

Fig.8.21 Result of experiment subject C without weight No.1-A

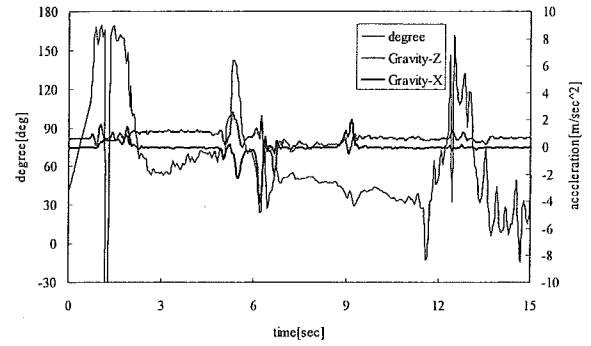


Fig.8.22 Result of experiment subject C without weight No.1-B

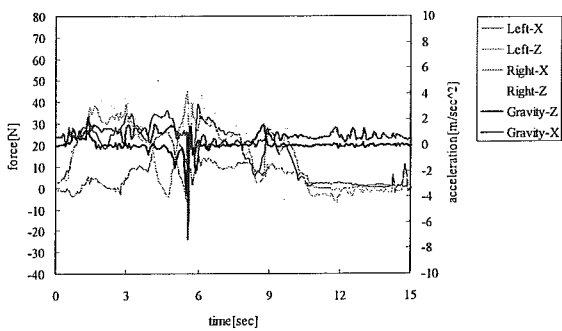


Fig.8.25 Result of experiment subject C without weight No.3-A

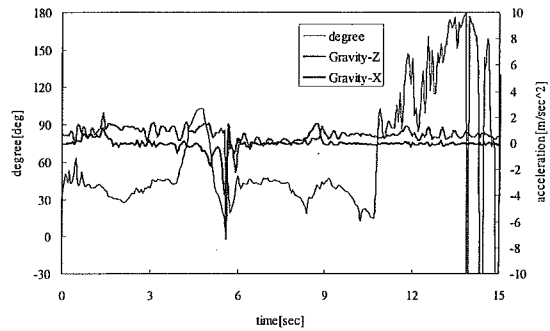


Fig.8.26 Result of experiment subject C without weight No.3-B

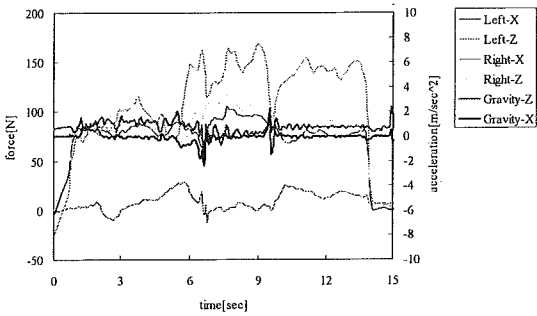


Fig.8.27 Result of experiment subject A with weight No.1-A

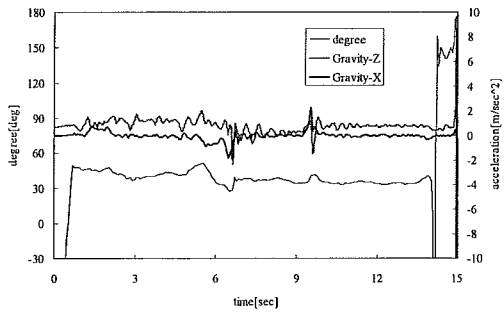


Fig.8.28 Result of experiment subject A with weight No.1-B

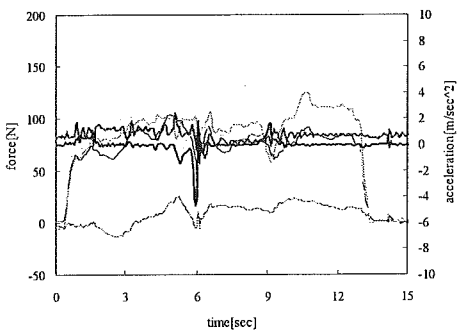


Fig.8.29 Result of experiment subject A with weight No.2-A

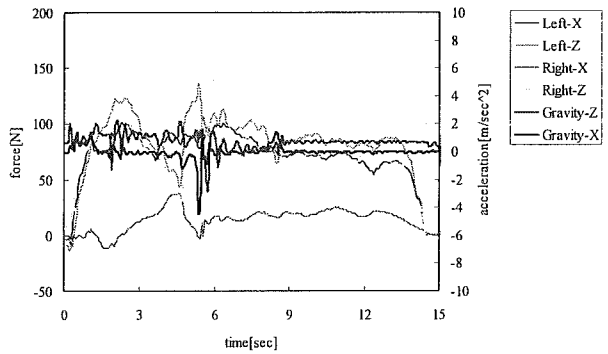


Fig.8.31 Result of experiment subject A with weight No.3-A

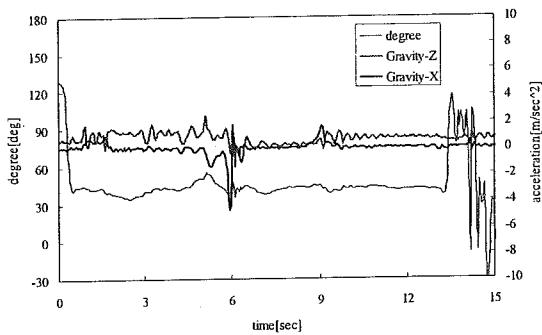


Fig.8.30 Result of experiment subject A with weight No.2-B

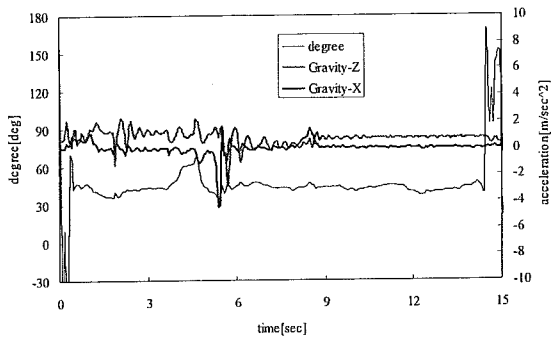


Fig.8.32 Result of experiment subject A with weight No.3-B

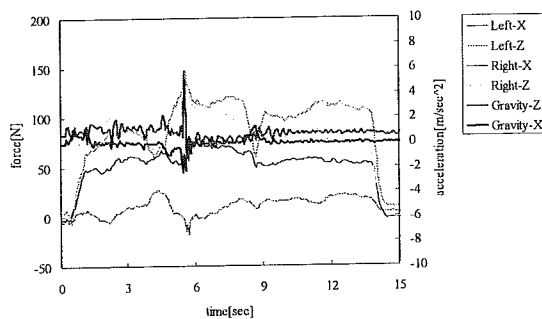


Fig.8.33 Result of experiment subject B with weight No.1-A

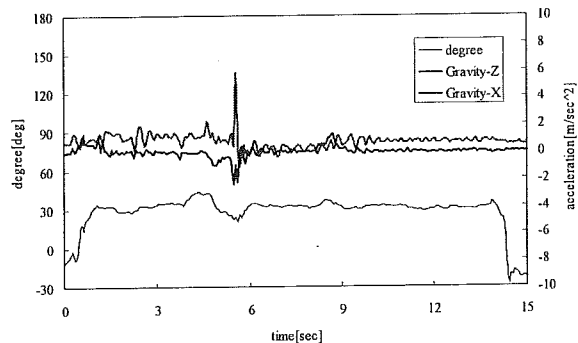


Fig.8.34 Result of experiment subject B with weight No.1-B

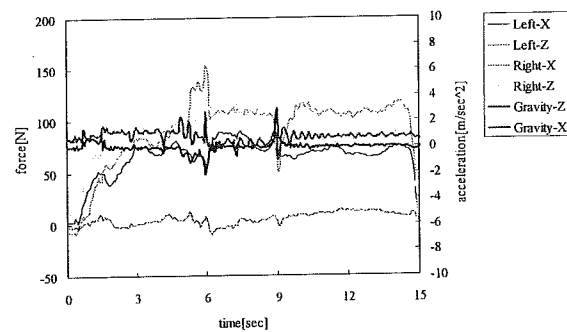


Fig.8.35 Result of experiment subject B with weight No.2-A

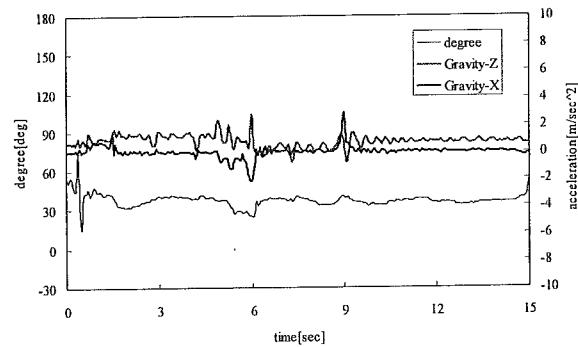


Fig.8.36 Result of experiment subject B with weight No.2-B

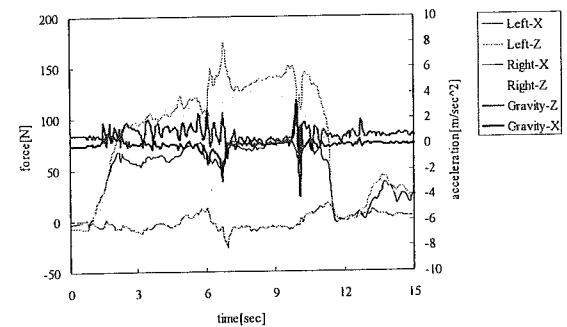


Fig.8.37 Result of experiment subject B with weight No.3-A

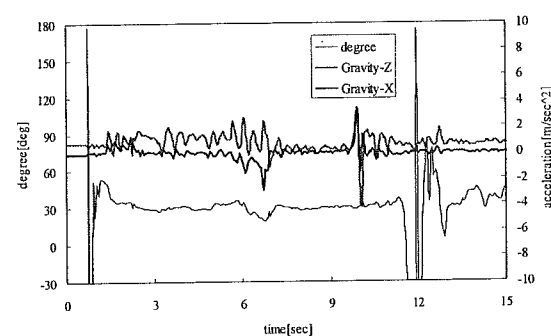


Fig.8.38 Result of experiment subject B with weight No.3-B

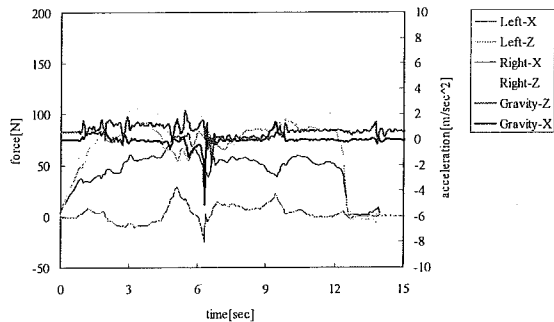


Fig.8.39 Result of experiment subject C with weight No.1-A

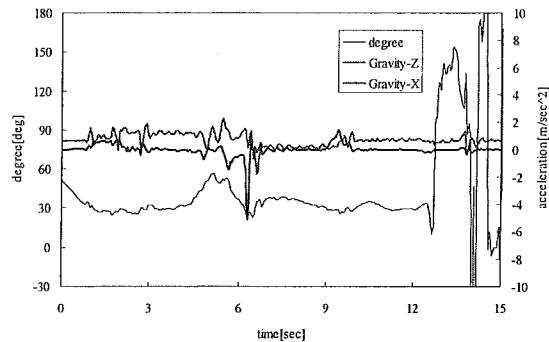


Fig.8.40 Result of experiment subject C with weight No.1-B

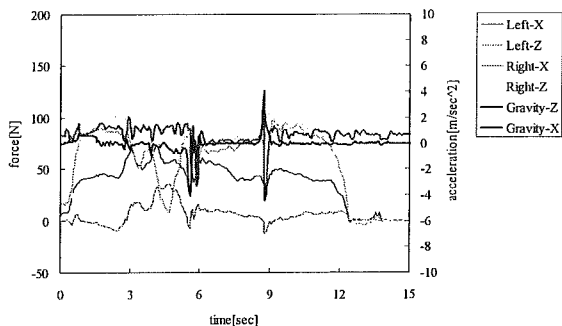


Fig.8.41 Result of experiment subject C with weight No.2-A

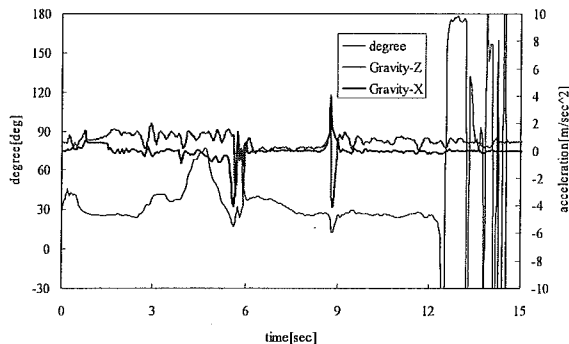


Fig.8.42 Result of experiment subject C with weight No.2-B

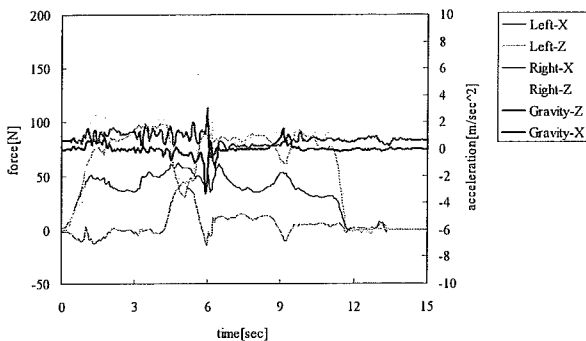


Fig.8.43 Result of experiment subject C with weight No.3-A

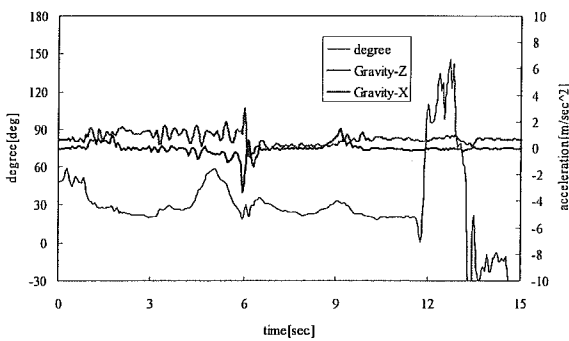


Fig.8.44 Result of experiment subject C with weight No.3-B

