

## 2-3-4 ケーススタディ地区の成果と課題

### (1) 平成 18 年度の成果

本年度、沖縄県でケーススタディ地区として選定された八重山地域では、観光バリアフリー化を目指す「やさしい観光地づくりネットワーク」が組織された。本ネットワークは、八重山支庁・石垣市・竹富町・観光協会・民間事業者・NPOの職員により構成されている。また、アドバイザーとして本島ワーキンググループ検討委員にも出席をお願いした。

この結果、

- ①石垣市・竹富町の行政間のネットワーク
- ②各自治体内で、観光所管・福祉所管・建設所管のネットワーク
- ③行政・民間・NPOのネットワーク

が形成され、広い視野で観光バリアフリーについて検討することができた。

### (2) 今後の展開と歩行支援機の利用環境評価

沖縄県内でも観光バリアフリー化の先進地域である八重山地域は、既に行政や民間事業者がそれぞれに取り組みを行ってきた。高齢者や障害者の受け入れを進めていく中で、やさしい観光地づくりネットワークでは、

①民間事業者の負担部分が大きく、バリアフリーマーケットがある程度安定するまでは資金的な支援が必要であること

②旅行先で介助者を探している旅行者も多く、介助者の供給システムの確立が急がれることが課題として挙げられた。

また、先進的に取り組んでいる事業者からは、

①設備投資や人手にコストがかかるため、一般の価格より設定が高くなるが、旅行者からは障害者割引を求められている。

③民間事業者のスタッフが常時介助者としてサポートをしなければならない状態がある。

といった切実な声も聞かれている。

観光バリアフリーという切り口で始まったネットワークであったが、やさしい観光地づくりネットワークで取り組む事項については、観光バリアフリーの範疇にとどまらず、環境・景観・防災等に多岐にわたる(図3参照)。八重山地域でのまちづくりにおいて広域的な視点を持つ組織として、今後も与那国町を加え、さらにネットワークを拡大して開催していくことが確認された。

歩行者支援機の利用を検討するときには、このネットワークを母体にすれば十分可能である。

特に石垣市では、前述の通り、市街地バリアフリー調査も行い、福祉のまちづくり条例や関連する施設整備マニュアルも整備されている。また、観光バリアフリーという視点から、官民(NPOを含む)の協働体制も構築されてきているので、その応用を図ることは比較的容易であり、地元の協力体制も比較的円滑に構築できる可能性が高いだろうと考えられる。

問題点は、歩行支援機のメンテナンスの体制や歩行者支援機の利用に関わる長寿医療関係者の指導・助言の体制が構築できるかどうかという点である。これらについては、引き続き石垣市を対象とした検討を行う場合には、重要な検討課題となる。

図3 高齢者・身障者にやさしい八重山

<p><b>I. バリアフリートイレの維持・管理</b></p> <p>主体:各管理主体</p> <p>基本方針3 1-①、④</p> <p>石垣市には、公共・民間両面約80施設にバリアフリートイレが設置されている。また、各離島についても、港湾ターミナル・浮き桟橋の整備によりバリアフリートイレの設置が進んでいる(竹富町33施設)。これらの既存のトイレを機能させるため、適切な維持・管理を行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●適切な仕様に基づいたトイレの整備</li> <li>●当事者のモニタリング等を行い、利用者のニーズに基づいた改修</li> <li>●利用可能施設の情報集約・共有化</li> <li>●シルバー人材等を利用して公共トイレの適切な維持・管理</li> </ul>	<p><b>III. ゆっくり・ゆったりツアーの開発</b></p> <p>主体:民間事業者</p> <p>基本方針2 1-①</p> <p>八重山の自然・文化を活かした質の高い観光を提供していく。高齢者・障害者にとっても過ごしやすしい「ゆっくり・ゆったり・安全な」ツアーを開発する。</p> <p>また、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●各島の文化(自然・芸能・伝統産業・祭り...)を体験できる体験型メニューの開発</li> <li>●障害者・高齢者も利用できるマリンメニューの開発</li> </ul> <p>○奥西表「船浮」と「内離島」探検コース(平田観光船)</p> <p>○素足で感じる竹富島(NPO法人たきどろん)</p>
<p><b>II. 八重山版バリアフリーセミナーの開催</b></p> <p>主体:バリアフリーツアーセンター八重山窓口(主催・委託による実施)</p> <p>基本方針1 1-①、②、基本方針4 1-①</p> <p>各島で観光業者等や広く住民を対象とした、八重山版バリアフリーセミナーを開催する。</p> <p>また、今後の八重山観光を担う、八重山商工高校観光コースの学生を対象とした観光バリアフリーセミナーや、小中学生を対象としたバリアフリーセミナーを行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●島の特性や文化を尊重し、それぞれの島に沿ったセミナーの開催(竹富島版、百珠島版...)</li> <li>●先進事例地や地名内の先進的な取り組みの視察</li> <li>●社会福祉協議会等のセミナーに講師の派遣</li> <li>●八重山商工高校「観光コース(観光講座)」の開催</li> <li>●小中学校の総合学習等のカリキュラムに組み込む。</li> </ul>	<p><b>IV. ともーるネットセンターとの連携</b></p> <p>主体:やさしい観光地づくりネットワーク、ともーるネットセンター</p> <p>基本方針1 1-②、基本方針4 2-②</p> <p>平成19年1月30日より、供用開始となる新石垣港ターミナル内に設置される「ともーるネットセンター」と連携してバリアフリー観光情報を発信する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●八重山の総合観光ポータルサイト「島時間」に八重山のバリアフリー観光情報を掲載</li> <li>●八重山バリアフリーマップの配布</li> <li>●バリアフリー観光情報・外国人観光客用の案内所の設置</li> </ul>

