

方式では、勾配による負荷の制御を行わず、速度を設定することで、上り坂での速度低下を補完するように補助駆動力を自動的に増大し、下り坂では速度増大抑制のため一定の速度で前進するように逆トルクが自動的に加わる。従って、歩行路面状況の変化にも適合するには、速度制御方式の方が優れている。

なお、図 10.10 に示すように、安全性を確保するため、速度制御方式に加えて、傾斜センサーを付加して、重力の分力をセンスして、平坦と同じ前進に必要な駆動力となるように駆動力のバイアスを駆動システムに加える方式を採用し、その安全性を確保する<sup>(4)</sup>。

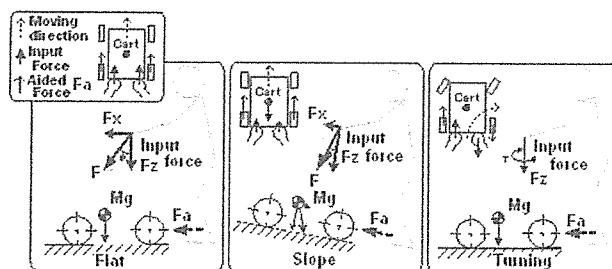


Fig. 10.10 The movement image on the slopes

#### 10.4 操作レバーレス

開発する歩行支援機は使用者が高齢者であり、歩行という複雑な操作に専念するため、可能な限り操作レバーレス化を目標とする。また、同時に転倒など、安全性に関しても十分に配慮し、違和感のない歩行支援をおこなうことを目指している。被支援者のハンドルへの加荷重に関し、前方への押し力を上下方向の支持荷重で割り算するものが速度制御の代用特性として優れていることが分かった。本研究ではそれらを満たすためのセンシング方法、制御アルゴリズムなどに関して検討した。今後は、より多くの状況やモニターのちがいによるフィーリングを調べていく。

残された課題を以下に述べる

- ・ 制御を行なうための基礎データの収集
- ・ 高齢者および歩行障害者での実験・計測による基礎データ収集
- ・ 制御アルゴリズムの確認

まだまだ、基礎データが足りないのが現状であるため、試作機をモニターレベルに仕上げ、更に各種評価試験を行う必要がある。それらを通じて、歩行支援機の完成を目指す。

以上

歩行支援機における動力サポート駆動部の制御に関する研究

分担研究者 川上 幸男 芝浦工業大学・教授

研究要旨

歩行訓練用の支援機器は多数あるが、その多くは路面の状況や利用者の状態に対応しておらず、利用に制限がある。それらの制限がない歩行支援機の開発が重要となっている。本研究プロジェクトでは、歩行支援機に動力と各種センサを搭載することにより、段差などの障害を乗り越える機能や歩行状況、路面状況、利用者の障害度に対応可能な機能を持つインテリジェントな歩行支援機を開発を進めている。本年度に製作した試作機は、電動モータを搭載し後輪2輪を駆動することにより動力のサポートを行い、さらに赤外線センサ、加速度センサを取り付け、これらの信号をワンチップマイコン (PIC) で処理することにより歩行路や利用者の状況を判断し、支援機の安全は歩行の制御を行う構造となっている。屋外を含め様々な歩行状態を想定し歩行実験を実施した結果、適切な制御アルゴリズムを適用することにより安全かつスムーズな歩行が行えることが確認できた。

1. 研究目的

高齢者が自立するためには、老化によって衰えていく体力を早期に維持・回復させ、寝たきりにさせないことが必要である。寝たきりを防ぐ方法の必要として、歩行補助器を利用した手軽な歩行訓練が上げられる。しかし、現在の歩行器はある程度の自立歩行が可能な高齢者を対象とした動力のない受動的なものがほとんどである。そこで、歩行補助器に動力サポート用電動モータを搭載し、さらに各種センサからの信号をワンチップマイコンで処理してフィードバックすることにより歩行状況を制御が行えるインテリジェントな歩行支援機を開発を進めている。ここでは、製作した試作機の概要を紹介するとともに、段差などの障害を乗り越える機能、歩行状況・現在位置・利用者の障害度に対応可能な機能を実現させるための動力サポート駆動部の制御に関して検討した結果について報告する。

2. 試作機的设计コンセプト

動力を搭載することで段差などの障害を乗り越える機能、歩行状況、現在位置などの把握が必要となってくる。本研究で対象としている動力を持つインテリジェントな歩行支援機をテーマに、様々な機能の実現を目指すものである。「インテリジェント」とは歩行支援機自体が様々な場面で判断を行い、使用者は歩行訓練のみに集中できるようなものとする。この実現には様々なセンサを使い、そのセンサの情報を歩行支援機自体が処理をし、状況に合わせて判断をすることが必要となる。また、今回、設計・製作を行う歩行支援機の試作機は屋外での使用を前提としており、以下のような問題点に対処できることも要求される。

(1) 障害物：歩行支援機の使用中に突然人が飛び

出してくるなどのトラブル

(2) 使用者：どのような状態かわからないことがある

(3) 車体自体の傾き：道がデコボコしていることがあり、これが歩行支援機を傾け、転倒する可能性がある

(4) 段差：歩行支援機の進行を妨げる

よって、これら問題点を解消する機能を実現することを最低限の設計仕様として考える。

3. 試作機の概要

2章で述べた設計コンセプトに従い、はじめに試作1号機を設計・製作した。この1号機を用いてフィールド試験を多方面から実施し、設計コンセプトに不十分な箇所を洗い直し、再度試作2号機的设计を行った。製作した試作2号機の概要は図1に示すとおりである。後輪2輪が駆動輪であり、ベルトを介してECモータが接続されているのに対し、前輪2輪には段差乗り越えキャスタが設置されている。搭載されている部品の一覧は表1に示したとおりである。ロータリエンコーダを用いることでECモータの回転角度および速度のフィードバックが可能となっている。また、赤外線センサにより支援機前後

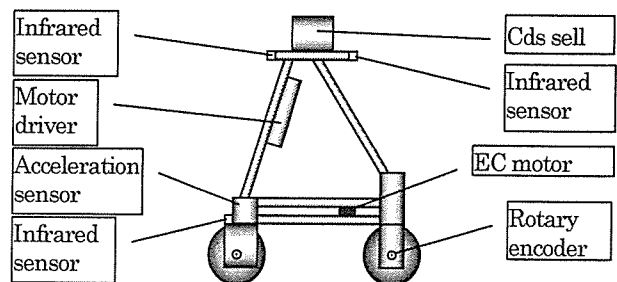


図1 試作2号機の概要

表 1 取り付け部品一覧

部品要素	個数	備考
EC モータ	2	EC40(maxon)
赤外線センサ	4	GP2D12
cdsセル	3	防滴タイプ
加速度センサ	1	DR03-009
ロータリエンコーダ	2	モータ内蔵
ポテンショメータ	1	RV30YN