#### 8. 4 実験考察

まず、ハンドル右部のX軸方向の荷重についてだが、最初の支援機を頼らない歩行(Fig.8.5~Fig.8.26)では目立たないが、歩行機に体重を預けた歩行による実験(Fig.8.27~Fig.8.44)では全部の試行において他と比べて明らかに低い。これを歩行特性と考えるには難しく、センシングの問題ではないかと考える。原因としては、歪みゲージの貼り方やセンサのならしの問題が挙げられる。ハンドル右部のX軸方向に関してはもう一度センサの見直しを行って、改めて計測を行う必要がある。よって、今回の実験結果で $\phi$ の値を算出するときにはハンドル右部のX軸荷重を考慮して算出していない。よって $\phi$ の変位においては正確とはいかない値ではあることは最初に述べておく。

支援機に頼らない歩行では、被験者Bの $\phi$ の値が他の被験者に比べ大きく違っている。原因としては被験者Bが支援機を持ち上げてしまったケースなどが考えられる。被験者Aと被験者Cの平地路面での $\phi$ の値の平均値が55~45[deg]であり、3人の被験者が支援機に体重をかけたときの $\phi$ の平均値は30~40[deg]となっている。段差乗越し時に関しては立ち上がりにオーバーシュートが検出される場合もあるが、 $\phi=0$ [deg]から平均値近傍へと立ち上がり安定している。このオー

バーステートが段差検出のためのパラメータの1つになると考える。しかし、6[sec]前後と9[sec]前後に、支援機に大きな加速度が生じているのがわかる。これはそれぞれ前輪と後輪が段差から降りるときのもので、最大で9[m/sec<sup>2</sup>]とほぼ重力加速度と同じくらいの加速度が生じている。そのときの衝撃力は今後支援機を製作していく上で無視できないものであるのは明らかであった。今回の実験では、初期状態において前輪部が段差と接触している状態から実験を開始したため、前輪が段差に当たったときの衝撃がない状態からの段差乗越しになっている。実際にはある程度の初速度をもって段差を乗越えるため、もう一度同様の実験を行って、前輪が段差にあたる時と、前輪・後輪がそれぞれ段差降りるときにかかる衝撃力を定量的に求めて、サスペンションなどの衝撃緩和や段差降下機能を設けるなどの対策が必要になるかの検討を行っていく必要がある。

## 9. 歩行支援機の制御の手法について

### 9. 1 操作イメージ

支援機を意識しない使用感とするため、スイッチは原則取り付けないものとする。基本動作の制御は構造の知能化によるパッシブ制御とし、アクティブ制御は、フィーリング向上に使用する。センサとアクチュエータが敏感にならないような操作イメージを考えている (Fig.9.1)。

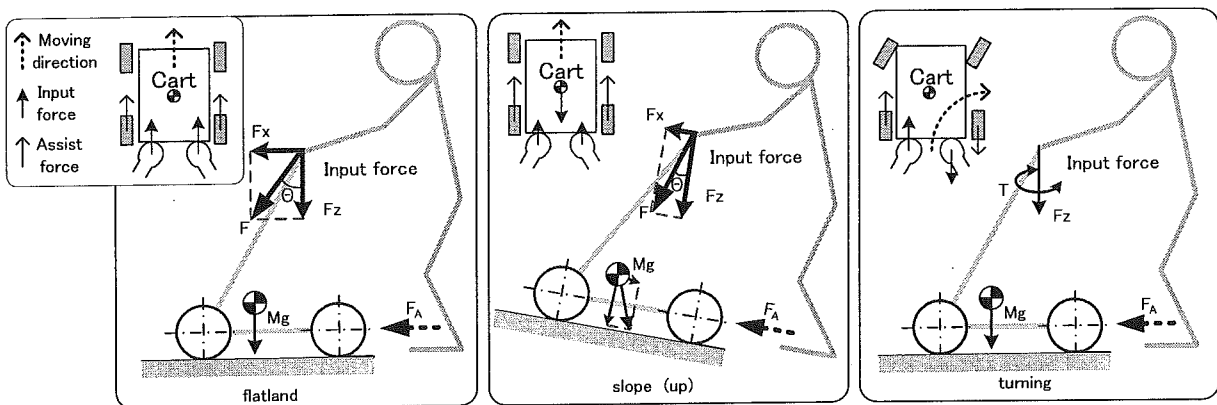


Fig.9.1 The movement image<sup>(4)</sup>

### 9. 2 基本構成

Fig.9.2に開発中の歩行支援機の基本構成を示す。被支援者が押す格好で使用し、前後進または旋回のためのアシスト力を発揮するためのドライブユニットが左右後輪に取り付けられている。その制御は被支援者の操作力、被支援者と機器の相対距離、路面の傾斜などによって行われる。タイヤは空気入りタイヤを使用し、サスペンションとの併用により使用感と接地性を高める。駆動源としては2次電池を使用する。重量物を低い位置に配置し低重心化し、安定性の向上を図る。

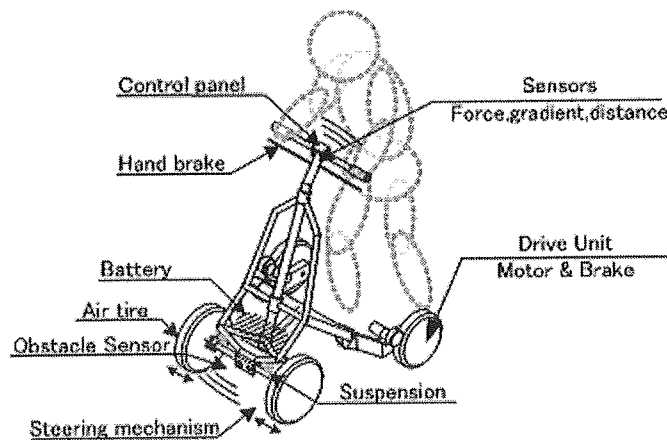


Fig.9.2 Basic structure

現在、用いられているセンサは以下の通りである

- 距離センサ : 被支援者との距離を計測
- 力センサ : 被支援者からの力を計測
- 傾斜センサ : 路面の縦断方向および横断方向の傾斜を計測

加速度センサ : 歩行機の加速度を計測  
 車輪回転角センサ : 車輪の回転角度を計測

### 9. 3 制御システムの構築

支援機は、『力を入力値とする制御』と『いくつかの閾値を決めた上で、被支援者のフィーリングに適合したファジー制御』で構成する。被支援者への反力変化を抑えるようにアシスト量を決めるために、各センサからの信号は、制御装置に集められ、そこから制御信号として、モータとブレーキに送られる。これら2つのデバイスを制御することによりタイヤに駆動力と制動力の両方の伝達が可能となる。

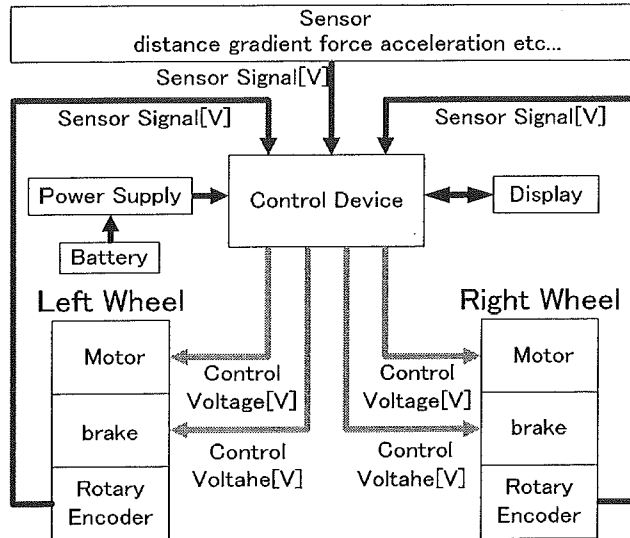


Fig.9.3 The system architecture

### 9. 4 歩行支援機のアシスト方法について

歩行機に加わる力は歩く周期で増減しているため、常に一定の力が加わっているわけではない。このことから、力を一定にするような制御方法は難しいと考えられる。これは移動の仕方に個体差があると考えられるためであり、そのため、基本的には力の入力に対して常に一定の力を加えるのではなく、入力に対してアシスト力を決定するように制御を行なう様にするのが望ましいと考えられる。