1. 日本におけるバリアフリー化への施策の変遷過程

表 1 に、日本におけるバリアフリー化への施策の変遷過程をまとめた。

日本における高齢者・障害者へのバリアフリー化施策は、昭和 40 年代に「ノーマライゼーション」の理念から始まり、ハード面・ソフト面においてそれぞれ個別に施策が導入されてきた。このため、個別の施策では、目標とする水準に向かって徐々に成果が出てきているが、それぞれの施策間の連携は必ずしも十分でないことから、今後ハード面・ソフト面の統括的な整備への取り組みが求められる。

表 1 日本におけるバリアフリー化の施策の変遷過程

年代	福祉施策関連	交通・インフラ・建築関連	バリアフリー化への施策
昭和 40 年代	<ul style="list-style-type: none"> <li>老人医療無料化 (老人福祉法改正)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>福祉のまちづくり運動 (仙台市・町田市)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1960 年代に北欧から始まった社会福祉を巡る社会理念としてのノーマライゼーションは、障害者は特別に区別されることなく健常者と社会生活を共にするのが正常な姿であるという考え方。</li> <li>この理念をもとに、仙台市において車椅子利用者とボランティアにより市内の公共施設を点検する活動が行われ、市への改善要望が出された結果、施設の改善整備がなされた。このような福祉のまちづくり運動が、日本におけるバリアフリー化への施策の始まりといわれている。</li> </ul>
昭和 50 年代	<ul style="list-style-type: none"> <li>福祉元年</li> <li>福祉のまちづくり条例制定</li> <li>老人保健法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路交通法改正 歩道幅員 2m (車いすのすれ違いができる幅) の確保を基準として改正</li> <li>世田谷区、身障害者用リフトバス運行開始</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハード面での取り組みとしては、1970 年代以降、建築物・道路・公園の個別施設に対する指針や要綱などのガイドラインが策定され、施設ごとにバリアフリー化が進められてきた。また、旧建設省ではモデル地域の面的整備も推進された。</li> </ul>
昭和 60 年代	<ul style="list-style-type: none"> <li>長寿社会対策大綱・老人保健福祉計画策定義務づけ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>公共交通ターミナル身障者用施設整備ガイドライン</li> <li>視覚障害者誘導用ブロック設置指針</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>旧建設省ではモデル地域の面的整備も推進された。さらに、平成 6 年には高齢社会における建設行政の目標と今後の施策をまとめた。同年には不特定多数の利用が見込まれる建物のバリアフリー化が制定され、そして、様々な取り組みを経て、平成 12 年から公共交通機関と駅等の旅客施設を中心とした地区のバリアフリー化が総合的に推進されている。</li> </ul>
平成年代	<ul style="list-style-type: none"> <li>ゴールドプラン 21・介護保険制度の実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>バリアフリー新法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>そして 2007 年現在、これらのバリアフリー化に関する施策の見直しが行われ、交通バリアフリー法では対象が多様な利用者を想定していない点、駅等と隣接する建物の間の連続的なバリアフリー化が進んでいない点、ハード整備に重点が置かれてきたため情報提供や人的サポートなどソフト対策が不十分であった点の指摘がなされてきた。そこで、対策として交通バリアフリー法とハートビル法を一体化し、バリアフリーからユニバーサルデザインへ当事者・住民の声を反映させた面的整備を目指す。</li> </ul>

2. 日本におけるバリアフリー化の現状と到達点

(1) バリアフリー化整備目標に対する現状及び目標

交通バリアフリー法に基づく「移動円滑化の促進に関する基本方針」と「社会資本整備重点計画」において定められている目標、及びそれに対する現状の整備レベルは表 2、3 に示す通りである。

この結果、公共交通機関におけるバリアフリー化率は年々上昇し、目標値に向けた整備が行われていることがわかる。しかし、施設別に見ると、旅客施設や道路における段差の解消、公共交通機関では旅客船のバリアフリー率が低く、これらの問題を解消する必要がある

表2 バリアフリー化の目標と現状

施設	バリアフリー化の内容	バリアフリー化率	
		現状 (H16)	社会資本整備重点計画における目標 (H19)
旅客施設 (注1)	段差の解消	49%	7割強
	視覚障害者誘導用ブロック	80%	8割強
道路 (注2)	段差の改善、幅員の確保、視覚障害者用ブロックの設置等	31%	約5割
建築物 (注3)	手すり、広い廊下の確保等	30%	約4割
住宅 (注4)	手すり、広い廊下の確保等	3%	約1割

(出典)国土交通省『ユニバーサルデザイン政策大綱』

(注1)平均利用者数5,000人/日以上旅客施設(例:鉄軌道駅、バスターミナル等)、(注2)(1)の周辺等の主要道路、(注3)不特定多数の者等が利用する一定の建築物(例:病院、劇場、ホテル等)

表3 施設別に見たバリアフリー化の目標と現状

公共交通機関	総施設数	基準適合施設数	全体に対する割合		基本方針で定められたH22年までの目標
			H16年度末	H16年度末	
鉄軌道車両	51,593	14,383	10.1%	27.9%	約15,000(30%)
バス	58,197(全てのバス車両数)	13,144	H12年度末	H16年度末	原則、H22~27に低床バス化
			2.2%	12.0%	
旅客船	1,129	79	0.0%	7.0%	約550(約50%)
航空機	474	193	0.7%	40.7%	約180(約40%)

