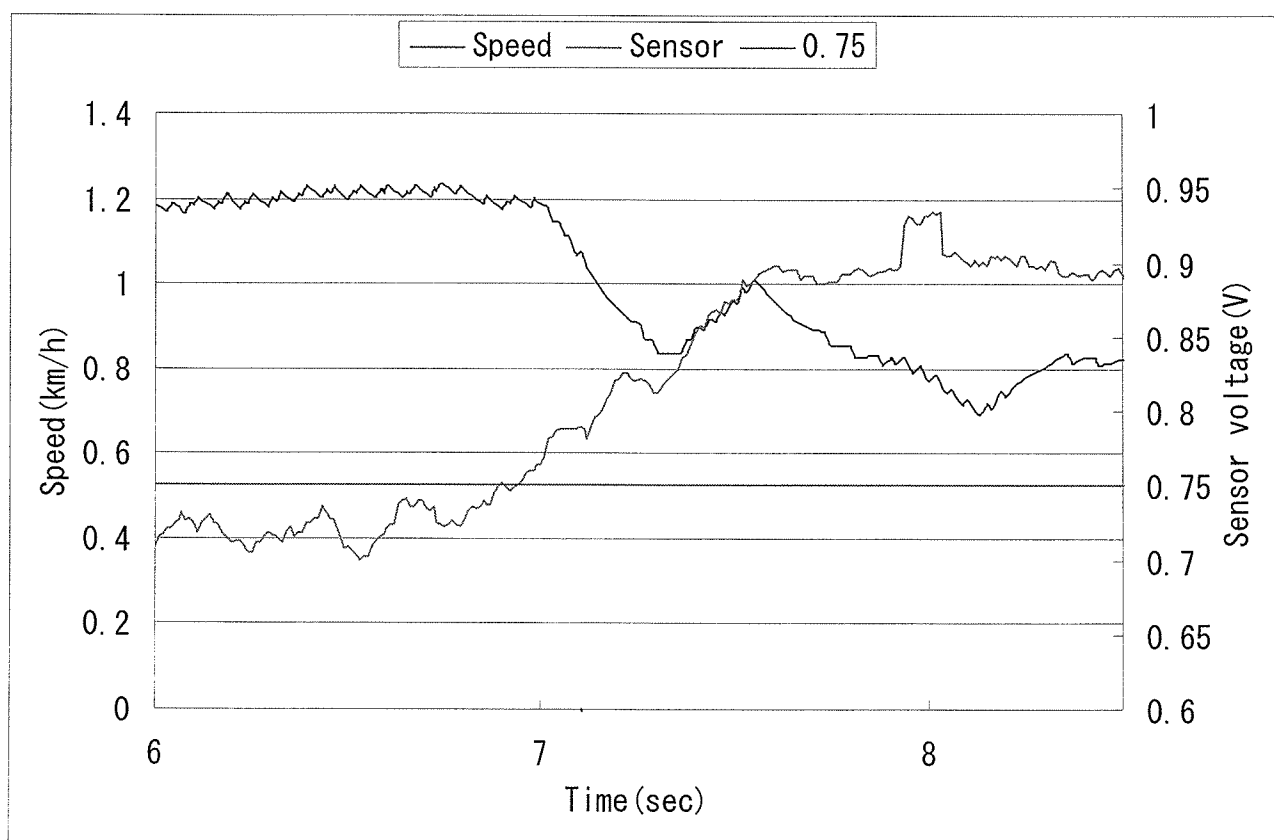


Fig4.15 Steps result

実験結果より段差を発見したら速度を落とし，進入しているのが確認できる．これは赤外線センサによって行っているが今後，センサの誤作動について確認していく必要があると考えられる．