現在、歩行機の制御方法として

- ① 速度制御
- ② 力制御

の2つを検討している。どちらが制御方法としてよいのかフィーリング試験等で決めるのが望ましい。

歩行機の制御パラメータとして、進行方向の力  $F_x$  が昨年度までの報告により進行用のパラメータとして有効性が述べられている。

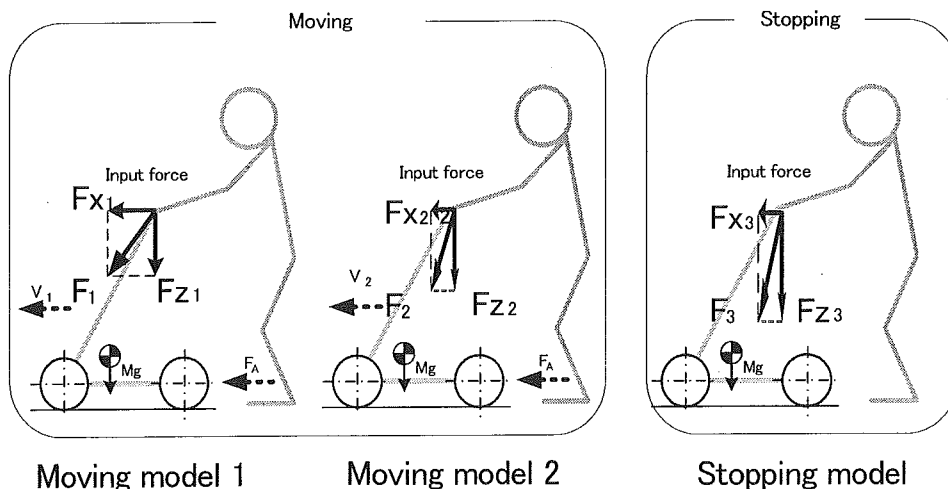


Fig10.4 Moving and stopping mode model

Fig.9.4 では  $F_{x1} > F_{x3} > F_{x2}$  となっており, Moving model 2 の方 Stopping model より  $F_x$  が小さいにもかかわらず移動していると仮定している. この場合  $F_x$  のみで制御しようとするとも Moving model 2 で支援するようになっていると, Stopping model では移動してしまう事になる. このように被支援者の意思に反する行動が起こる可能性がある. このように使用者の意思に沿わない事態が起こることが考えられるため,  $F_z$  の力も考慮することにより問題の解決を図ることを検討している. パラメータの案としては  $F_x$ ,  $F_z$  の比またはベクトルのなす角  $\theta$  を検討している.

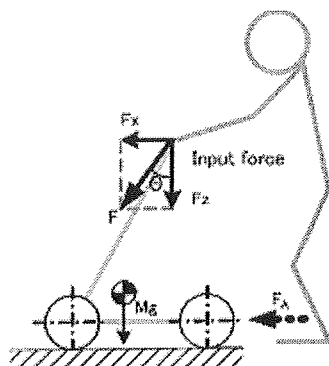


Fig.9.5 walking model

また, 歩行機の基本動作は歩行機が稼働中センサ情報により現在の状態を把握し, 歩行機に力が加わったとき歩行機が動くようにプログラムを構成する.

歩行支援機の基本制御プログラムは, 距離, 加速度, 力, 回転数, 傾斜等各種センサ情報を取得する. カセンサ情報より移動の有無を判断し, 傾斜, 加速度センサ情報からモード決定を行う. モード決定後は, センサ情報を元にアシスト量の決定する.

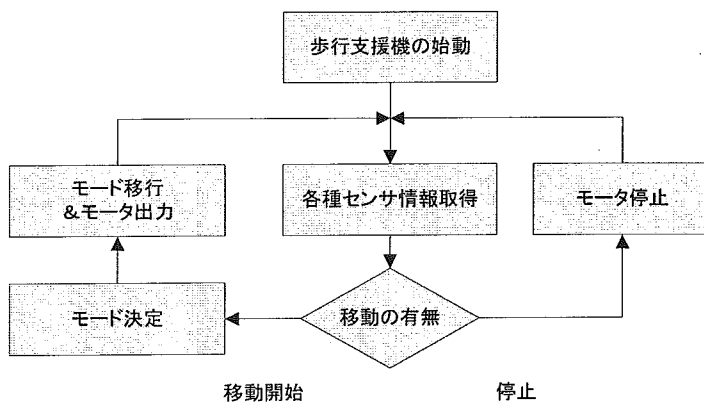


Fig9.6 Basic control flow chart

アシスト中は, 距離センサにより人と歩行機の距離を近距離, 中距離, 遠距離の3段階程度で監視を行う. 近距離にいる場合のアシストは人からの力を入力からモータ制御を行なう. 中距離にいる場合は徐々に近距離の方へ動くように距離センサとカセンサを組み合わせ制御を行ない, 歩行機と被支援者が離れ過ぎないように制御を行なう. 最後に, 遠距離と判断した場合は被支援者が危険な状態と判断し, 歩行機を一旦停止させるようにする. また, 急激な加速度変化時も同様に歩行機を停止させるように制御を行なう. 路面傾斜がある場合はそのセンサ情報を元に, 坂道等の状態を把握し, それにあったアシストを行うようにする.

また, 通常の変速には力を入力を元に, 停止, 加速, 通常走行, 低速走行, 減速の5つの組み合わせにより, 速度の変化を調整する.

### 9. 5 路面状況における制御システムの検証

路面状況別にアシストを行なうにあたり, 基本動作は平坦路を基本に考え

- (1)前進モード
- (2)段差乗り越しモード
- (3)自転, 旋回モード
- (4)停止モード

の4つのモードで構成することになっている。以下に各モードの詳細を述べる。

(1) 前進モード

前進モードでは平坦路, 坂道の2つに分けて考える必要があり, 坂道においては平坦路との差分をアシストするものとする。坂道は縦断傾斜路, 横断傾斜路に分けて考える必要がある。

・平坦路

平坦路ではセンサで状態を確認しつつ, 歩行機と人との距離を一定距離内で移動するようにし, 直進の維持を基本とし, 操作に従うよう両輪を制御する。

・坂道

a) 縦断傾斜・登り

上り坂では平坦路を基準に, センサから情報より自重による負荷を軽減するようにアシストを行う。歩行機の手速度は人に合わせた速度で進むようにし, 上り坂の傾斜に応じて速度を下げる。また, 距離センサで歩行機との距離を監視し, 歩行機との距離が離れすぎないように監視する。

上り坂の終了後本人が登りきるまでは通常速度に戻らないようにする。

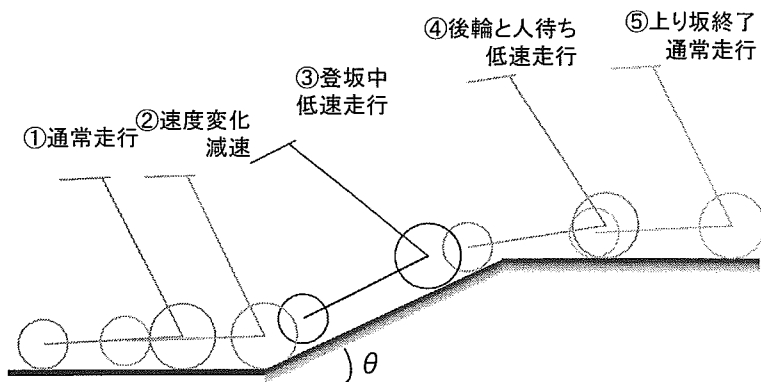


Fig.9.7 Acclivity Mode

b) 縦断傾斜・下り

下り坂では下り坂の傾斜に応じて設定速度の変更を行う。減速はブレーキアシストおよびモータの逆トルクも考慮する。下り坂では制動重視のアシストを行うことにより, 安全性を高めて行く方向である。これは機器自体が重いため一度機器に勢いがつくと制動が非常に困難になることが予想されるためであり, それにともない危険も増大することが考えられたためである。

下り坂の終了後, 本人が降りきるまでは通常速度に戻らないように制御を行なう。

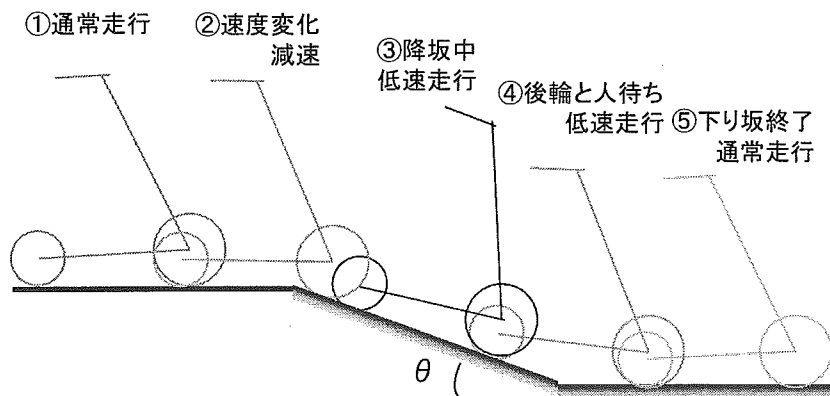


Fig.9.8 Downward Slope Mode

c) 横断傾斜

横断傾斜路では機器の自重によって傾斜の下方向にモーメントが発生するため直進して進むことが難しくなり、直進するにはそのモーメント打ち消すだけのアシスト力が必要となる。そのため傾斜センサでどの程度傾斜しているか状況把握することにより、アシスト力を決定させ横断傾斜路でも容易に直進させる様に制御を行なう。