(出典)「公共交通事業者等からの移動円滑化実績等報告書の集計結果概要」(平成17年3月31日現在)、国土交通省ホームページ<<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/01/011104/01.pdf>>

(3) バリアフリー化に関する社会的評価

以上の通り、関係各省にまたがる横断的な取り組みによって、バリアフリー化率は年々上昇している。2006年12月に「高齢者、障害者等の移動円滑化の促進に関する法律(バリアフリー新法)」が施行されたことが追い風となった、今後ますますバリアフリー整備が面的に進んでいくと考えられる。

国(内閣府)では、今後の更なるバリアフリー化の推進のために、2005年12月にバリアフリー化の現状に対する当事者と住民の認識・評価、将来のニーズを把握するために国民の意識調査を行っている。そこから、5年前との比較に基づいた国民のバリアフリー化に関する社会的評価を把握することができる。

バリアフリー化の取り組みに対して、図1より、全体では約50%が進んだと評価している。一方、障害のある者からの評価は約40%で、全体より10%低い結果となっている。また、障害者にとって約50%がバリアフリー化は進んでいないと感じているため、このことから現在のバリアフリー化は当事者にとってはまだ十分ではないと言える。今後はさらに当事者を巻き込み、当事者の立場に立った整備の推進が大切であることが明らかである。

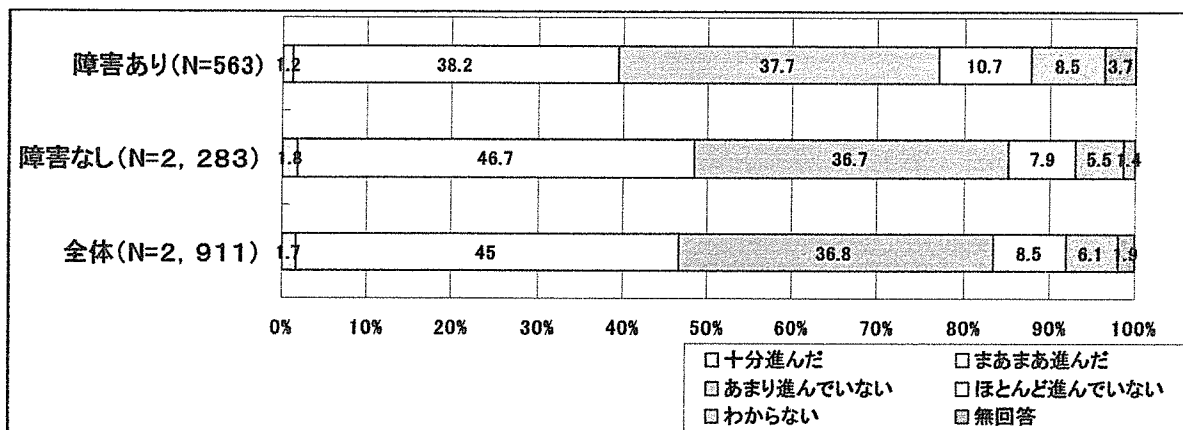


図1 バリアフリー化に対する国民意識

(出典)共生社会政策統括官:「バリアフリー・ユニバーサルデザインの推進普及方策に関する調査研究」報告書

(4) 対象施設別に見たバリアフリー化基準（概要）

表4 対象施設別バリアフリー化基準

対象施設	基準の概要
<p>旅客施設 平均利用者数5,000人/日以上 の旅客施設（例：鉄軌道駅、バスターミナル等）</p>	<p>駅の出入口からプラットフォームへ通ずる経路について、原則としてエレベーター又はスロープにより、高低差を解消すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自動改札機を設ける場合には、進入の可否を示すこと。</li> <li>・出入口からプラットフォームまで視覚障害者誘導用ブロックを敷設すること。</li> <li>・階段、スロープ、エスカレーターの上下に点状ブロックを敷設すること。</li> <li>・トイレの男女の別と内部の構造を音、点字等で示すこと。</li> </ul>
<p>道路 重点整備地区における移動円滑化のために必要な道路</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・歩道の幅員は、「有効幅員」として2メートル以上（自転車歩行者道にあっては3メートル以上）連続して確保。</li> <li>・勾配は原則として、縦断方向に5パーセント以下、横断方向に1パーセント以下。</li> <li>・視覚障害者の安全な通行を確保するため、歩道は縁石により区画。</li> <li>・縁石の高さは、15センチメートル以上とする。</li> <li>・歩道面の高さは、5センチメートルを標準とする。</li> <li>・歩道が横断歩道に接続する歩車道境界部の段差は2センチメートルを標準。</li> </ul>
<p>建築物 不特定多数の者等が利用する一定の建築物（例：病院、劇場、ホテル等）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・廊下等は、表面は、粗面とし、又は滑りにくい材料で仕上げる等とすること。</li> <li>・階段は、踊場を除き、手すりを設ける等とすること。</li> <li>・傾斜路は、勾配が十二分の一を超え、又は高さが十六センチメートルを超える傾斜がある部分には、手すりを設ける等とすること。</li> <li>・便所を設ける場合には、そのうち一以上は、便所内に、車いす使用者用便房及び水洗器具を設けた便房を一以上設ける等とすること。</li> <li>・ホテル又は旅館の客室には、客室の総数が五十以上の場合は、車いす使用者用客室を一以上設ける等とすること。</li> <li>・敷地内の通路は、表面は、粗面とし、又は滑りにくい材料で仕上げる等とすること。</li> <li>・駐車場を設ける場合には、そのうち一以上に、車いす使用者用駐車施設を一以上設ける等とすること。</li> <li>・居室を設ける場合には、道等から当該居室までの経路のうち一以上を、高齢者、障害者等が円滑に利用できる経路にすること等とすること。</li> <li>・移動等円滑化の措置がとられたエレベーターその他の昇降機、便所又は駐車施設の付近には、それぞれ、当該エレベーターその他の昇降機、便所又は駐車施設があることを表示する標識を設ける等とすること。</li> <li>・建築物又はその敷地には、当該建築物又はその敷地内の移動等円滑化の措置がとられたエレベーターその他の昇降機、便所又は駐車施設の配置を表示した案内板その他の設備を設ける等とすること。</li> <li>・道等から移動等円滑化の措置がとられたエレベーターその他の昇降機又は便所の配置を点字その他の方法により視覚障害者に示すための設備又は案内所までの経路は、そのうち一以上を、視覚障害者が円滑に利用できる経路とすること。</li> <li>・建築物の増築等をする場合には、二から十二までは、当該増築等に係る部分等に限り、適用するものとする等とすること。</li> <li>・条例で定める特定建築物に関する所要の読替えを定めるものとする等とすること。</li> </ul>