4. 8 ステアリングとハンドルの追従測定

今回製作した歩行支援機は前輪に電動ステアリングを搭載している。これはキャスターなどのタイプに比べて左右に曲がる際などに安定した走行が見込める。

Fig4.16 にあるように前輪にステアリングを搭載させ、ハンドルを動かすことで使用者が操作を行う。

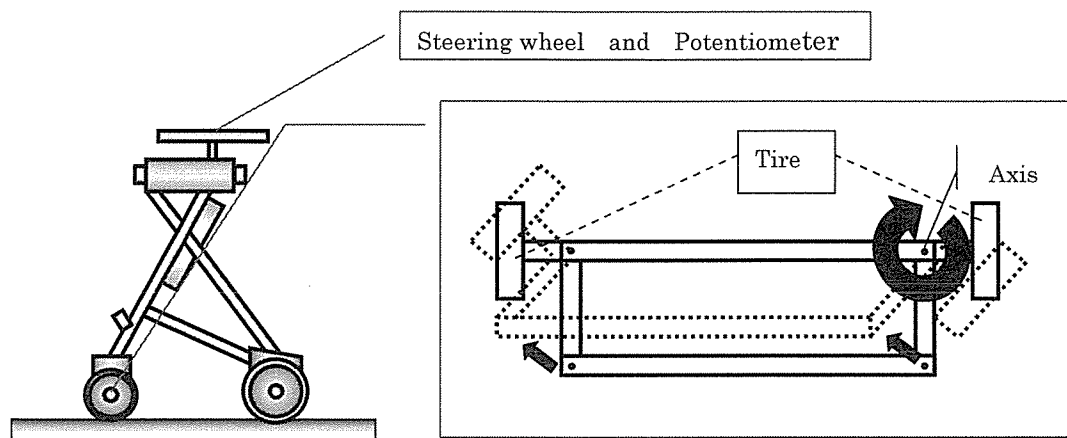


Fig4.16 Steering wheel experimentation

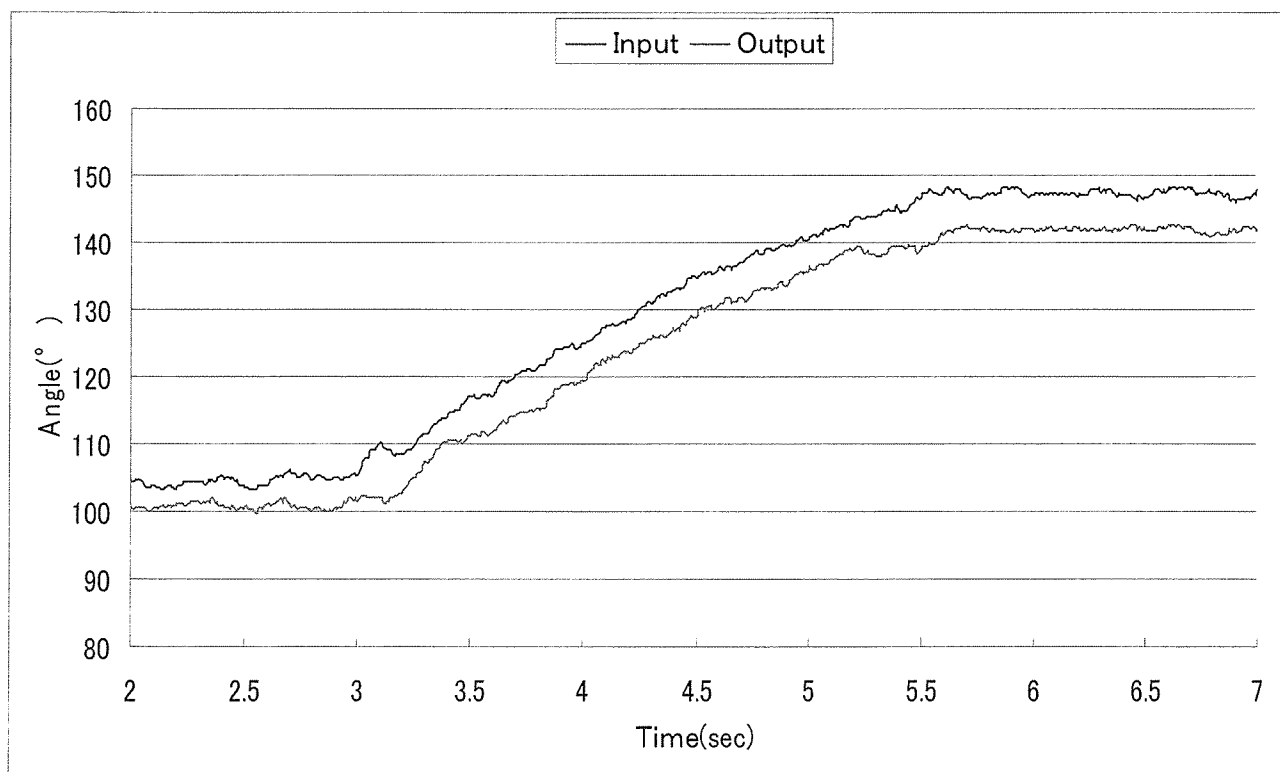


Fig4.17 Steering wheel 1

Fig4.17 の実験結果ではハンドルを入力に対してモータの出力は問題なく追従しているのがわかる。