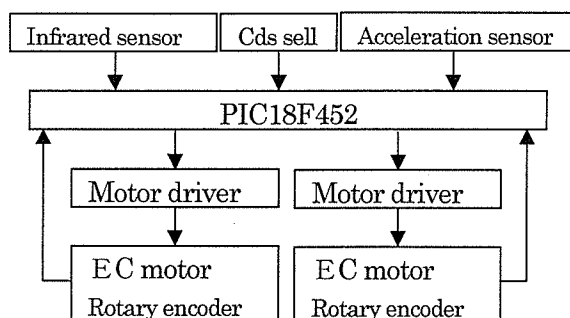


図 2 制御システムの構成

の障害物の有無, 加速度センサにより支援機左右の傾斜具合の確認を行う。

制御システムの構成は図 2 に示したとおりであり, 各センサからの信号をワンチップマイコン (PIC-18F452) により処理を加え, EC モータの制御を行っている。

#### 4. 各種歩行実験

試作 1 号機の最高速度は 1.3 (km/h) であり, 利用者の汎用性に制限が生じてしまうのに対し, 試作 2 号機では最高 4.2 (km/h) の速度で走行でき, 制御の有効性が確保できる。以下に試作 2 号機における各種実験結果を示す。

##### 4.1 障害物認識実験

2 号機は前方向に 3 個の赤外線センサを搭載している。これは上部 2 個が障害物用で, 下部が乗り越えられない段差発見用の物である。図 3 左のように上下で監視を行っている。また, 上部のセンサは図 3 右にあるように 2 号機では交差するような配置で搭載しており, これによって広範囲の障害物をとる

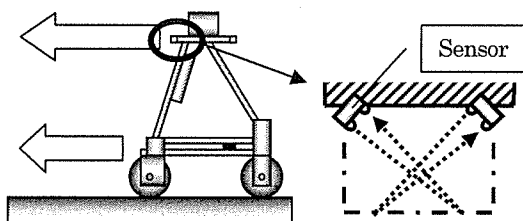


図 3 前方向赤外線センサ構成

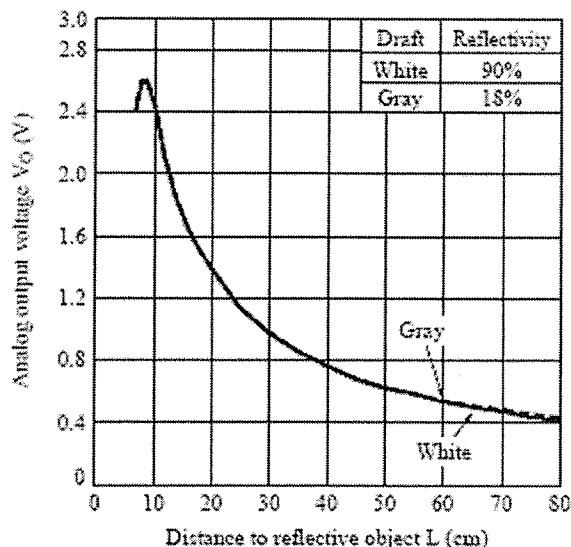


図 4 赤外線センサの特性

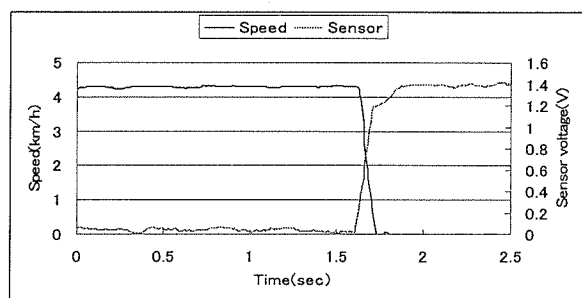


図 5 障害物認識実験結果

ことができるようになった。今回使用した赤外線センサの特性を図 4 に示す。

図 5 にあるようにセンサの反応によりマイコンが障害物を認識し, それに追従させて EC モータの速度を減速させている。これより, 制御アルゴリズム構築することで障害物を認識でき, 障害物に対し安全な走行を行えることが確認できる。

##### 4.2. 使用者位置監視実験

歩行支援機に対し使用者の歩行速度が遅くなってしまうと, 支援機が前に進みすぎてしまい, 使用者を必要以上に引っ張りすぎるか, 最悪転倒する可能性が生じてくる。このため, 制御アルゴリズムにこの対策を加味する必要がある。そこで, 図 6 にある

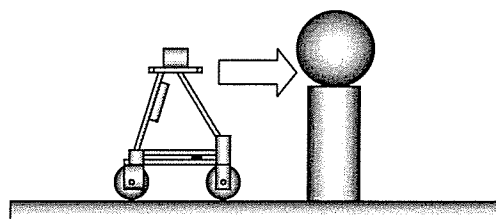


図 6 赤外線センサによる使用者位置の監視

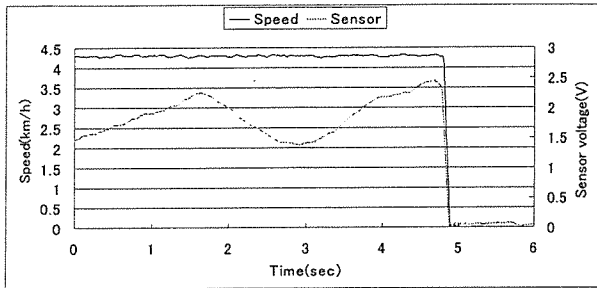


図7 使用者位置監視実験結果

ように後方に障害物同様に赤外線センサを搭載することで使用者位置の状態を監視し、この信号をフィードバックし、制御アルゴリズムに反映させる。

図7に実験結果を示す。使用者が離れるとECモータを停止するような制御を行っていることが確認できる。支援機後方に位置する使用者の状態の監視が可能となっており、適切な制御アルゴリズムを構築することにより使用者の歩行に即した運転が行え、万が一の転倒防止対策を講じることができる。

#### 4.3 加速度センサ対応実験

加速度センサを使用することで支援機左右方向の傾きの検出が可能となる。図8にあるように支援機が傾斜面にあり、傾斜角度が必要以上に大きいとき支援機が転倒してしまう危険性が生じる。転倒を回避するには傾斜角度をモニタし、危険性が大きくなる前に緊急停止するなど何らかの処置を行う必要がある。そこで、支援機には左右方向の傾きをモニタするために加速度センサを搭載してある。図9は路面の傾斜に対する加速度センサの出力結果であり、傾斜角度の増加にともない電圧出力でモニタできていることが確認できる。図10は設定角度以上傾斜すると緊急停止する制御アルゴリズムを加味した場合の実験結果であり、加速度センサのフィードバック信号をモニタリングし、設定角度を超えると緊急停止できていることが確認できる。

#### 4.4 段差乗り越え実験

図11は段差乗り越えキャスタの外観写真である。これを前輪左右に用いることによりスムーズな段差の乗り越えが可能となる。図12に高さ2[cm]程度の段差乗り越え時の実験結果を示す。加速度の応答において0.8[s]あたりで、一時的に電圧値が減少しているのが、段差乗り越え時である。段差乗り越えに関係なく速度はほぼ一定値を保っており、2[cm]程度の段差ではほとんど影響なく歩行が行えていることが確認できる。ただし、5[cm]以上の段差になると段差乗り越えキャスタでの対応が困難となっていく