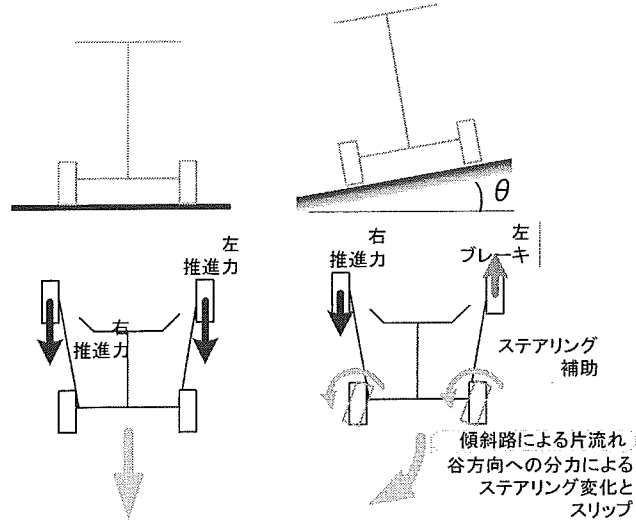


Fig.9.9 Inclination Road Mode

(2) 段差越えモード

20mm 以下の段差はモータのアシストで、20mm 以上に関しては専用の段差乗り越し装置を用いる予定である。段差高さはセンサによる探知を検討している。

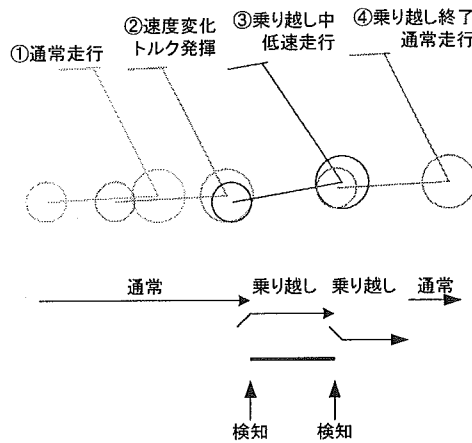


Fig.9.10 Bump Getting Over Mode

(3) 自転・旋回モード

本歩行支援機では、モータを後輪 2 輪に接続させるため、左右の車輪の回転数を変えることにより旋回、または自転を行う。これにより、急な方向転換も可能となる。また、操舵方法にステアリング方式を採用することも検討されているため、自転させるためには、アシスト力で強引に旋回させる、もしくは専用の装置を取り付けて自転させることになると考えられる。回転中心は後輪のタイヤとタイヤの間に作る事が容易であるため、物理的問題が解消されれば自転は容易に行なうことができると考えられる。

(4) 停止モード

障害物に衝突し歩行支援機が動いてないと判断された場合や、急激な加速度が検知された場合、距離センサによって被支援者と歩行機の距離が遠くなりすぎた場合に、歩行支援機を停止させるように制御するモードである。このモードは被支援者が危険な状態に用いられることが予想されるため、安全性には特に注意すべきモードである。



## 10. 移動動作解析

### 10.1 歩行機と使用者の速度の関係

歩行支援機の制御を行うにあたり、歩行支援機と非支援者の速度は非常に重要なポイントである。既存の歩行機と試作機を用いて人と歩行機の速度関係を調べることにする

### 10.2 実験装置

実験装置の構成を Fig.4.1 に示す。被験者の左右側方 5m の地点に 2 台の CCD カメラを被験者に対し 60 度になるように設置し、各関節の角度・距離などの座標データを PC で記録する。(Detect 社 3 次元画像解析装置 Dipp Motion XD)

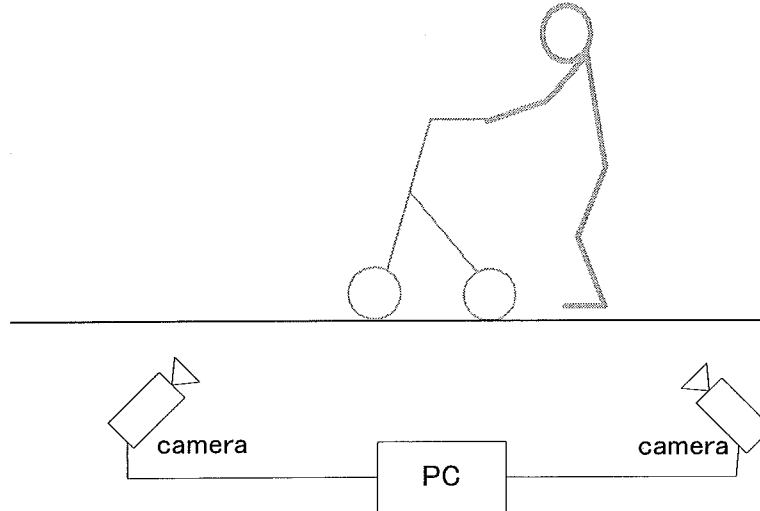


Fig.10.1 Configuration of Operating System

### 10.3 使用する歩行器の選定

計測に用いた歩行器はコスモ株式会社の販売するコスモネティーを選定した。これは、ホイールベース 500mm、後トレッド幅 600[mm]、前トレッド幅 500[mm]、車輪直径 200[mm]としたコンセプトデザイン<sup>②</sup>に近かったものである。各部の寸法を Fig.4.2 に示す。スチール製で重量は 8.8[kg]である。

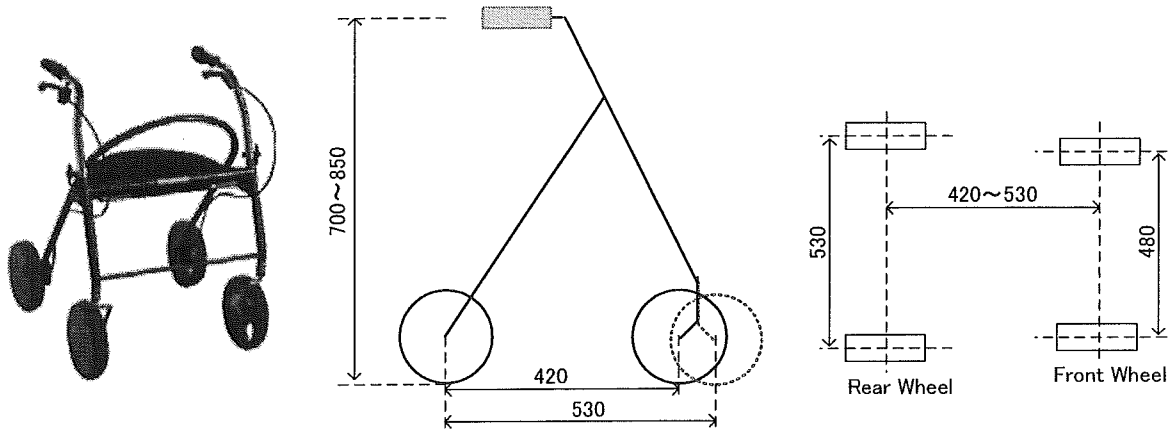


Fig.10.2 Walker

### 10.4 実験方法

Fig.11.3 に示すように、被験者の①左肩峰点②左肘関節③左手首④左大転子点⑤左膝関節⑥左踝(踵)⑦つま先と、支援機の前輪、後輪、ハンドルの 3 箇所を計測した。速度を調べるために歩行機のハンドル部と④左大転子点をトレースすることにより速度を求めることとした。

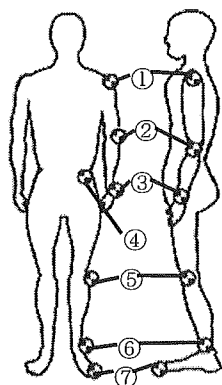


Fig.10.3 The Marker Position of 3-dimensional Measurement & Senior Citizen Experience Kit

10.5 実験結果

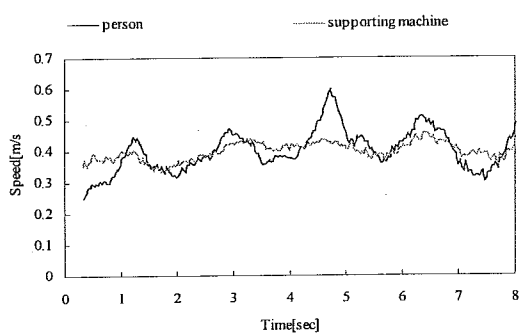


Fig.10.4 Person A 1

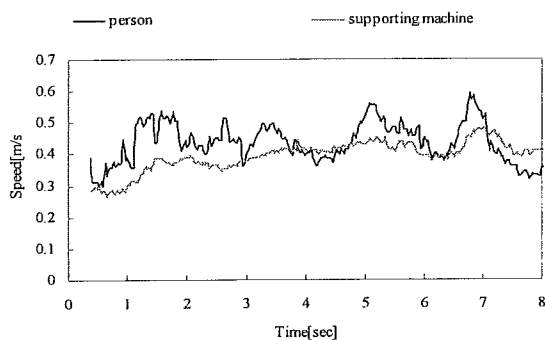


Fig.10.5 Person A2

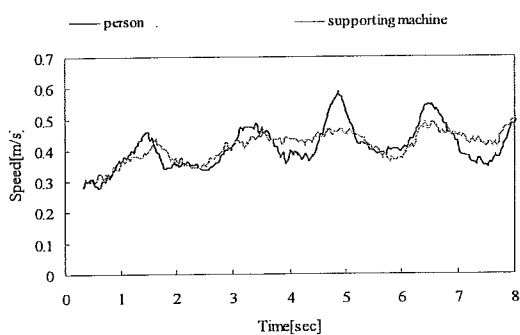


Fig.10.5 Person A3

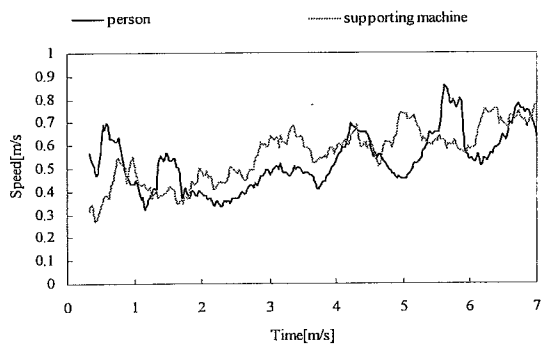


Fig.10.6 Person B1

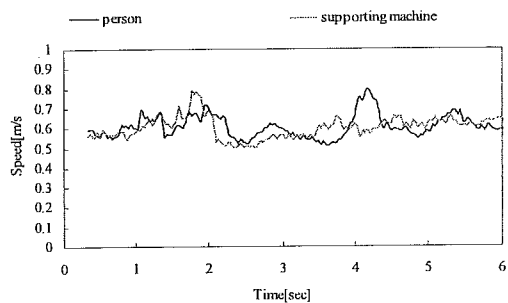


Fig.10.7 Person B2

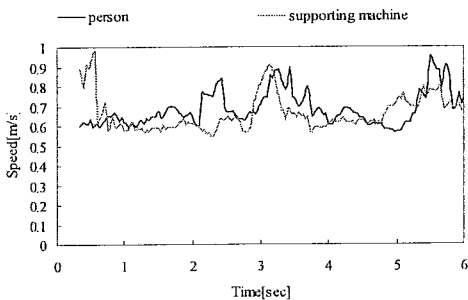


Fig.10.8 Person B3

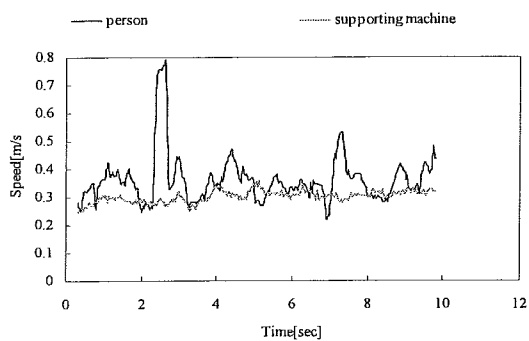


Fig.10.9 Person C1

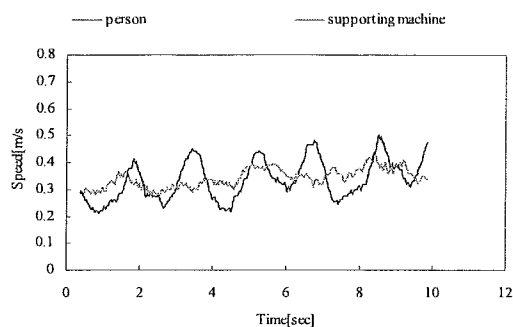


Fig.10.10 Person C2

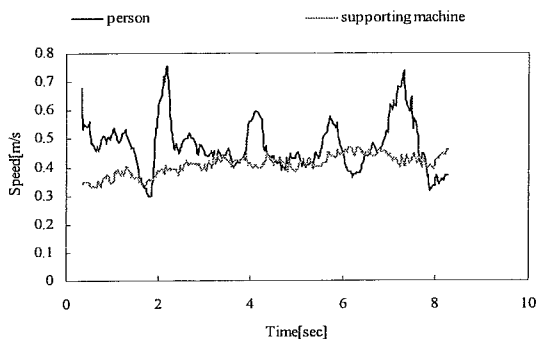


Fig.10.11 Person C3

Tab.10.1 Mean velocity

Person A of Mean velocity[m/s]		
subject	person	supporting machine
1	0.40	0.40
2	0.44	0.39
3	0.41	0.41