しかし、Fig4.18 でハンドルを入力を早くしてみると追従しきれないのがわかる。結果的にステアリングに最高速度があり、追従に限界があるのが現状である。

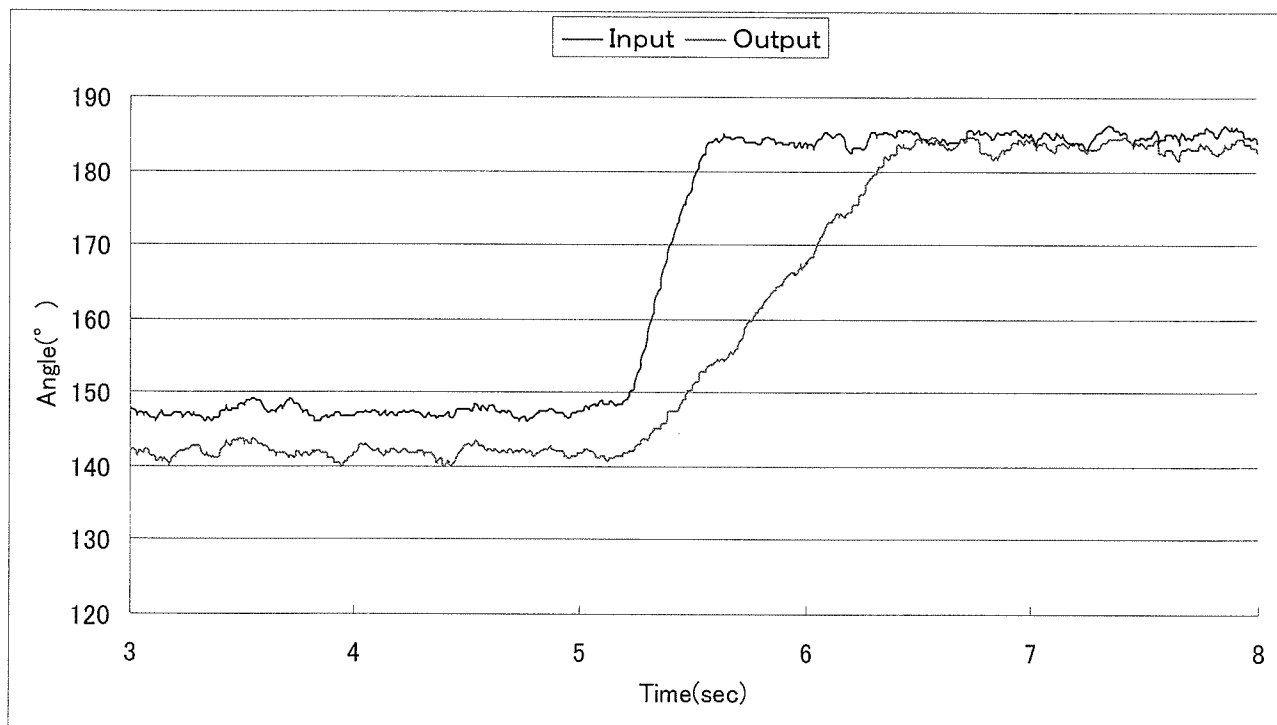


Fig4.18 Steering wheel 2

この実験結果よりステアリングの性能が確認できた。しかし、先ほど述べたように追従の限界があり問題点となっている。

しかし走行時の安定性についてはキャスターよりも振れがなく良いと考えられる。

4. 9 歩行支援機の緊急ブレーキ

突然飛び出してくるなどの危険時には急ブレーキが必要であると考えられる。そこで緊急用のブレーキをつけることで突然の飛び出しなどについて対処を行う。障害物方向距離センサ実験では自然的に停止させていたが、電機ブレーキを使用することで性能の向上を図る。