参考文献：

1. 「調査と情報」第526号バリアフリーからユニバーサルデザインへー交通バリアフリー法の見直しー
2. 国土交通省：バリアフリー・ユニバーサルデザイン

### アンケート調査へのご協力をお願い

私たちは、「高齢者の自立を目指したまちづくり」の研究を行なっている芝浦工業大学の学生です。

これからの自立を目指した高齢者の住まいづくりでは、コミュニケーションの取れる環境や周辺とのつながりを考えて計画していくことが必要になってくると考えています。そのためにも、入居者の日頃の行動パターンを把握して、高齢者にとって住みやすいまちづくりに役立つための提案をおこないたいと思っております。

そこで、本アンケート調査を通じて、入居者の生活・地域との交流・周辺利用状況、以上の3つの現状と入居の方々のご意見やご提案などを把握し、七彩の街のこれからの交流活動の促進に活かしていきたいと考えております。

大変お忙しいところまことに恐縮ですが、アンケート調査にご協力いただきますようお願いいたします。

#### ○ 回収予定日

アンケート用紙ご記入の上、2006年12月5日（火）までに、1階入り口前にある“アンケート用紙回収箱”へ入れてください。

#### ○ 調査結果

皆さんのアンケートは無記名形式ですので、個人情報が出ることはありません。回答内容は全て研究目的のみに用います。

また、成果がまとまりましたら皆様方にご報告いたします。

#### ○ その他

“アンケート用紙回収箱”の横に、ふじみ野市の地図を置いてあります。周辺の施設が載っていますので、参考までにご覧ください。

お気づきの点、ご不明な点などがございましたら、ご遠慮なくお気軽に下記までお問い合わせ下さい。

#### 【 お問合せ先】

芝浦工業大学 システム工学部 環境システム学科 市街地環境計画研究室

住所：〒337-8570 埼玉県さいたま市見沼区深作307 システム工学部棟523-2

電話：048-687-5826 携帯：090-7818-8706 Fax：048-687-5199

E-mail：[m505037@sic.shibaura-it.ac.jp](mailto:m505037@sic.shibaura-it.ac.jp)

## 1. ご自身について

あなたご自身についてお聞きします。各設問で、当てはまる選択肢の番号に○を付けて下さい。

1-1. あなた様の性別を、お選び下さい。

- ① 男性 ②女性

1-2. あなた様の年齢を、お選び下さい。

- ①50～54歳 ②55～59歳 ③60～64歳 ④65～69歳  
⑤70～74歳 ⑥75～79歳 ⑦80～84歳 ⑧85歳以上

1-3. 現在の家族構成を、お選びください。

- ①単身 ②夫婦と2人 ③その他

## 2. 入居動機について

ライフ&シニアハウス川越南にご入居を決められた理由についてお聞きします。下記の選択肢の中から、当てはまる番号に○を付けて下さい。複数回答いただいて構いません。

(ライフ&シニアハウスについて)

1. 部屋が広く段差がないなど設備が良い  
2. 自分の部屋に必要なものが全てそろっている  
3. 他の入居者と交流ができる 4. ハウス内の活動が活発である  
5. 1階にクリニックと薬局がある 6. シャトルバスが運行している  
7. 親戚が近くに住んでいる  
8. 以前、住んでいた家の近くだった  
9. 老人ホームの住まい方に魅力を感じた

(七彩の街について)

10. さまざまな世代が住まい・交流するまちづくりとして、マスコミなどで注目されている  
11. フリーマーケットや夏祭りなど、まちの中の活動が活発である  
12. 色々な世代の人と交流できて楽しそう 13. 緑・自然が多い  
14. 周りの環境が静かで落ち着く 15. 安心・安全に生活できる  
16. 休める場所・遊べる場所がたくさんある  
17. NPO やボランティアなど、生活の支援をまちで行ってくれる

(ふじみ野市について)

18. まちの風土・環境が気に入った  
19. 犯罪などの治安の安全性  
20. 買い物が便利 21. 鉄道の利用が便利 22. バスの利用が便利  
23. 病院などの数や利用が便利  
24. 文化施設(図書館・公民館・スポーツ施設など)が充実している  
25. 福祉施設(デイサービスセンターや福祉センターなど)が充実している  
26. 公園がたくさんある 27. 都心まで行きやすい