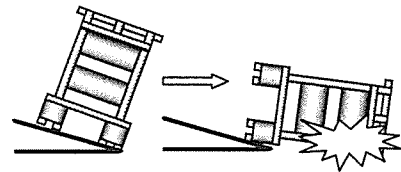


図8 傾斜面における転倒の可能性

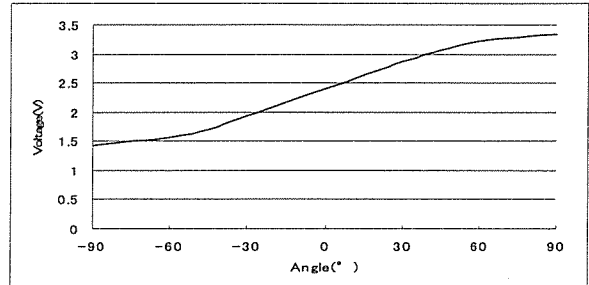


図9 加速度センサの特性

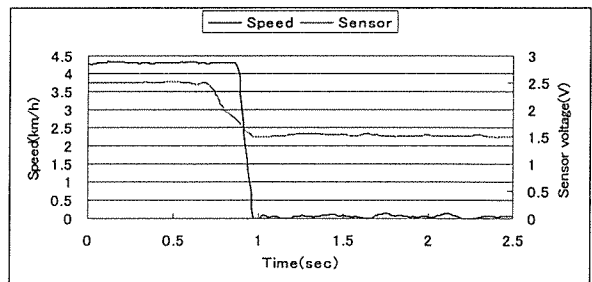


図10 加速度センサ対応実験

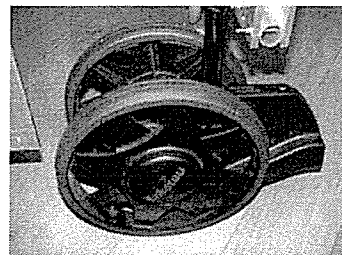


図11 段差乗り越えキャスタ

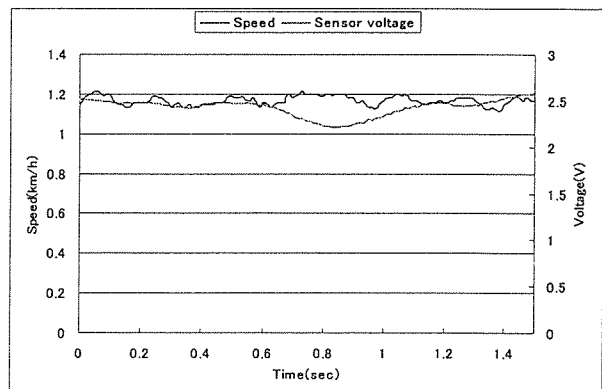


図12 段差乗り越え実験

るので、段差の高さを赤外線センサで認識し緊急停止なりの処置を制御アルゴリズムに加味する必要があると考えている。

#### 4.5 停止速度の比較

最後に停止速度について検討した。図 13 のグラフは試作 1 号機の後方向人体用実験結果で赤外線センサの出力に対して 1V 付近で反応している。ここで試作 2 号機の図 7 と比べてみると大きく反応性がよくなっているのが分かる。これによって試作 2 号機では 1 号機よりも良い応答が得られることが確認できる。

#### 5. まとめ

インテリジェントな歩行支援機の実用化を目指し、駆動部に電動モータ、制御部にワンチップマイコンを搭載した 2 機の試作機を設計・製作した。そして、動力サポート駆動部の制御に関して屋外を含め様々な歩行状態を想定し歩行実験を実施した結果、適切な制御アルゴリズムを適用することにより安全かつスムーズな歩行が行えることが確認できた。今回は歩行支援機で想定される障害を部分的に抽出して実験を行ったが、実用化するにあたり、連続歩行に対してこれらの障害に対応する必要がある。今回実験で用いた制御アルゴリズムを統合し、あらゆる障害に常時対応できるようなアルゴリズムを構築し、フィールドテストを繰り返し実施し、多方面から安全性を検証することが今後の課題となる。

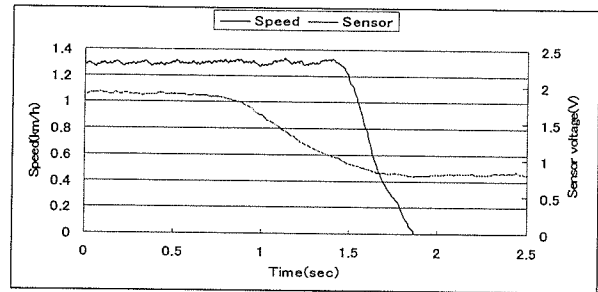


図 13 停止速度の比較

#### 6. 健康危険情報

特にありません。

#### 7. 研究発表

総括研究報告書にまとめて記載する。

#### 8. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

総括研究報告書にまとめて記載する。

## 歩行支援機における動力サポート駆動部の制御に関する研究

### 目 次

第1章 研究概要	2-7
1. 1 背景	2-7
1. 2 研究目的	2-8
1. 3 インテリジェント歩行支援機と開発手順	2-8
第2章 歩行支援機に対する要求	2-9
2. 1 歩行補助器と問題点	2-9
2. 2 屋外での問題点	2-10
2. 3 問題点の解決方法	2-12
第3章 試作1号機の構成	2-13
3. 1 インテリジェント歩行支援機の構想	2-13
3. 2 制御システムの構成	2-15
3. 3 1号機インテリジェント歩行支援機	2-16
3. 4 モータについて	2-17
3. 5 モータドライバ	2-17
3. 6 マイコンおよび回路部品	2-18
3. 7 各区分における出力結果	2-21
第4章 試作1号機の実験結果	2-24
4. 1 試作1号機実験内容	2-24
4. 2 歩行支援機の無負荷時における速度計測	2-25
4. 3 歩行支援機の接地時における速度計測	2-26
4. 4 歩行支援機の加重印加時の速度計測	2-27
4. 5 使用者方向赤外線距離センサの測定	2-29
4. 6 障害物方向赤外線距離センサの測定	2-31
4. 7 段差発見時の対処について	2-32
4. 8 ステアリングとハンドルの追従測定	2-33
4. 9 歩行支援機の緊急ブレーキ	2-35
4. 10 歩行支援機の加速度センサ実験	2-37
4. 11 試作1号機の問題点および考察	2-39

第5章 試作2号機の構成	2-40
5. 1 試作2号機の構想	2-40
5. 2 歩行支援機の構成	2-41
5. 3 ECモータおよびドライバ	2-43
5. 4 モータコントローラ	2-43
第6章 試作2号機の実験結果	2-45
6. 1 歩行支援機の無負荷時における速度計測	2-45
6. 2 車体前方赤外線センサ	2-47
6. 3 車体後方赤外線センサ	2-51
6. 4 角度測定用加速度センサ	2-53
6. 5 ハンドル搭載c d sセル	2-55
6. 6 段差への対処	2-56
第7章 屋外での使用	2-59
7. 1 屋外での使用	2-59
7. 2 バッテリー	2-59
7. 3 走行実験	2-60
第8章 まとめ	2-62
8. 1 まとめ	2-62