Person B of Mean velocity[m/s]		
subject	person	supporting machine
1	0.53	0.56
2	0.55	0.55
3	0.62	0.72

Person C of Mean velocity[m/s]		
subject	person	supporting machine
1	0.36	0.30
2	0.33	0.34
3	0.47	0.41

### 10.6 考察

実験結果より、歩行機と使用者の速度は周期的に変化しているが、双方の速度が変化の周期が同期する事はない。また、人の速度変化の方が変化の波が大きく、歩行機は変化がすくない。

Tab10.2 は標準偏差を算出した結果である。これからも分かるように歩行機の方が、ばらつきが小さい事が示されている。また、歩行機の速度は一定の速度に達すると変化の幅は小さくなり、安定する傾向が見られる。これは、歩行機に頼って移動するときに、歩行機の速度が急激に変化していると慣性力が大きくなるため、制御しにくくなるのを未然に防いでいるためと思われる。

このことから、個人差はあるもののある一定の速度にしようとしていると考えられる。これらにより、安定走行時には

一定の速度で制御を行う制御が有効ではないかと考えられる。

Tab.10.2 Standard deviation of velocity

Person A		Person B	
person	supporting machine	person	supporting machine
0.23	0.15	0.32	0.32
0.24	0.19	0.21	0.21
0.23	0.20	0.26	0.25

Person C	
person	supporting machine
0.24	0.13
0.25	0.17
0.26	0.16

### 11. 制御パラメータの検証

#### 11.1 制御パラメータの検証

制御パラメータとして、進行方向の力  $F_x$  と鉛直下向きにかかる力  $F_z$  より求める力  $F$  のベクトル方向を制御パラメータとして用いることを検討している。実験結果よりこの力  $F$  のなす角度  $\theta$ 、実際歩行機に加わっている力  $F_x$ 、 $F_z$  および速度の  $v$  の関係を実験により計測を行い有効であるか検証を行う。

#### 11.2 実験装置

実験装置を図に示す。実験装置に用いる機器は試作機を用い、力の成分はひずみゲージをハンドルとフレームの接続部に張ることにより計測を可能とした。また同時に、距離センサを取り付け、歩行機と使用者の距離の計測も可能にした。

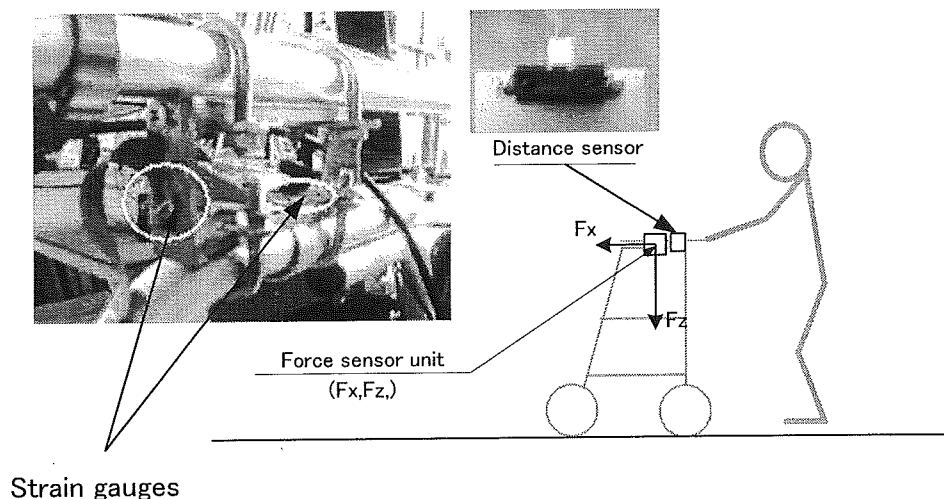


Fig.11.1 Configuration of Operating System

距離センサ	SHARP PSD, 赤外 LED, 信号処理回路一体化測距センサユニット GP2D12 測定距離 10-80 cm
ひずみゲージ	KYOWA KFG-1N-120-C1-23
制御ボード	テクノ PCI・USB バス対応オープンモーションコントローラ SPX8000 12bit AD 変換ボード搭載 分解能 12bit 入力レンジ $\pm 10V$
PC	Panasonic Let'sNoteLightW2

### 11.3 実験方法

平坦な室内の床面上で被験者が歩行器を使用する。4～6m区間の平坦な歩行路を5回ずつ直進動作を行い、力と被験者と歩行機の距離を計測する。被験者は学生とし、ハンドルに手を乗せる自然な姿勢で使用してもらった。