(そのほかのご入居理由があれば、ご記入下さい)

( )

### 3. 周辺の利用状況について

■皆様が、普段生活している中でよく利用する施設をお聞きします。各設問で、当てはまる選択肢せんたくしの番号に○を付けて下さい。利用されない場合は、記入しないで構いません。

#### 3-1. 福祉施設の利用状況をお聞きします。

一番よく利用する施設を、下記の選択肢の中から1つだけ○を付けて下さい。

- ①ふれあいプラザかみふくおか    ②中央デイサービスセンター    ③西デイサービスセンター  
④大井デイサービスセンター    ⑤大井総合福祉センター    ⑥勤労福祉センター  
⑦老人福祉センター「太陽の家」    ⑧大井保健センター    ⑨上福岡保健センター  
⑩その他 ( )

上記で回答いただいた施設への移動は、何を利用されますか？ 複数回答いただいて構いません。

- ①徒歩    ②自転車    ③バイク    ④自家用車    ⑤タクシー  
⑥バス    ⑦ハウスから出ているシャトルバス    ⑧その他 ( )

上記で回答いただいた施設へは、週何回程度利用されますか？

利用頻度 (週 回程度)

#### 3-2. 文化施設の利用状況をお聞きします。

一番よく利用する施設を、下記の選択肢の中から1つだけ○を付けて下さい。

- ①コミュニティセンター    ②市民交流プラザ    ③上福岡公民館  
④上福岡西公民館    ⑤大井中央公民館    ⑥鶴ヶ丘分館公民館  
⑦大井図書館    ⑧上福岡図書館    ⑨コスモスホール  
⑩旭ふれあいセンター    ⑪サービスセンターホール    ⑫その他 ( )

上記で回答いただいた施設への移動は、何を利用されますか？ 複数回答いただいて構いません。

- ①徒歩    ②自転車    ③バイク    ④自家用車    ⑤タクシー  
⑥バス    ⑦ハウスから出ているシャトルバス    ⑧その他 ( )

上記で回答いただいた施設へは、週何回程度利用されますか？

利用頻度 (週 回程度)

#### 3-3. 商業施設の利用状況をお聞きします。

一番よく利用する商業施設を、下記の選択肢の中から1つだけ○を付けて下さい。

- ①COCONEココネ上福岡    ②イトーヨーカドー・ビバモール    ③マイカルサティ  
④コモディイイダ上福岡店    ⑤コモディイイダ大井店    ⑥スーパーベルク  
⑦西友ストア    ⑧東武ストア    ⑨アウトレットモール「リズム」  
⑩その他 ( )

上記で回答いただいた施設への移動は、何を利用されますか？ 複数回答いただいて構いません。

- ①徒歩    ②自転車    ③バイク    ④自家用車    ⑤タクシー  
⑥バス    ⑦ハウスから出ているシャトルバス    ⑧その他 ( )

上記で回答いただいた施設へは、週何回程度利用されますか？

利用頻度 (週 回程度)

広域歩行支援装置の柔軟な操作性に関する研究

—歩行時の姿勢モニターおよび歩行支援マンマシンシステムの研究—

（分担）研究者 山本 紳一郎 芝浦工業大学助教授

## 研究要旨

歩行支援装置を使用する上で、使用者が現在どのように歩いているかを知ることが、使用者の安全性を確保するとともに、歩行支援機の制御方略を決定するにも重要な事項となる。本分担研究では、使用者と歩行支援機との唯一のマンマシンインターフェースであるハンドル部に焦点を当て、柔軟な操作性を実現しつつ、使用者の歩行状態を把握することをバイオメカニクスの観点から明らかにすることを目的としている。歩行支援機使用時の歩行動作解析を行った結果、歩行支援機の自走制御には、ハンドル部に印加される力の推進成分、垂直成分、およびこのカベクトルの向きが最適なパラメータであることが明らかとなったが、使用者の歩行状態がこれらパラメータから推定可能かどうかは不明であった。この点を明らかにするため、歩行支援機のハンドル部を模した力測定装置を設計し、これをトレッドミル上に取り付けることで、仮想歩行支援機使用実験環境を構築した。ここから得られた知見は、歩行周期に合わせて垂直成分は2層性、また推進成分では単層性の波形を抽出できることが周波数解析により明らかとなった。つまり、歩行支援機のハンドル部に印加される2つの力成分より少なくとも歩行周期中の4フェーズ（踵接地、対側踵接地、爪先離地、対側爪先離地）の推定が可能となった。これらのことから、ハンドル部に印加される垂直力成分、前後力成分を検知できるシステムの必要性、および各成分をローパスフィルタリングする必要があることが示唆された。

### A. 研究目的

高齢者用の歩行支援機器の開発研究は従来、追従性や自律自走といった機能の向上に焦点が当てられてきた。近年の研究では、ハンドルに加わる力を入力とした制御系の構築が試みられている。しかし現状の歩行機器は、機器の使用中に、使用者がどのような歩行フェーズにあるか検知する能力に欠けている。

歩行解析の研究において、1歩行周期における床反力の推移には、一定のパターンが存在することが知られており、これは、歩行フェーズの取得に有効なパラメータとして利用することができる。歩行機器の制御系開発においても、こうしたパターンの取得は有効であると考えられる。

そこで本研究では、機器にかかる負荷にも床反力のような一定のパターンがあると仮定した。そ

してヒト（使用者）と機器のインターフェースであるハンドル部にかかるカベクトルを取得することで、歩行機器使用時におけるヒト歩行フェーズの再現可能性を検討することを目的とした。