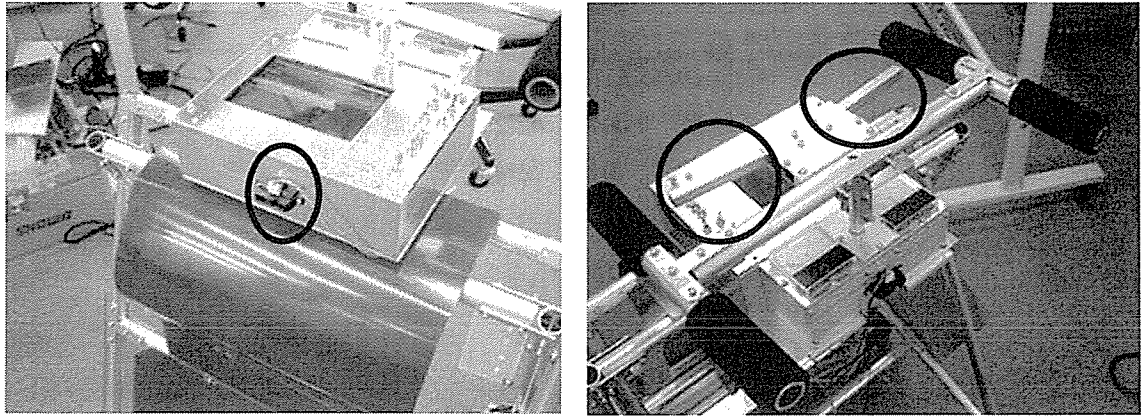


Fig4.19 Brake experimentation

Fig4.19 に示してある写真は左が前方向の障害物発見センサであり、右がハンドルについている手動の電気式ブレーキである。電気式ブレーキとは自転車のように機械的にブレーキをかけるのではなく、回路上でモータに直接ブレーキをかけるものである。今回は、左の前方向センサについて電気ブレーキありの状態となしの状態について実験を行った。