### 11.4 実験結果

進行方向に  $F_x$ 、鉛直下向きに  $F_z$  を取り、角度  $\theta$  は  $F_x$ 、 $F_z$  より計算により求めた。

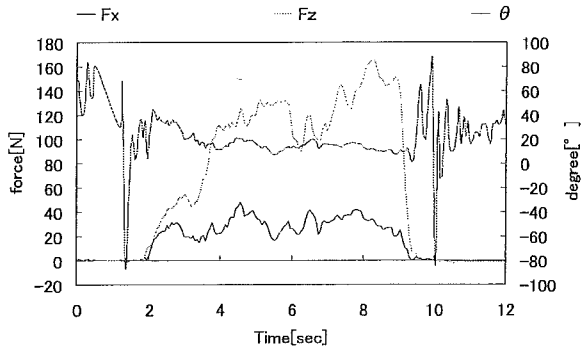


Fig.11.2.1 Peron A1

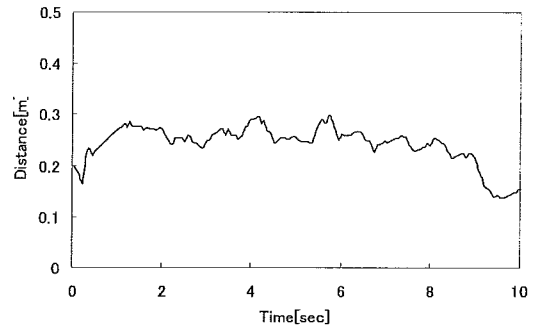


Fig.11.2.2 Peron A1

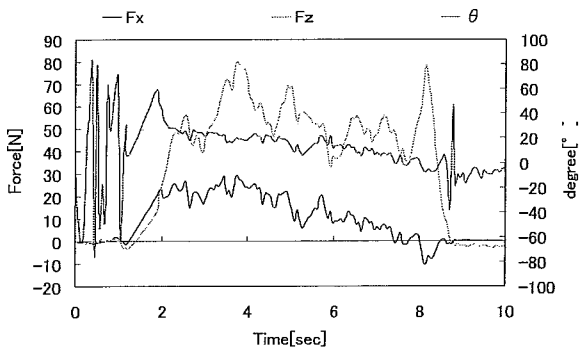


Fig.11.3.1 Peron A2

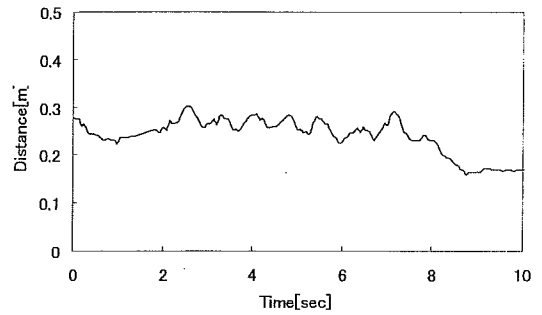


Fig.11.3.2 Peron A2

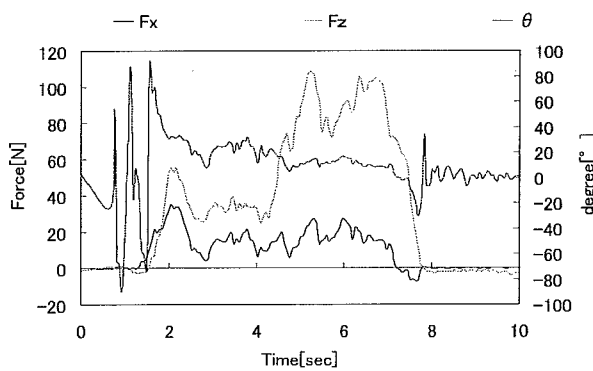


Fig.11.4.1 Peron A3

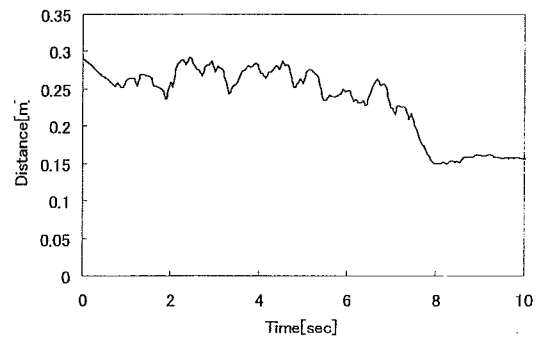


Fig.11.4.2 Peron A3

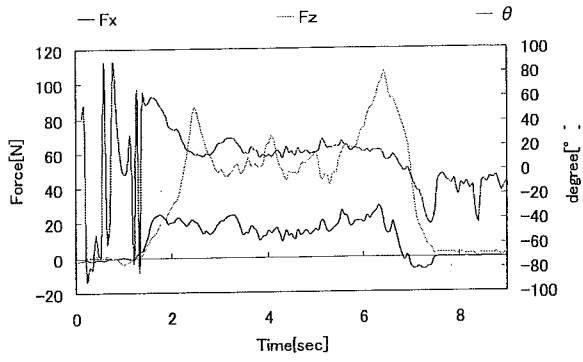


Fig.12.5.1 Peron A4

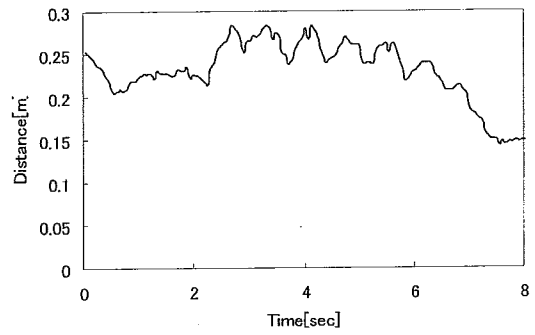


Fig.12.5.2 Peron A4

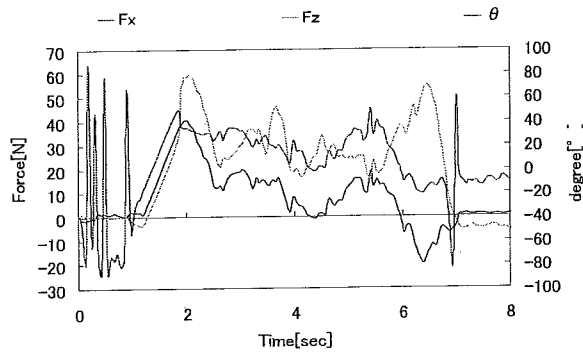


Fig.11.6.1 Peron A5

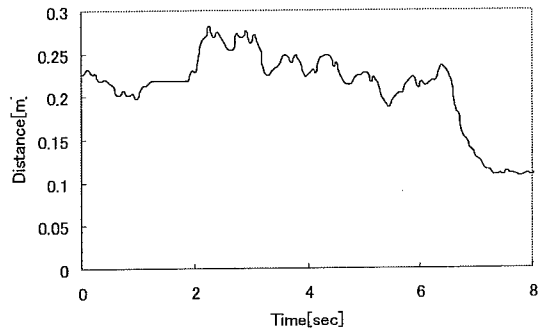


Fig.11.6.2 Person A5

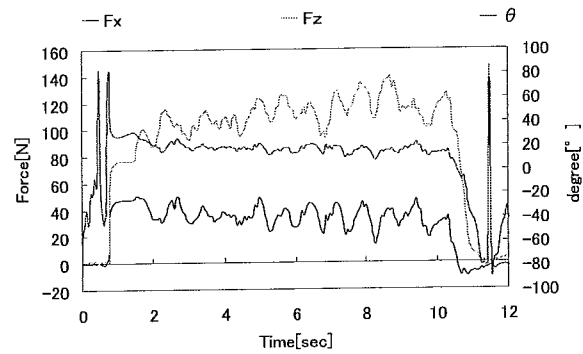


Fig.11.7.1 Person B1

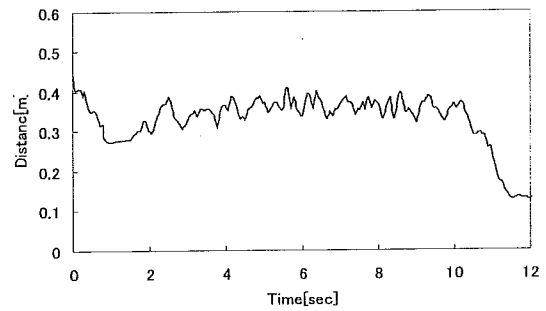


Fig.11.7.2 Person B1

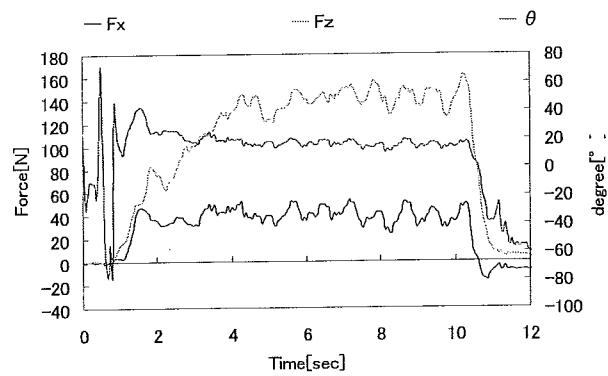


Fig.11.8.1 Person B2

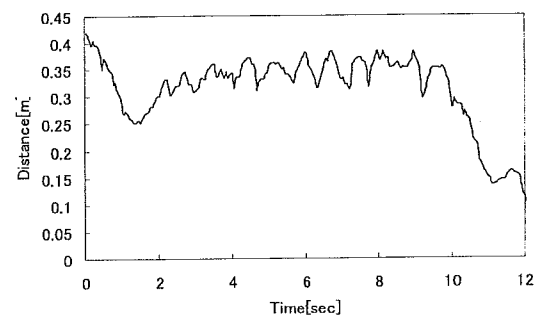


Fig.11.8.2 Person B2

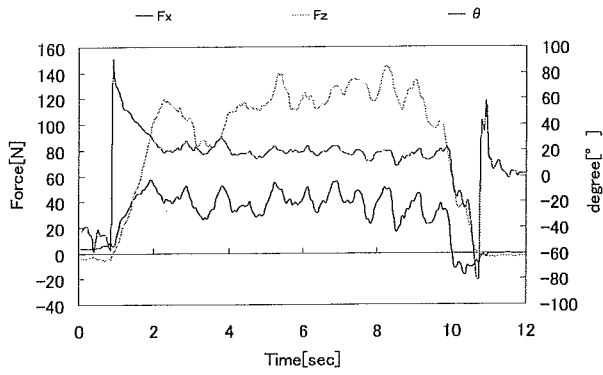


Fig.11.9.1 Person B3

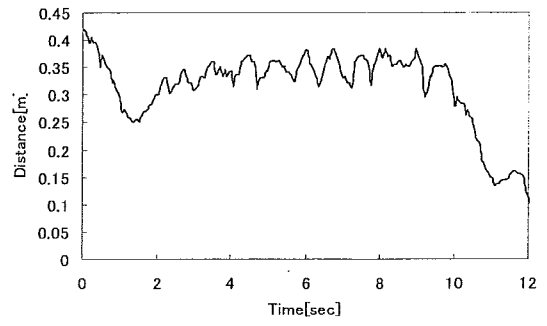


Fig.11.9.2 Person B3

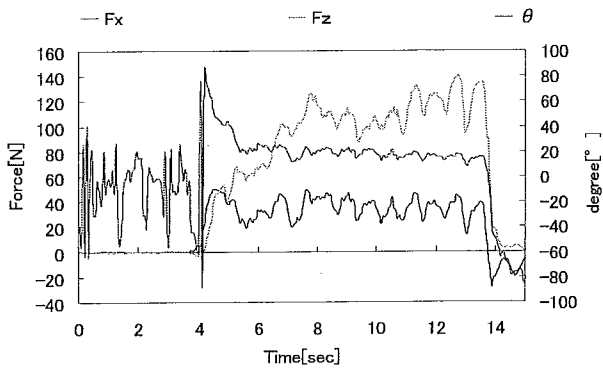


Fig.11.10.1 Person B4

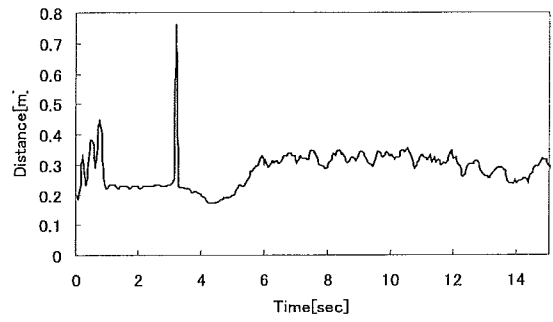


Fig.11.10.2 Person B4

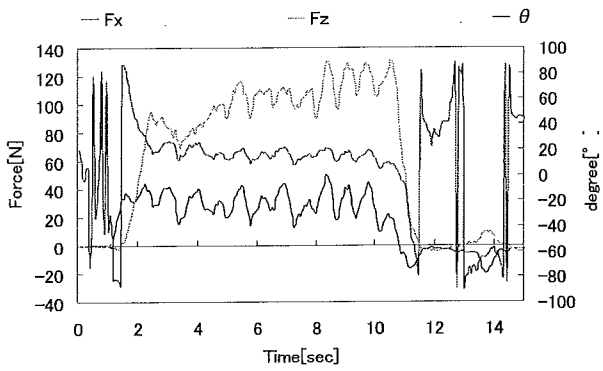


Fig.11.11.1 Person B5

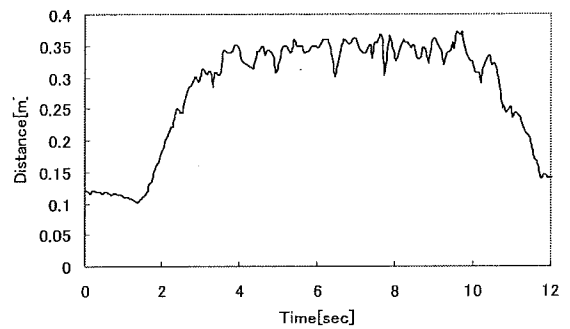


Fig.11.11.2 Person B5

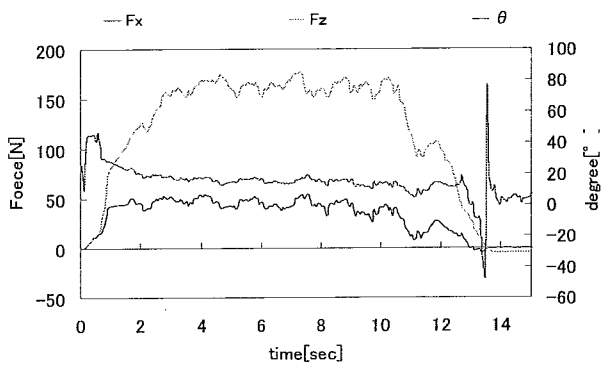


Fig.11.12.1 Person C1

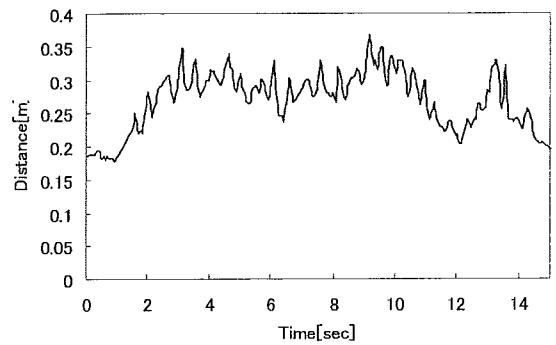


Fig.11.12.2 Person C1

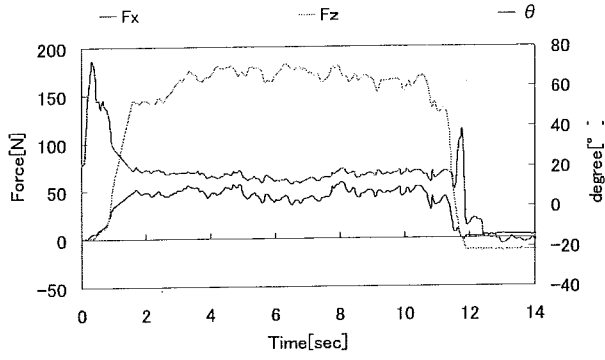


Fig.11.13.1 Person C2

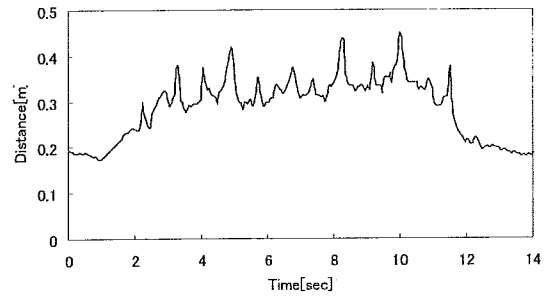


Fig.1113.2 Person C2

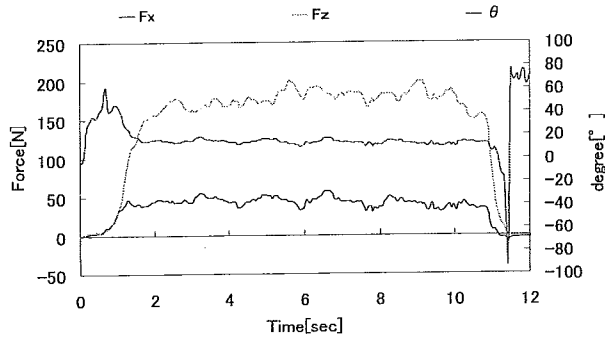


Fig.11.14.1 Person C3

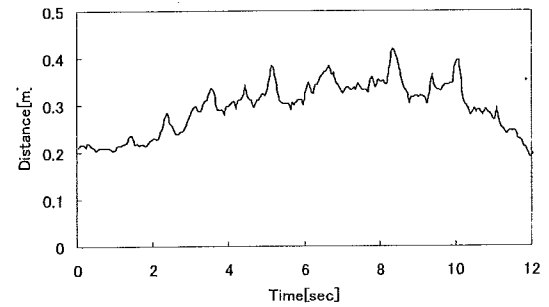


Fig.11.14.2 Person C3

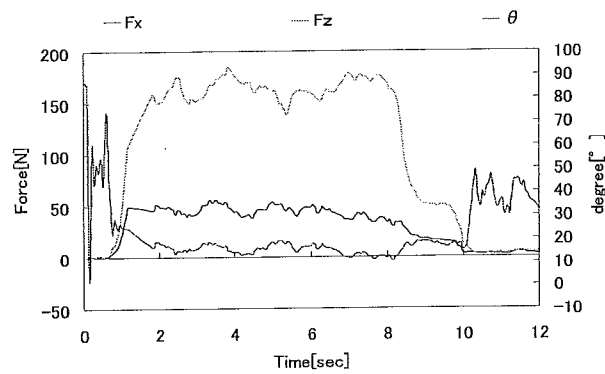


Fig.11.15.1 Person C4

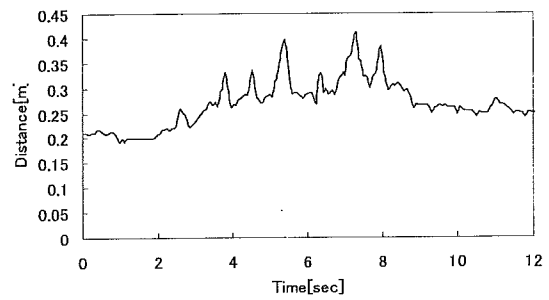


Fig.11.15.2 Person C4

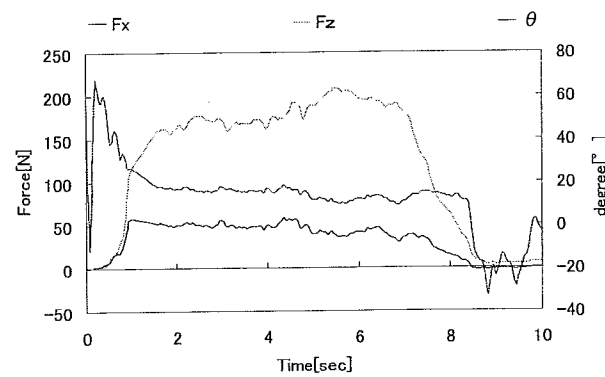


Fig.11.16.1 Person C4

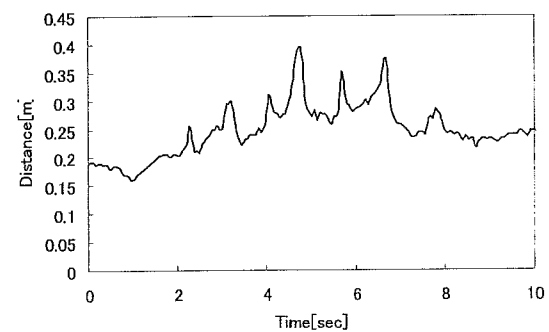