# 第1章 研究概要

## 1. 1 背景

現在、日本の人口は Fig1.1（総務省データより）にあるように戦後以降増え続け現在に至った、将来的に人口の減少が進むと考えられている。これは出産率の低下などの問題によって生じており現在非常に深刻な社会的な問題となっている。さらに、日本では少子化以外に高齢化の同時進行も進んでおり、非常に深刻な状態にあると考。これは、医療などの発展に伴い平均寿命が伸びたことなどの原因が考えられる。

高齢者が増えることで老人介護施設などの高齢化に対する対策を行っているのが現状であるが、少子化の影響で介護力事態も低下してしまう。加えて、寝たきりが起こるとそれに伴い介護力が必要となり、結果的に介護施設の負担が増え、十分な介護が行われない可能性が生まれる。これによって、将来的に介護力が補いきれなくなると考えられる。また、事故などを起こし足が不自由となり、何かにつかまらなると歩けない方なども介護力の低下によって十分なりハビリをうけることができずに、歩くことが負担となり結果的に寝たきりになってしまう可能性がある。

そこで、寝たきりを未然に防ぐことが介護を行う人への負担を軽減できる有効な手段であると考えられる。本研究では老人・障害者の寝たきりについてどのようにパワーアシストを行うことができるかを検討するものである。寝たきりを防ぐパワーアシストとは老人・障害者が何かに掴まれば歩ける場合に、本人以外の動力を加えることで、第三の足を作り歩行を補助するものである。

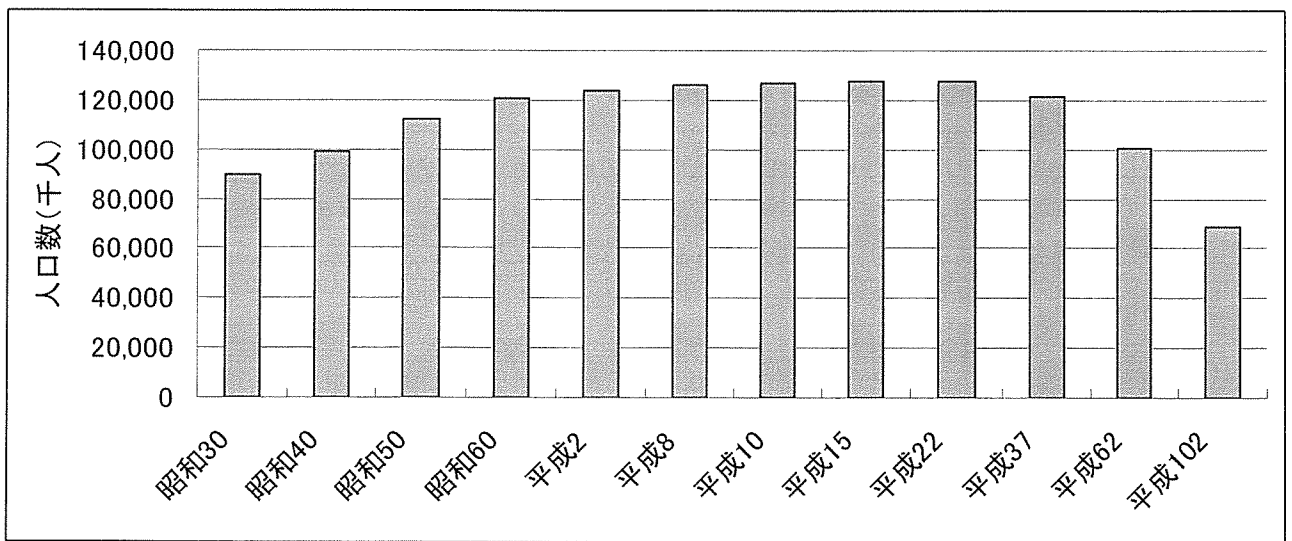


Fig1.1 Population of Japan



## 1. 2 研究目的

高齢者が自立するためには、老化によって衰えていく体力を早期に維持・回復させ、寝たきりにさせないことが必要である。寝たきりを防ぐ方法の必要として、歩行補助器を利用した手軽な歩行訓練が上げられる。しかし、現在の歩行器はある程度の自立歩行が可能な高齢者を対象とした動力のない受動的なものがほとんどである。そこで、歩行補助器に動力サポート用電動モータを搭載し、さらに各種センサからの信号をワンチップマイコンで処理してフィードバックすることにより歩行状況を制御が行えるインテリジェントな歩行支援機の開発を進めている。ここでは、製作した試作機の概要を紹介するとともに、段差などの障害を乗り越える機能、歩行状況・現在位置・利用者の障害度に対応可能な機能を実現させるための動力サポート駆動部の制御に関して検討した結果について示す。そして、最終的には屋外において歩行訓練が可能な、インテリジェント歩行支援機の開発を行うことを目標としている。

## 1. 3 インテリジェント歩行支援機と開発手順

先に述べた段差などの障害を乗り越える機能、歩行状況、現在位置などの様々な機能を搭載させ、屋外で使用可能かつ動力を持った歩行補助機をインテリジェント歩行支援機とする。

しかし、その様々な機能をどのように実現させるかが問題となってくる。

そこで、本研究では動力を持つ知能的な歩行支援機をテーマに、先に上げた機能の実現を目指すものである。

ここで、「インテリジェント」とは歩行支援機自体が様々な場面で判断を行い、使用者は歩行訓練のみに集中できるようなものとする。

この歩行支援機の実現には様々なセンサを使い、そのセンサの情報を歩行支援機自体が処理をし、状況に合わせて判断をすることが必要である、使用者が歩行訓練を安全に使用できるような制御システムおよび構造設計を行うことができる歩行支援機の開発を行う。

しかし、現状でどのようなものが理想であるかが不明な状態である。

そこで、開発手順として1号機を製作する。その実験データを元にさらなる開発を行うことで、最終手に屋外での歩行訓練が可能なものを製作する。

## 第2章 歩行支援機に対する要求

### 2.1 歩行補助器と問題点

現在、歩行訓練を行う物として先に述べた歩行補助器が上げられる。これは Fig2.1 にあるように病人・老人・障害者の歩行を補助するものである。

使用者は上から寄りかかり、前に進むことによって4つのタイヤが支えになり、歩行をアシストするものとなっている。

また、現在使用されている歩行補助器には問題点が考えられる。それは動力が人間の足のみであるため使用者自体に制限があることである。

また、屋外での走行には適しておらず屋内での使用が基本となっている。これでは寝たきりに対してある程度の回復が見込める人も結局疲れてしまうといった問題点があり、歩行訓練に集中できなくなる可能性もある。また、屋内での走行を可能にすることで、使用者の外へ出る楽しみ・喜びを作り、屋外へ自ら行くようにすることも必要なことであると考えられる。