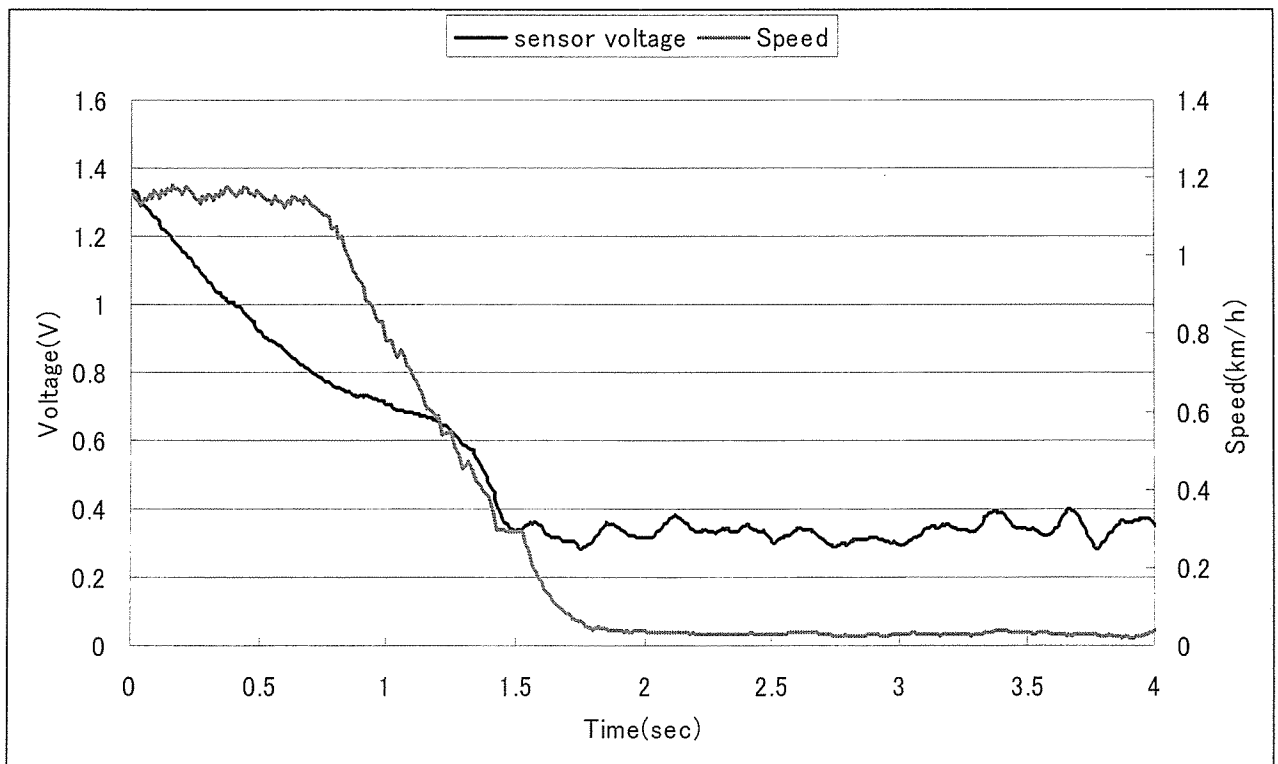


Fig4.20 Brake 1

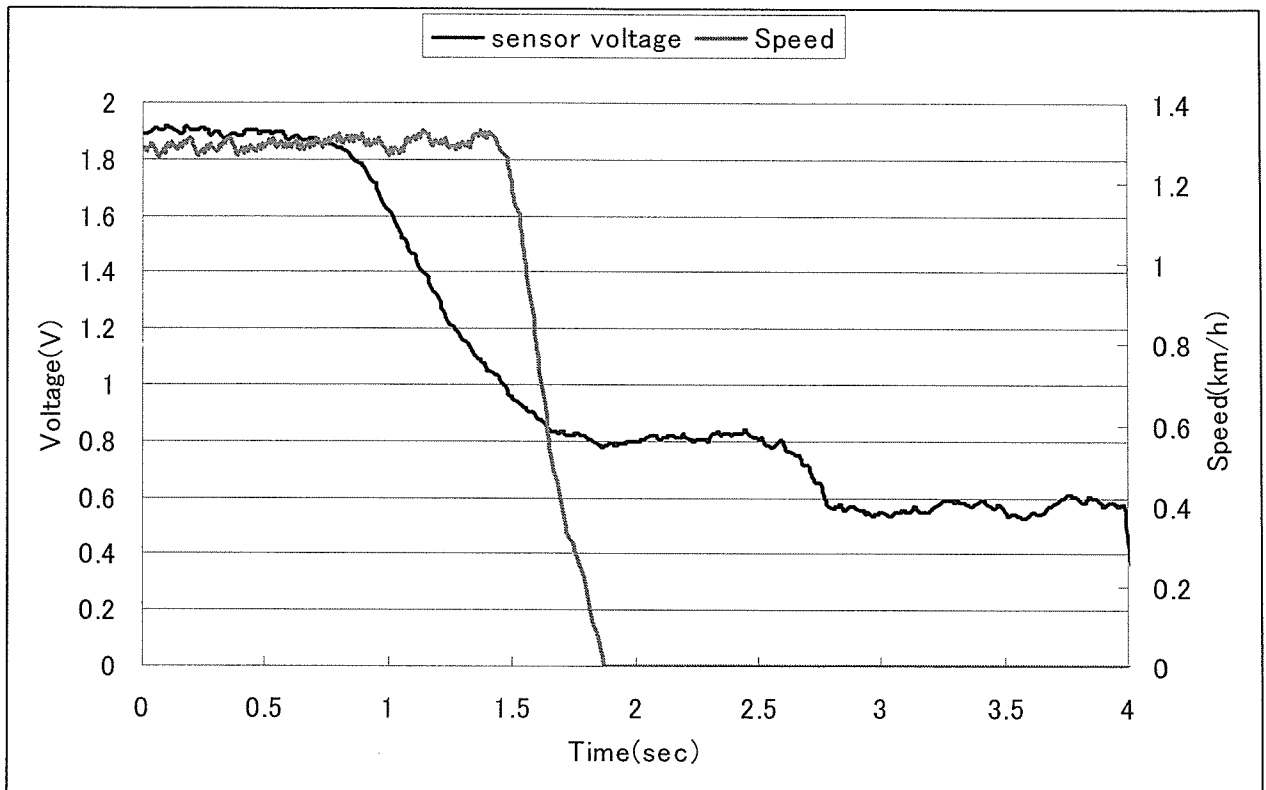


Fig4.21 Brake 2

Fig4.20 は自然的に止めた場合の結果である。止まるのに約1秒かかっているのがわかる。それに対して Fig4.21 は電気ブレーキを使った結果である。止まるのに約0.3秒かかっている。結果的に電気ブレーキ使用のほうが早い反応をしていることが確認できる。