Fig.11.16.2 Person C4

今回、3人で合計15試行実験を行なったが、すべての結果において、力のなす角は20度付近で、安定する傾向が見ら



れた。サンプル数が少ないので断定はできないものの、速度が安定してきた場合の力のなす角  $\theta$  は、個人差がほとんど無い可能性があることを、この実験結果が示している。

しかし、移動開始するまでの間は力の方向は激しく変化している。これは、検出する力が小さくても  $F_x$  と  $F_z$  の比より角度を算出しているため、大きな角度を算出してしまうためだと考えられる。 $F$  の力のなす角  $\theta$  は、実験結果より  $F_x$  にたいして敏感であるため、 $\theta$  が大きくなったときは、歩行機に力が加わり歩行機が加速し始めようとしていると判断する事が可能であると思われるが、現状では、わずかな力で角度を検出してしまうため、歩行機が加速しているのかどうか判断するのは難しいと思われる。

また、距離センサは歩行動作中、0.1m 程度の増減を繰り返している事から、通常の歩行状態と、緊急時の歩行状態の区別が付くのではないかと考えられる。

### 11.5 考察

歩行機が移動していない状態では力が小さいためわずかな力で力の方向が大きくなっているため制御パラメータとして用いる事は難しい。しかしながら、通常走行していると思われる部分では、 $20^\circ$  付近で変化しているため、停止状態での大きな角度の検出を抑える事ができれば、制御パラメータとして有効であると考ええる。

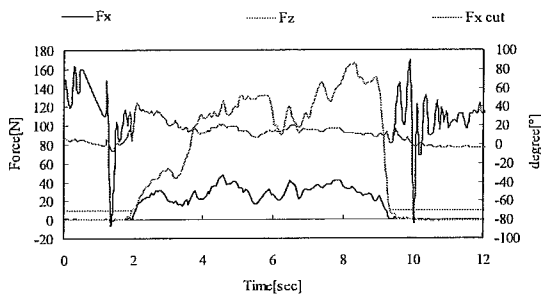


Fig.11.17 Person A1

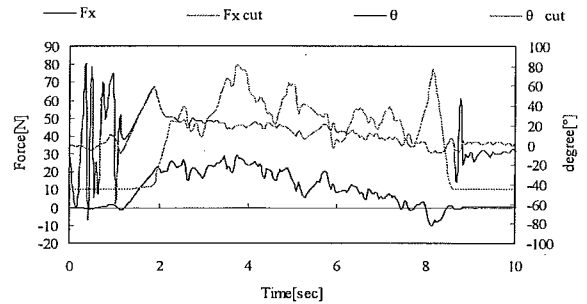


Fig.11.18 Person A2

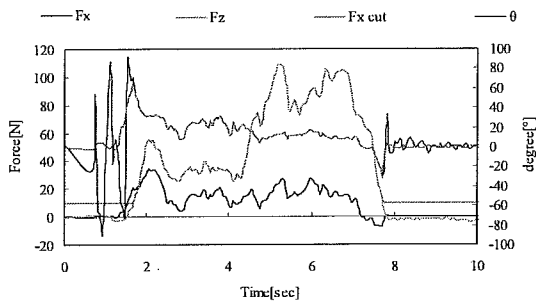


Fig.11.19 Person A3

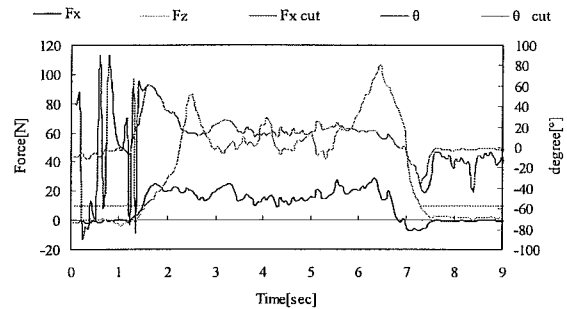


Fig.11.20 Person A4

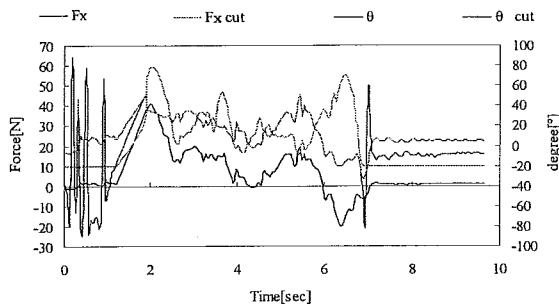


Fig.11.21 Person A5

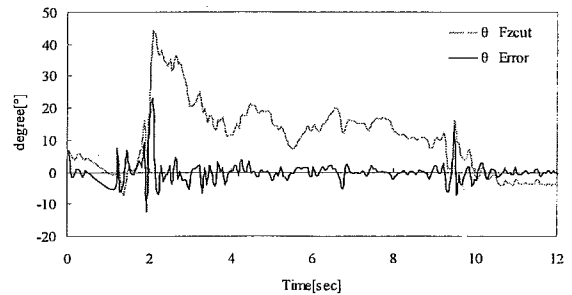


Fig.11.22 Person A1

これまでの実験により、被支援者が歩行機に加える力は主に歩行機に加えることから、通常の X-Y 平面で考えれば、力の方向は第 3 象限、第 4 象限の間を動いている。進行方向の前後をわかりやすくするため、 $F_z$  と  $F$  のなす角度を  $\theta$  としている。このため、進行方向の  $\theta$  が大きくなるには  $F_x$  が大きくなる必要がある。実験結果からもわかるように、 $\theta$  は  $F_z$  に敏感であることがわかっている。このため、 $F_z$  の力をある程度無効化することにより、制御パラメータとして有効であるか検討を行なう。今回、の実験結果の  $F_z$  成分が 10N 以下のときはすべて 10N とし、角度を算出した。

Fig11.17 から Fig11.21 では、 $F_z$  の力の 10N 以下の力を一律 10N と補正を行ったものである。

この結果より、 $F$  がなす角度  $\theta$  は歩行機が移動していないときは安定していることが確認できることから、制御パラメータとして用いるための処理の一つとして有効であると考えられる。

$F$  のなす角  $\theta$  を制御パラメータとして用い制御を行うには、 $\theta$  と速度、または加速度の関係を調べ、そこから制御を行う方法と、 $\theta$  の角度を閾値で区切り制御する方法があると考えられる。今回は  $\theta$  を閾値で区切り制御を行う方法について検討を行う。

実験結果より、歩行機を用いて移動を行っているとき  $20^\circ$  前後で安定しているのが見受けられるためこの付近で閾値を決め、停止、加速、等速走行、減速の判断ができるのではと考えられる。ただし、ばらつきが多いため、制御パラメータとして用いるには若干不安が残る。そのため、時系列での  $\theta$  の差分を取る事にする。差分を取る事により角度の増減が分かるため、力の方向を見極める事ができると考えられる。以下に、 $\theta$  の差分をとったグラフを以下に示す。