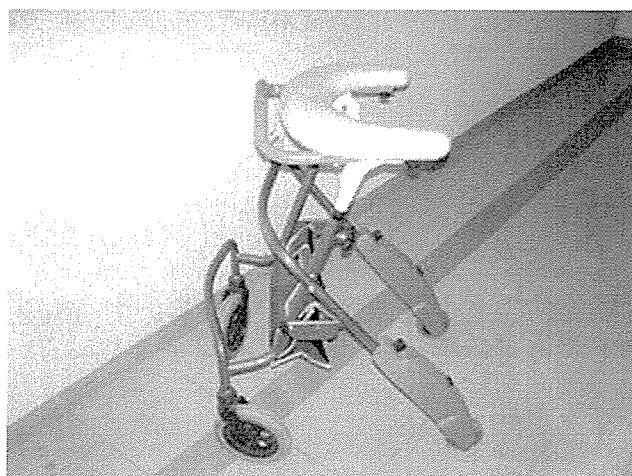


Fig2.1 Walker

## 2. 2 屋外での問題点

今回、設計・製作を行う歩行支援機は屋外での使用が可能な機能を搭載したものを指すのである。しかし、屋外では屋内に比べて予想がつかない様々なトラブルが発生すると考えられる。そこで以下のような問題点が挙げられ、検討を行う必要がある。

### 段差

下の Fig2.2 にあるように道路には必ず段差が存在する。この段差も高いものから低いものまで様々であると考えられる。そこで段差についてどのように対処するかが問題となる。

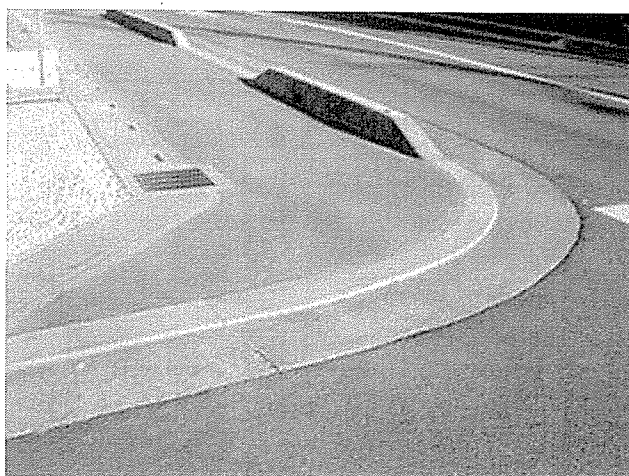


Fig2.2 Road

### 使用者の状態

使用者は歩行訓練を行うことを目的としているので Fig2.3 にあるようなボコボコな道では急に転倒などをする可能性がある。

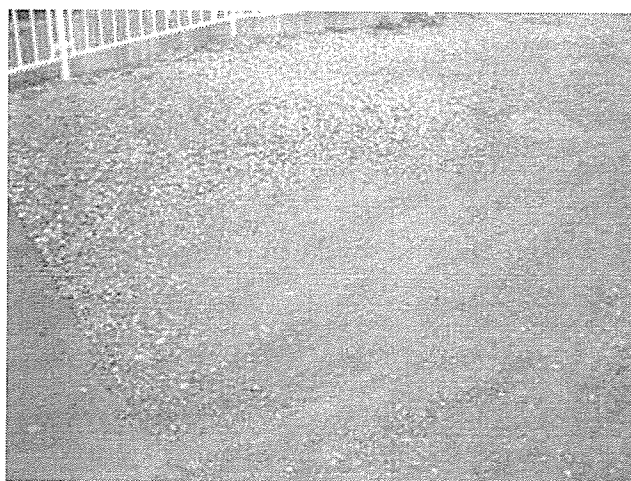


Fig2.3 Road of stone

## 障害物

Fig2.4 にあるように見通しが悪い道路では、突然人が飛び出してくるなどのトラブルが考えられる。これに歩行支援機が衝突すると怪我をするなどの問題が発生すると考えられる。

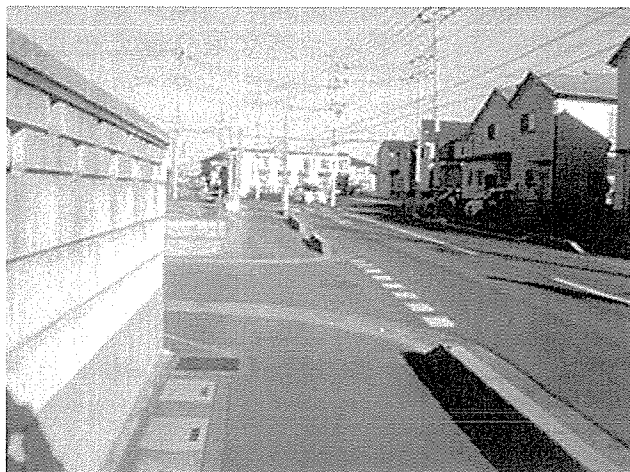


Fig2.4 Blind spot

## 車体自体の傾き

Fig2.5 にあるように道が上り坂となっていると速度が急に減速されるなどして使用者が転倒する可能性がある。また下り坂では速度が過剰に出てしまい、歩行支援機自体が暴走してしまう可能性がある。

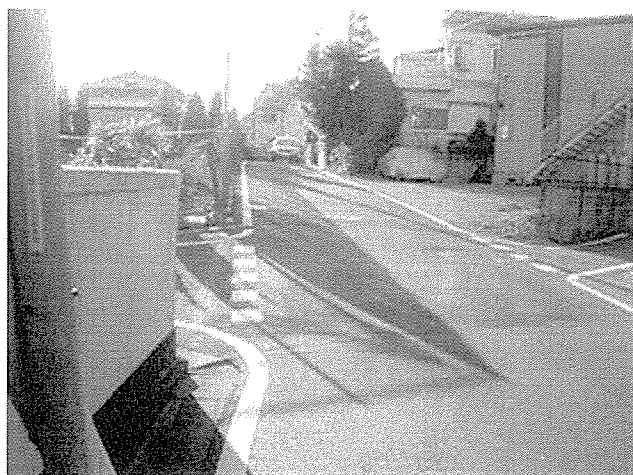


Fig2.5 Slope

以上の問題点についてどのように対処するかが問題となってくる。次章では対処を検討した歩行支援機を紹介する。

## 2. 3 問題点の解決方法

### 段差

段差をどのようにして登るかが焦点となってくる。本研究ではこの段差に対していかに使用者の負担を減らせる制御が行えるかということと、どのような前輪が理想であるかを検討し実験を行う。これによってスムーズな乗り越えを目指す。

### 使用者の状態

使用者が現在どのような状態にあるかを把握する必要がある。これには使用者と歩行機の間に関係情報伝達できる物が必要であると考えられる。これにはセンサを使い使用者が現在どのような位置にあるかを把握できるような制御が必要であると考えられる。