### B. 研究方法

トレッドミル上に実機同様のハンドルを設け、ハンドル下部に6軸（XYZ軸と各軸周りのトルク）のカセンサを取り付ける。軸の方向は、ハンドルを正面進行方向に握ったとき、X軸が左右（右向き正）、Y軸が前後方向（前向き正）、Z軸が上下方向（上向き正）となる（Fig.1, 2）。

被検者は健康成人男性6名（年齢：23.8±1.9, 身長：172.3±3.9, 体重：67.2±7.9）。各人のつま先と踵にフットスイッチ取りを付け、歩行フェーズを取得した。カセンサとフットスイッチの出



力電圧は 100[Hz]でサンプリングし、PC に記録。  
歩行速度は 1[km/h], 2[km/h]の 2 種類で行った。

フットスイッチを利用し、一歩行周期ごとにデータ  
を分割し、時間軸[sec]を[周期%]に正規化して比較した。  
次に正規化前の生波形を周波数解析 (FFT) し、比較した。

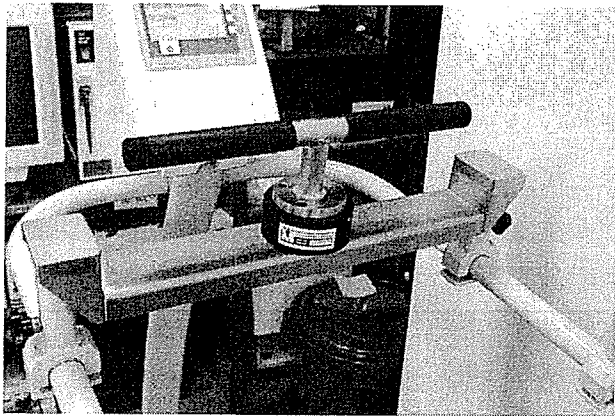


Fig.1 ハンドル部取り付け

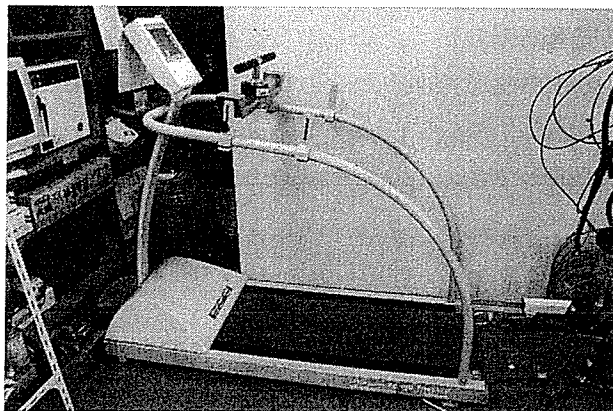


Fig.2 仮想歩行支援機実験環境概観

### C. 研究結果

歩行 1 周期中にハンドル部に印加された力について、被験者 1 名分の加算平均波形を各成分毎に Fig.3-5 に示す。

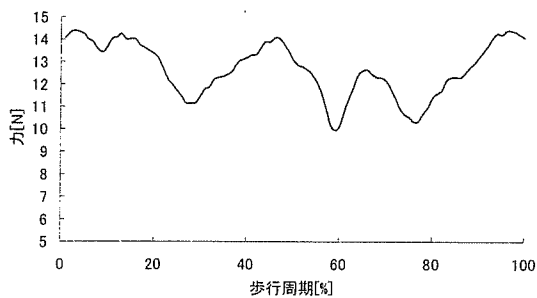


Fig.3 左右方向の力

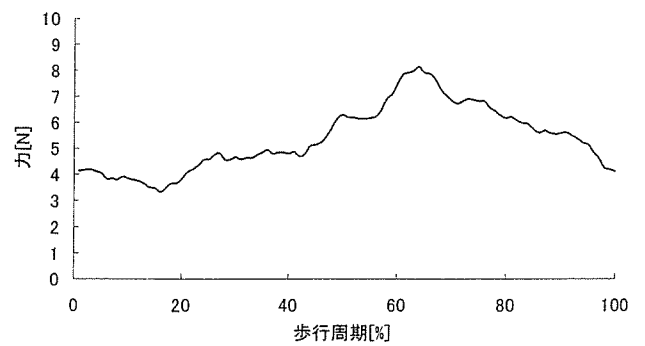


Fig.4 前後方向の力

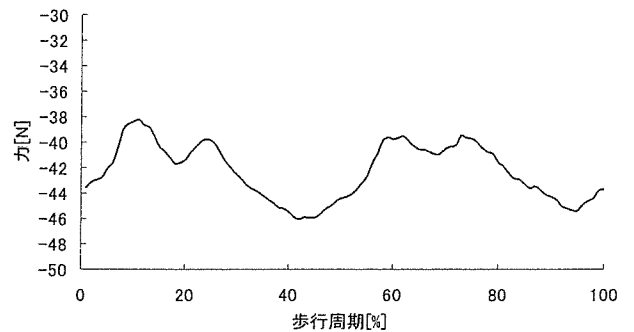


Fig.5 垂直方向の力

左右方向の力であるが、この波形は各被験者で  
様なパターンに収束しなかった。しかしながら、  
前後方向では 1 歩行周期中に 1 つのピークを持つ  
こと (単峰性)、垂直方向では 2 つのピークを持つ  
こと (2 峰性) が確認された。これらの傾向は  
全被験者に共通なパターンであった。