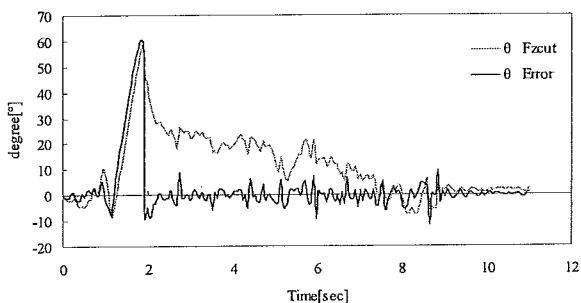


Fig.11.23 Person A2

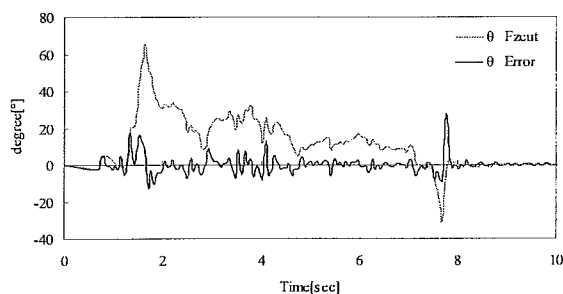


Fig.11.24 Person A3

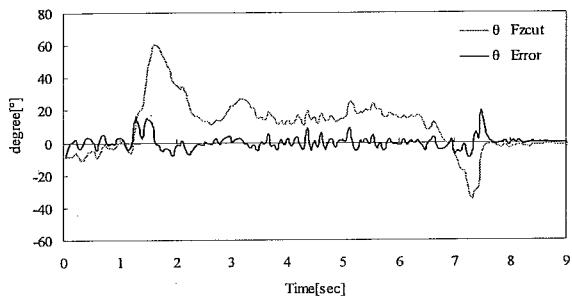


Fig.11.25 Person A4

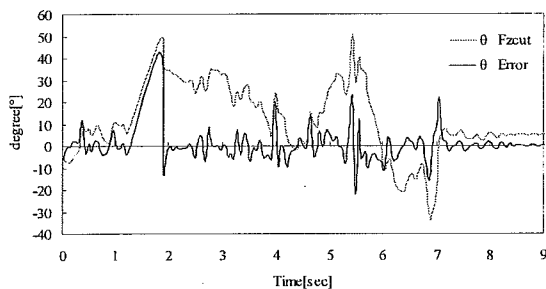


Fig.11.26 Person A5

上記図より、 $\theta$  の変化が大きいときは差分も大きく出ており、通常走行しているところ、および停止時にはほとんど変化が見られない。約  $\pm 10^\circ$  で増減を繰り返すため、それ以上の値で閾値を設定すれば、制御を行うパラメータとして有効であるのではないかと考えられる。しかし、徐々に力が減っていく場合、 $\theta$  の偏差の値も通常走行時と区別がつかない事になっているため、 $\theta$  の偏差を単体で制御パラメータとして用いるには不確かである。このため、進行方向の力  $F_x$  と相互に組み合わせる事によって、制御パラメータとして用いる事は可能であると考えられる。

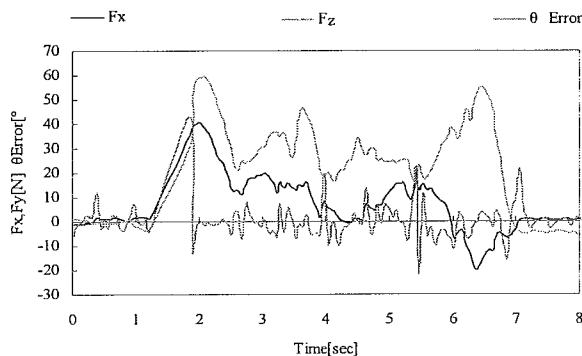


Fig11.27 Person A5

いままでは、 $F_x$  と  $F_z$  を元にアークタンジェントで角度を算出してきたもので論じた。そのまま、 $F_x$  と  $F_z$  の比をそのまま制御パラメータとして用いる事を検討してみる

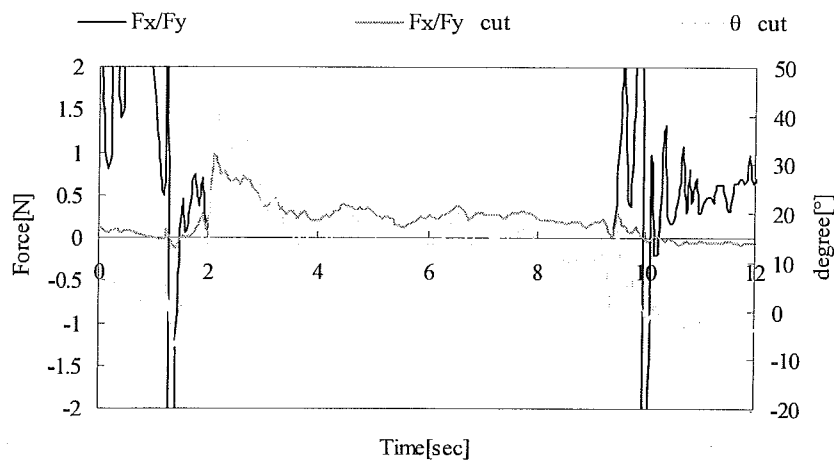


Fig.11.28

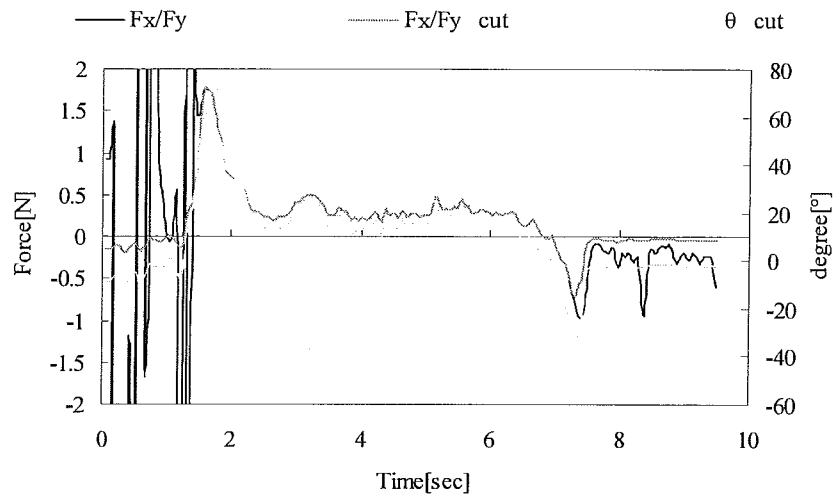


Fig.11.29

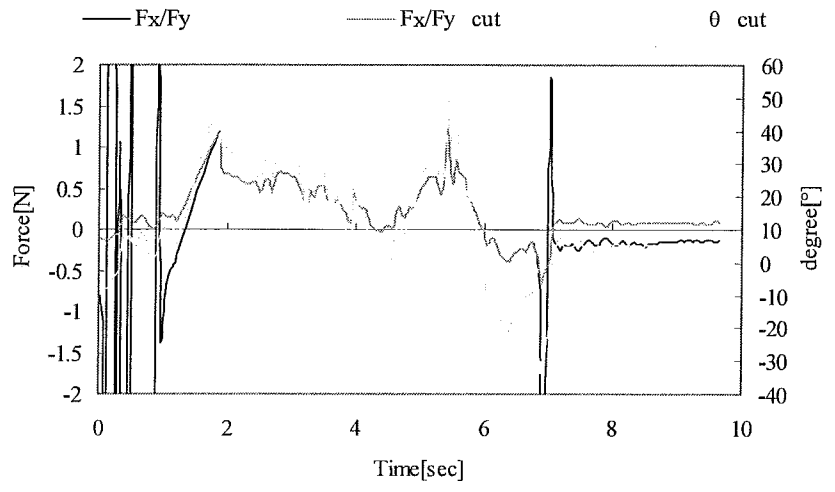


Fig.11.30

$F_x/F_z$  は、計測したデータをそのまま、 $F_x/F_{zcut}$  は、 $F_z$  の 10N 以下を 10N として補正したものをを用いている。この結果から、計測したデータはそのまま用いては制御パラメータとして用いる事ができない事を示している。 $F_x/F_{zcut}$  は、もともとアークタンジェントより  $F$  の角度  $\theta$  を求めるために用いるときに使われるため、 $\theta_{cut}$  の波形をほぼ追従している。出力される値が小さいため制御パラメータとして若干不安であるものの、角度を算出した場合  $20^\circ$  付近で被験者全員の力の方向が出たことが分かっているため、ほぼ同じように被験者全員に同じような値が出るのではないかと推測できる。しかし、この力の比だけを制御パラメータとして用いる場合には、どの方向に力が向いているか判断する事はできないため、方向判別するためのアルゴリズムが必要となるものの、制御パラメータとして用いる事は可能であると考えられる。

#### 11.6 まとめ

本研究では、移動動作の検討から歩行支援機の制御の方法を決定した。また制御システムの構造設計を行いアシスト制御のための基礎データ収集のための実験を行なった。また、その結果から、アシスト制御の手法について検討した。

開発の狙いとコンセプトについて、初年度の研究成果に補足を加えて整理した。その結果、今まで想定した幅広いターゲット層から、地域⇨医学⇨支援機の視点から対象者の歩行能力レベルと支援機の支援レベルのマッチングを図る必要性があることが分かった

被支援者と歩行器の関係について、その動作について調査した。歩行機と被支援者の速度関係を画像解析を用いて計測を行ない、歩行機は速度は安定する傾向があることが分かった

歩行支援機の制御を行なうにあたり、被支援者の加える力の成分  $F_x$  と  $F_z$  を計測し、力のベクトル方向を求め、それを制御パラメータとして用いる事の有効性を示した。また、それに伴うデータ処理の方法も検討を行なった。

歩行支援機の制御システムの検証、および構築を行なった。

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、試作機を用いて各種実験を行う必要がある。

今後は試作機を用いた実験を行い、構造の評価と操作フィーリング向上のための制御パラメータの調整を進めていく必要がある。バーチャルシミュレーションと 実測・官能試験を効率よく組み合わせ、パラメータスタディを行う。それらを通じて、歩行支援機の完成を目指す。

#### 12. 参考文献

- (1)内閣府、平成 17 年版 高齢社会白書
- (2)次世代簡易移動デバイスの基本コンセプトの研究、宗安準一郎、卒論、2003
- (3)杉田健太郎、簡易移動体の移動動作および支援に関する研究、芝浦工業大学 修論、2003
- (4)歩行支援機用 ER デバイスの開発、馬淵太朗 他 3 名、制振工学研究会定例会 2004
- (5)歩行支援機器におけるハンドル機能の検討、宗安準一郎 他 3 名、機械学会 D&D 講演会論文集 2004
- (6)歩行支援機用 ER デバイスの開発、馬淵太朗 他 3 名、制振工学研究会定例会 2004
- (7)内閣府、平成 15 年版、高齢社会白書
- (8)財団法人テクノエイド協会、アンケート調査(1998)
- (9)中川 聡、ユニバーサルデザインの教科書、日経デザイン (2002)
- (10)田村 博、ヒューマンインタフェース、オーム社(1998)
- (11)人間生活工学研究センター:日本人の人体計測データ
- (12)木村賛:人間科学全書研究報告シリーズ 1, 歩行の進化と老化, てらべいあ(2002)

以上