### 障害物

どのような飛び出しや障害物にも瞬時に対応し、停止させることが必要であると考えられる。これにもセンサを使い、障害物を瞬時で感知し衝突防止を行う必要がある。

### 車体自体の傾き

車体が傾くことを感知し、歩行機自体の転倒時の緊急停止装置を付ける必要がある。これもセンサによって感知し、使用者の安全装置として動作させる必要がある。

## 第3章 試作1号機の構成

### 3.1 インテリジェント歩行支援機の構想

屋外での使用を考え、前章で考えられる問題点を考慮して設計・製作を行う。まず、基礎データの収集を目的とし、試作1号機を設計・製作を行う。試作1号機インテリジェント歩行支援機の構成全体図を Fig3.1 に示す。センサには赤外線センサ×3と加速度センサ、ロータリーエンコーダを搭載している。また、前輪にはステアリングが搭載されておりポテンショメータによって位置を検出している。モータにはDCモータを使用し、駆動している。また前章でも述べた通り屋外での使用には様々な問題点があると考えられる。試作1号機ではその問題点を以下のように対処する。

#### 段差

距離センサを使い段差の発見を行う。発見したら減速し登る。これによって使用者などの転倒を防ぐ。

#### 使用者の状態

使用者が現在歩行支援機の後ろにいるかどうかを監視することで歩行支援機の暴走を未然に防ぐものである。監視には段差同様で距離センサを使用する。

#### 障害物

前方の障害物を未然に発見することで衝突などを防止し、安全な走行が屋外で行えると考えられる。これも同様に距離センサを使用する。

#### 車体自体の傾き

歩行支援機が坂道などで傾くことや、石などに片輪がのりあげてバランスを崩すことなどがあると考えられる。これは加速度センサを使うことで対処する。

Fig2.1に1号機の構成が示してあるがセンサの配置は以下のような使用を目的としている。

- ①赤外線センサ1・・・前方の障害物検出用
- ②赤外線センサ2・・・段差検出用
- ③赤外線センサ3・・・使用者の存在確認用
- ④ロータリーエンコーダ・・・モータの回転速度測定用
- ⑤加速度センサ・・・歩行支援機の角度測定による転倒時の安全装置

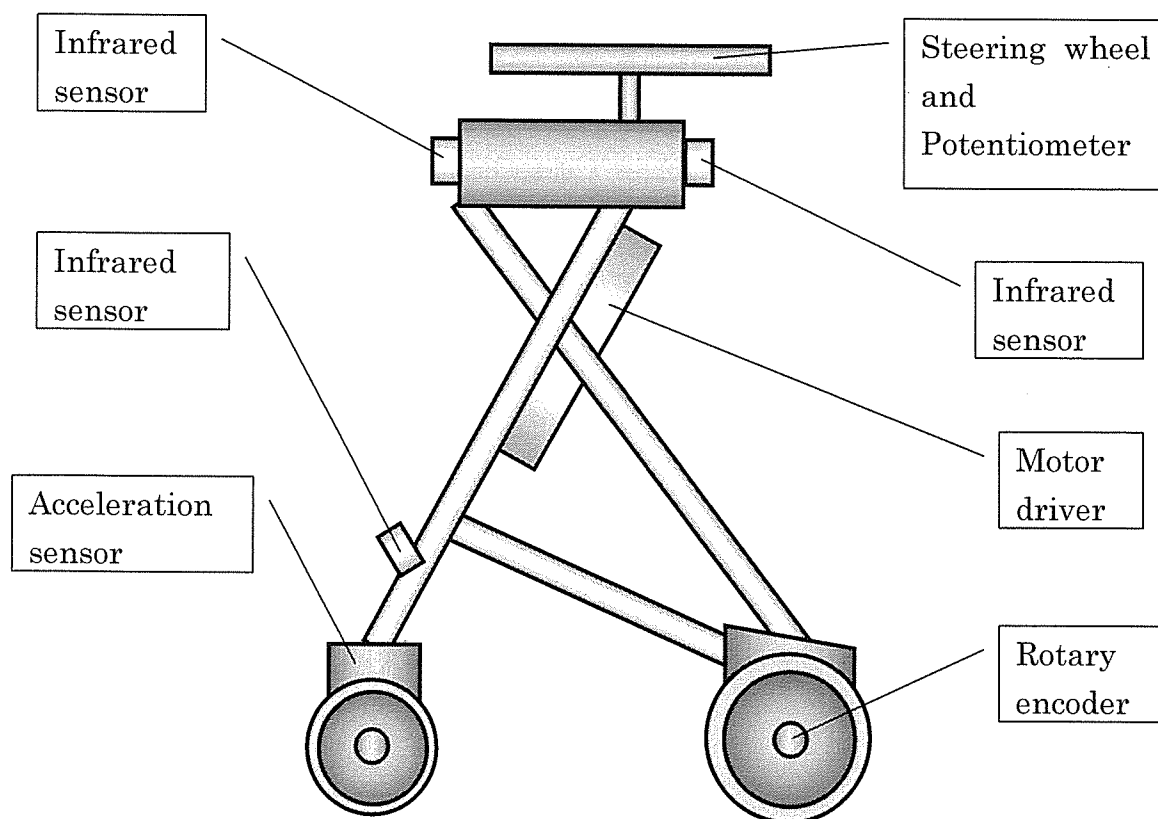


Fig3.1 Composition chart 1

また、table3.1 に今回設計・製作を行った 1 号機の使用部品を示す。  
各センサの選定を行い、実装し問題のない動作が得られるかどうかについて実験を行い検討していく。

Table3.1 Part table

センサ	個数	備考
DC モータ	1	540K300
赤外線センサ	3	GP2D12
加速度センサ	1	DR03-009
ロータリーエンコーダ	2	EC202A100A
ポテンシヨメータ	2	RV30YN

### 3. 2 制御システムの構成

Fig3.2 にインテリジェント歩行支援機の制御システム図を示す.

マイコンにはPIC18F452を使用し, 赤外線センサおよび加速度センサ, ロータリーエンコーダの情報をフィードバックすることによってDCモータを駆動する. DCモータドライバにはNチャンネルMOS-FETを使用し, Hブリッジにより駆動を行っている.

また, F/Vコンバータとは周波数を電圧に変換するもので, ロータリーエンコーダの出力が500Hz出るのでそれを電圧によるアナログ出力に変えるための装置である.