Fig.6 に歩行 1 周期中のハンドル部 Y 軸周りの  
トルクの様子を示す。Y 軸周りのトルクは歩行フ  
ェーズの観点から、推進力と制動力の 2 極を  
持つ波形パターンが予想されたが、本実験ではこ  
の予想とおりとはならなかった。

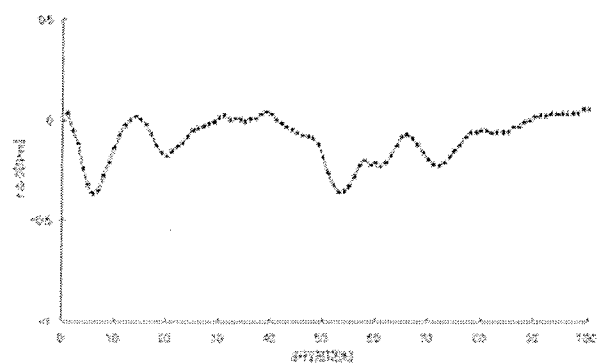


Fig.6 Y 軸周りのトルク

また、X 軸、Z 軸周りそれぞれのトルクについても一様なパターンには収束せず、これらの傾向は全被験者で共通していた。

1 歩行周期中の様子として時間軸を規格化したのが、時間軸方向におけるパターンを確認するため周波数解析を行った。Fig.3-6 の結果を受け、解析を行うデータは前後方向および垂直方向の力波形とした。Fig.7 にパワースペクトルを示す。

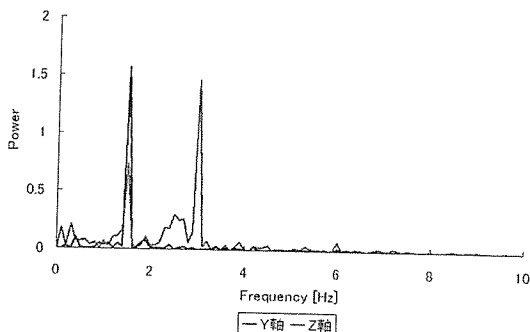


Fig.7 前後、垂直方向力のパワースペクトル波形

前述の単峰性、2 峰性がそれぞれ周波数領域においても認められたことから、前後方向および垂直方向に印加される力のパターンは時間領域においても一様なパターンに収束することがわかる。

#### D. 考察

本実験の目的は、歩行支援機を使用している際の使用者の歩行フェーズがどの状態にあるかを確認することである。歩行フェーズの取得は、機器から取得することができるパラメータの中から一様なパターンに収束する変数を抽出することが必要条件となる。前後方向および垂直方向の力がそれぞれ単峰性、2 峰性のパターンに収束したわけだが、具体的にどのような意味を持つのだろうか？これを図示すると、Fig.8 となる。つまり、1 歩行周期中の前後方向(A)および垂直方向(B)の力波形はそれぞれ周期関数として表現できることになる。周期関数で記述できるとは、Fig.8C に示すように、閾値を設けることでより単純な矩形波に置換できることを意味しており、この 2 軸の組み合わせから歩行フェーズの推定が可

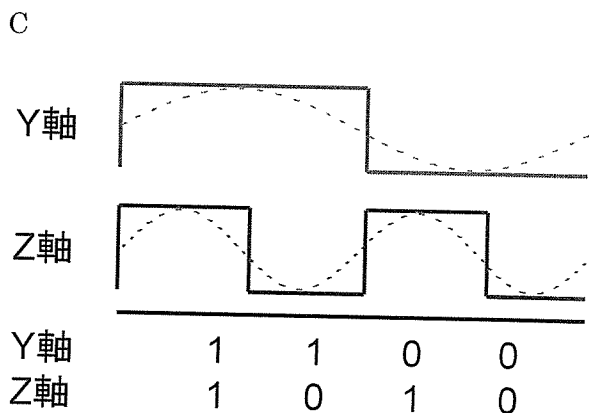
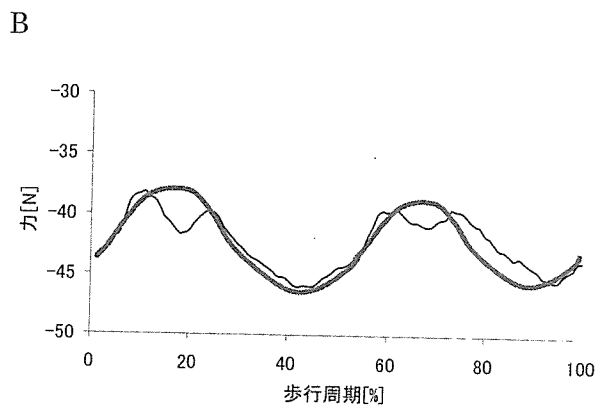
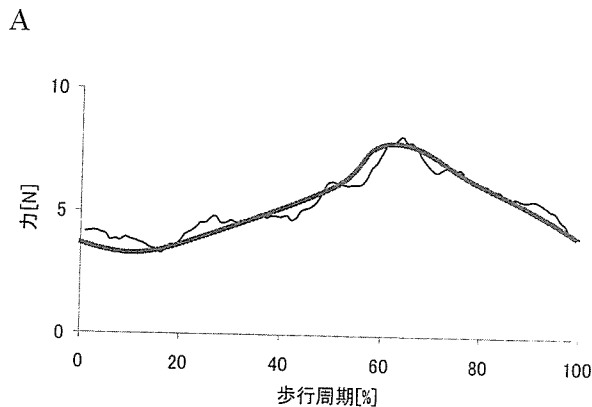