4. 10 歩行支援機の加速度センサ実験

加速度センサを使うことで角度を測定できる。これは歩行支援機が現在どのような状態にあるかを確認することができるものである。Fig4.22 には現在使用している加速度センサを示す。加速度センサは歩行支援機の車体下側についていて、角度を測定している。

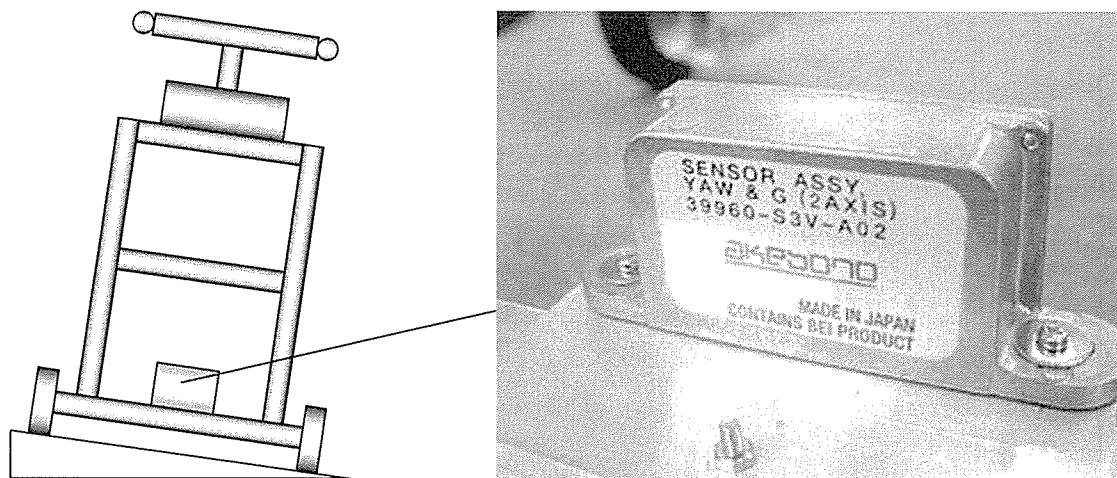


Fig4.22 Acceleration sensor experimentation

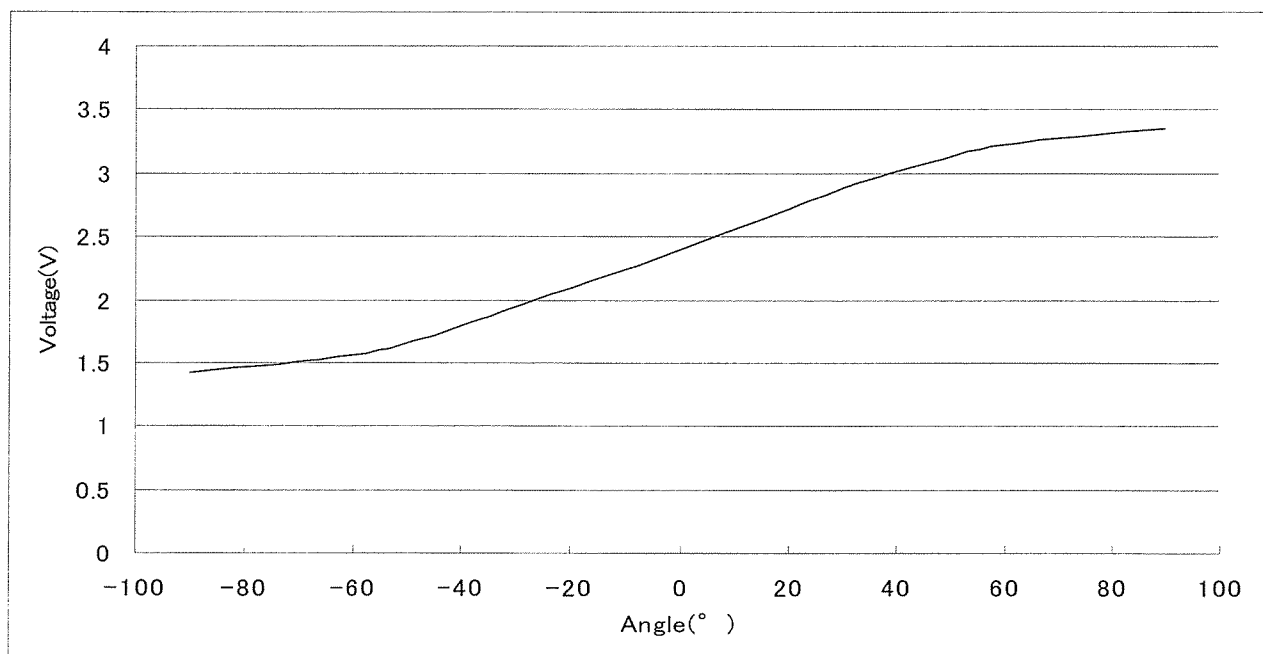


Fig4.23 Acceleration sensor

Fig4.23 に今回使用した加速度センサの特性表を示す。角度に応じて電圧が変化しているのがわかる。

約 2 V 付近（30 度）での実験結果を Fig4.24, Fig4.25 に示す。Fig4.24 はゆるやかに加速度センサを変化させたときの結果である。Fig4.25 は加速度センサを急激に変化させたとき（転倒）の反応である。