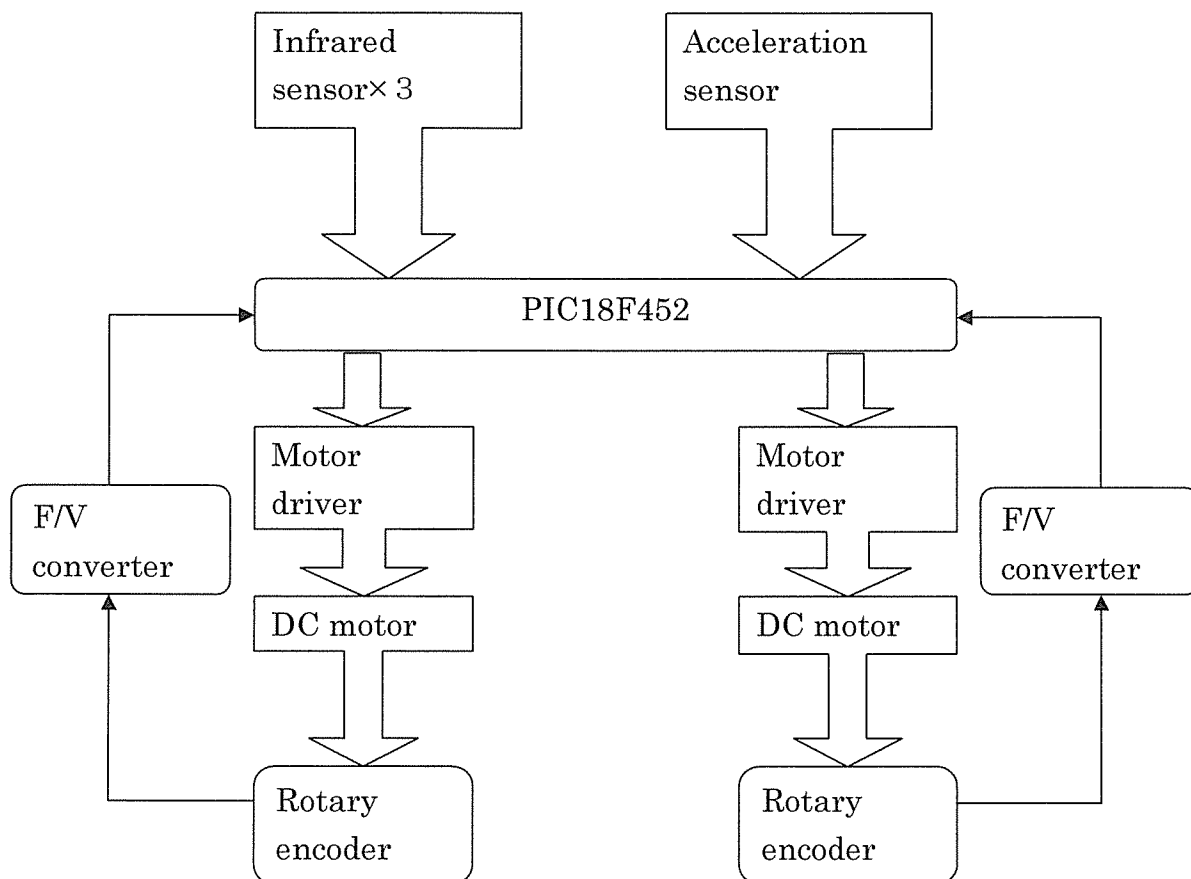


Fig3.2 System chart 1



### 3. 3 1号機インテリジェント歩行支援機

Fig3.3に今回、基礎データの取得を行うために設計・製作を行った1号機歩行支援機の画像を示す。Fig3.1の構成図同様の作りとなっている。

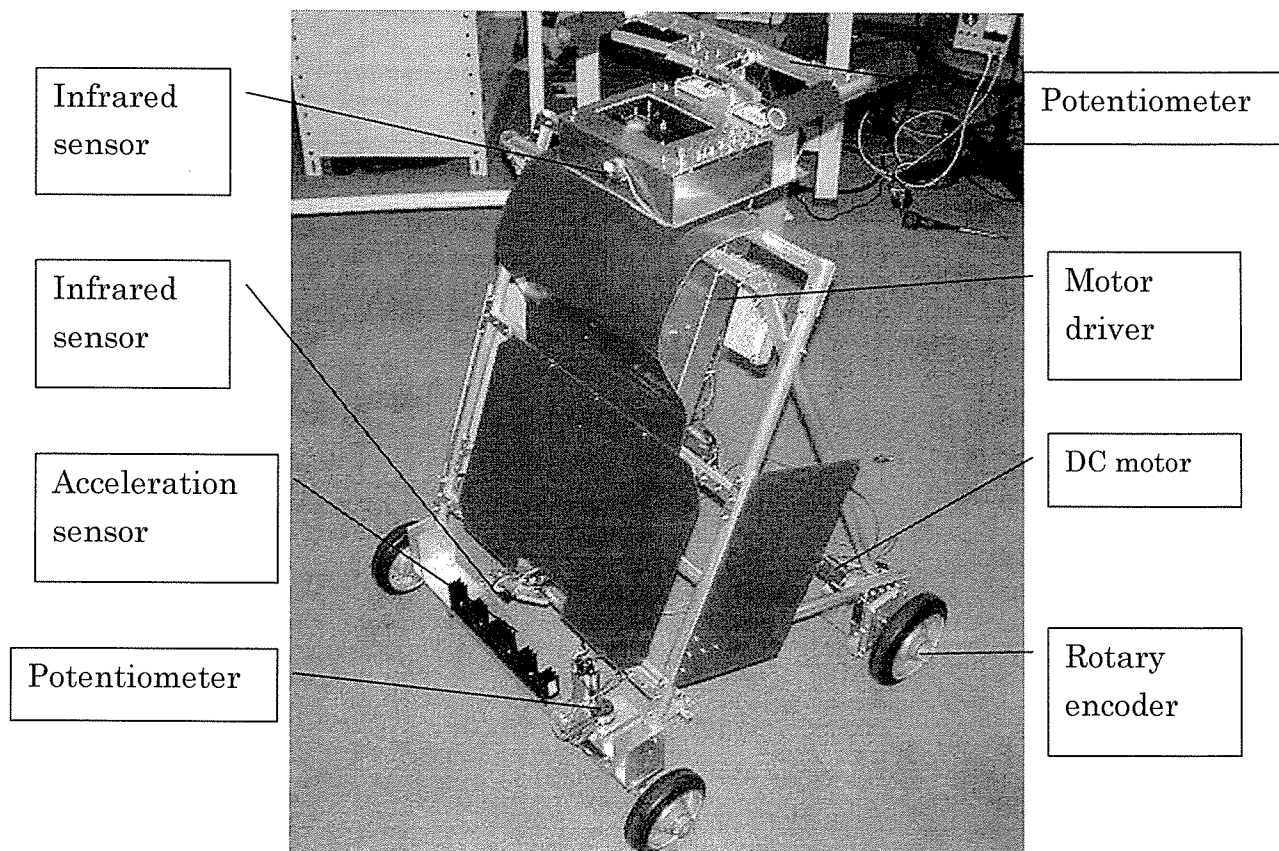


Fig33 Photograph

1号機を設計・製作し次章では基礎データの取得を行う。

### 3. 4 モータについて

今回は DC モータを使用する．ここで DC モータを使う利点として以下のことが上げられる．

- 1, 低価格で入手しやすい
- 2, 加えた電圧に対し回転速度が比例的に上昇する
- 3, 電流に対し出力トルクが比例的に上昇する

逆に欠点としては以下のことが上げられる．

- 1, ブラシにより接触しているため寿命が短い
- 2, 回転騒音が大きくノイズが高い
- 3, 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

以上のような利点・欠点がある．今回は歩行支援機の回路設計となるので使用者の安全を第一に設計しなければならない．このため欠点を少しでも克服し，利点を大いに生かすことが求められる．

今回，使用するモータはマブチモータのRS-540である．さらにギアヘッドとしてタミヤのギアヘッドを使用する．この組み合わせはすでにギアヘッドが付いた状態で販売されており非常に低価格であることが特徴である．

### 3. 5 モータドライバ

実際にモータを駆動する際には多くの場合PWM (Pulse Width Modulation) 制御を使うことが多い．これは高速スイッチングを行うものであり，そのスイッチングを行う素子として従来から電流で電流を制御できるトランジスタが使用されてきた．しかしトランジスタでは高速スイッチングに限界がある．そこで今回は電圧で電流を制御するMOS-FETを使いDCモータを駆動および制御する．FETを使う理由としては以下のことが上げられる．

- 1, トランジスタに比べて高速動作が可能である
- 2, 熱耐性が高い
- 3, 低ON抵抗である

MOS-FETを使いDCモータを駆動する方法はいくつかあるが代表的なものをFig2.4に示す．

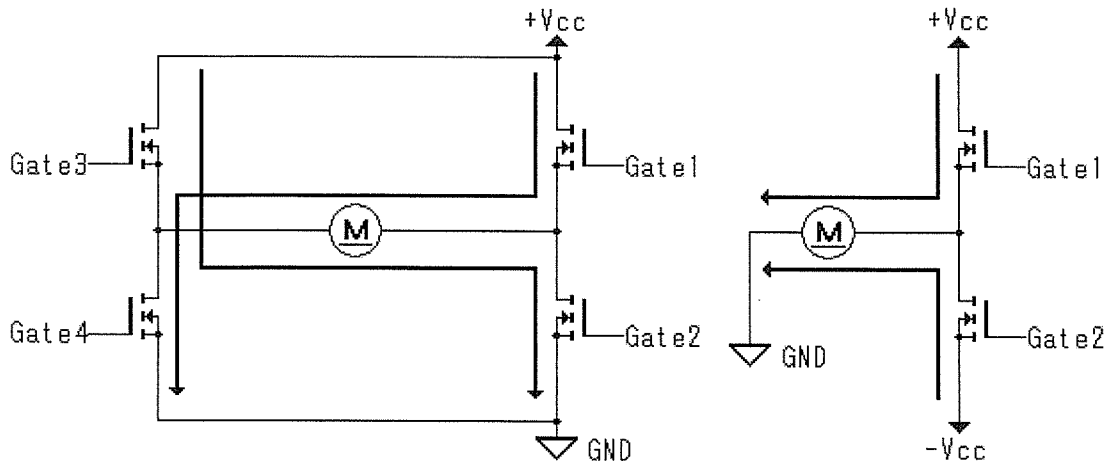


Fig3.4 Full bridge (left) and Half bridge (right)

フルブリッジ回路 (Fig3.4 左) は1電源と4個のMOS-FETで駆動する. これに対しハーフブリッジ回路 (Fig3.4 右) は2電源と2個のMOS-FETで駆動する. MOS-FETの制御はGateに電圧を印加することで行う. 真理値表を table3.1 に示す.

Table3.1 Full bridge (left) and Half bridge (right)

Gate1	Gate2	Gate3	Gate4	モータ	Gate1	Gate2	モータ
1	0	0	1	正転	1	0	正転
0	1	1	0	逆転	0	1	逆転
0	1	0	1	ブレーキ			

今回製作する回路は単一電源を使用する予定なのでフルブリッジ回路を使用する.

### 3. 6 マイコンおよび回路部品

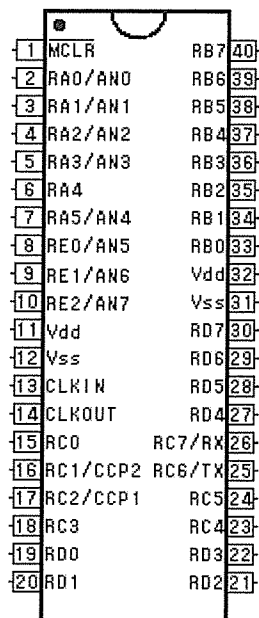
回路上で使用されている部品についての役割を説明する.

#### PIC18F452

設計・製作を行う歩行支援機の中央で制御の指令を出す, 言わば中央演算処理装置の役割を果たすものとなる. PIC18F452はハイエンドタイプのPICであり40MHzの高速動作が可能で, 1命令を0.1μ秒で処理することができる. 今回, このPICを使う利点を以下に示す.

- 1, 10bit A/Dコンバータを8個持つ
- 2, CCPモジュールを2個持つ
- 3, 高速動作である

PIC18F452の基本性能を Fig3.5 に示す.



Features	PIC18F452
Operating Frequency	DC - 40 MHz
Program Memory (Bytes)	32K
Program Memory (Instructions)	16384
Data Memory (Bytes)	1536
Data EEPROM Memory (Bytes)	256
Interrupt Sources	18
I/O Ports	Ports A, B, C, D, E
Timers	4
Capture/Compare/PWM Modules	2
10-bit Analog-to-Digital Module	8 input channels

Fig3.5 PIC18F452

### 74AC08P

PIC18F452は2個のCCPモジュールを持つ。しかしフルブリッジ回路は4個のGateを操作しなくてはならない。さらに歩行支援機に2個のDCモータを使うなら合計8個のGateを操作する必要がある。つまり、PIC18F452ではPWM出力が不足することになる。そこで、DCモータを2個使うこととして出力を増やす方法を取る。ここで8個の出力を作る方法もあるが次に入れるTLP251の量が増えてしまうので初段階として4個に増やす。Fig3.6に回路構成および真理値表を示す。

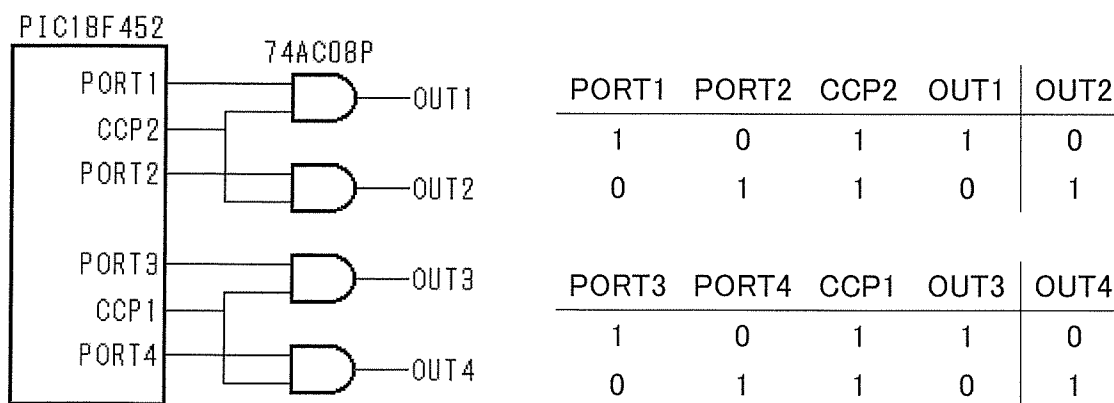


Fig3.6 74AC08P