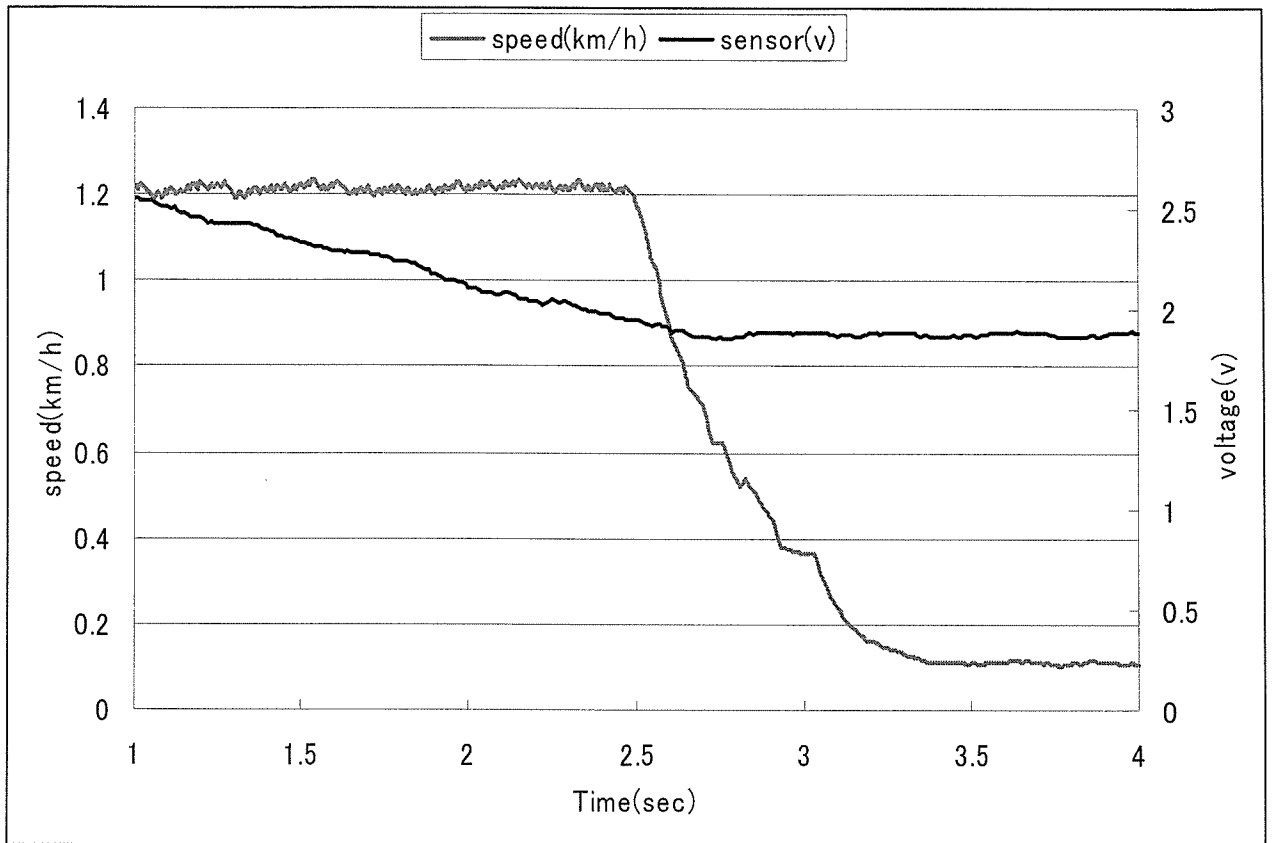


Fig4.24 Acceleration sensor 1

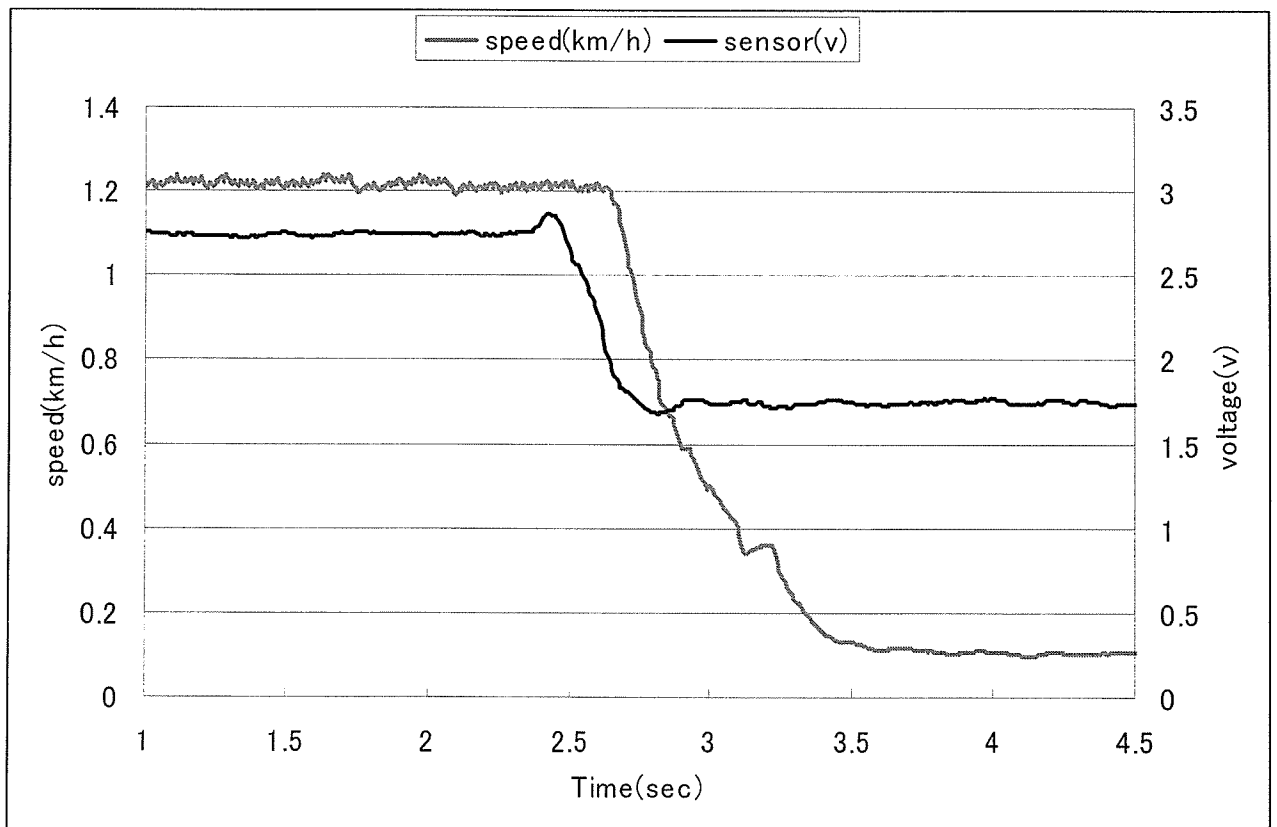


Fig4.25 Acceleration sensor 2

4. 1.1 試作1号機の問題点および考察

1号機の実験結果より以下の問題点が考えられる.

①可変速度ではあるがそこまでの速度がでない

②センサによる停止時の反応性

③センサ位置について

④DCモータの騒音

⑤ステアリングの追従速度の限界

以上が1号機の問題点となった. そこで2号機を製作して性能の向上を図る.