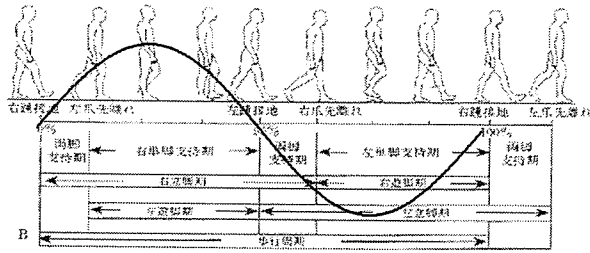
Fig.8 各力が収束したパターンの模式図

能であるとわかる。本実験の結果、この 2 軸の組み合わせにより、1 歩行周期中の 4 フェーズが推定可能となった。実際に推定可能な歩行フェーズは Fig.9 に示すように、前後方向からは片足立脚期、また垂直方向から対側の遊脚期をそれぞれ推定可能であるとわかる。

次に周波数解析の結果であるが、それぞれのピーク周波数の関係性は次式となる。

$$\text{Peak freq. Z} / \text{Peak freq. Y} \simeq 2 \quad (1)$$

A



B

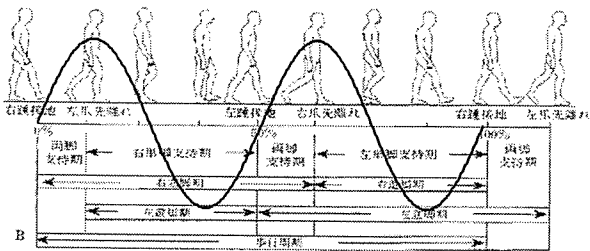


Fig.9 推定可能な歩行フェーズ

また、この関係性は歩行速度に依存しなかった。(1)式の物理的意味は、歩行速度に代表される時間領域での関係性が一様であるということである。つまり、歩行支援機を使用する際に想定される歩行速度は高々時速 4km/h (健康な成人の一般的な歩行速度) であり、この領域内であれば前後方向および垂直方向の力さえ計測できれば、歩行フェーズが推定できるということである。換言すると、このパターンからの逸脱は、歩行支援機を使用している使用者が定常歩行を行えていないということである。制御工学的には過渡応答における定常状態からの逸脱であることから、この関係性にさえ注意を払えば、歩行支援機の制御系としてその歩行時の安全性を確保する指標の1つとなりうることになる。技術的な課題としては、この2軸の出力をどの時点でフィルタリングすべきか? となり、対処法は(A)制御系における Hi-Cut フィルタリング、(B)電気回路の2点となるが、これらは些細な問題にすぎない。

以上のことから、歩行支援機から得られるパラメータから一様なパターンと周期性を抽出することにより、歩行フェーズが推定できることが示唆された。

## E. 結論

- ハンドル部力ベクトルは、進行方向と鉛直方向に一様なパターンが認められる
- このパターンは歩行速度に依存しない周期性が認められる
- よって、ハンドル部力ベクトルから、少なくとも4つの歩行フェーズ推定が可能である

## F. 健康危険情報

本分担研究では特になし。

## G. 研究発表

昆野哲也, 三好扶, 山本紳一郎

歩行補助機器へのハンドル部力ベクトルと歩行運動に関する報告、人と福祉を支える技術フォーラム 2007, 3 March 2007, 東京

## H. 知的財産権の出願・登録状況

本分担研究では特になし。

## 「広域歩行支援装置の柔軟な操作性に関する研究」

### —歩行時の姿勢モニターおよび歩行支援マンマシンシステムの研究—

(分担) 研究者 山本 紳一郎 芝浦工業大学助教授

1. 緒言
    - 1.1 高齢社会の到来
    - 1.2 高齢者介護の現状
    - 1.3 高齢者の自立支援
  2. 背景と目的
    - 2.1 歩行支援機器の開発
      - 2.1.1 歩行支援機器研究の概要
      - 2.1.2 ヒトと機械のインターフェース制御
    - 2.2 歩行解析
      - 2.2.1 歩行解析の手法
      - 2.2.2 床反力をパラメータとした歩行解析
    - 2.3 研究目的
  3. 歩行フェーズ取得実験
    - 3.1 実験装置
      - 3.1.1 トレッドミルとハンドル
      - 3.1.2 フットスイッチ
      - 3.1.3 実験系
    - 3.2 被検者
    - 3.3 実験方法
    - 3.4 解析方法
      - 3.4.1 ソフトウェアによる歩行周期の正規化
      - 3.4.2 周波数解析
  4. 実験結果
    - 4.1 フットスイッチの出力
      - 4.1.1 歩行フェーズの取得
      - 4.1.2 速度間での比較
    - 4.2 力センサの出力
      - 4.2.1 X軸の出力結果
      - 4.2.2 Y軸の出力結果
      - 4.2.3 Z軸の出力結果
      - 4.2.4 トルクの出力結果
    - 4.3 周波数解析結果
      - 4.3.1 Y軸の出力結果
      - 4.3.2 Z軸の出力結果
  5. 考察
    - 5.1 フットスイッチと歩行フェーズ
    - 5.2 X軸の結果における考察
    - 5.3 Y軸の結果における考察
    - 5.4 Z軸の結果における考察
    - 5.5 トルク軸の結果における考察
    - 5.6 Y軸とZ軸を利用した歩行フェーズの取得
    - 5.7 周波数解析の結果における考察
    - 5.8 歩行速度増加時のシミュレーション
  6. 結論
- 参考文献

# 1. 緒言

## 1.1 高齢社会の到来

2005年現在、我が国の65歳以上の高齢者人口は、過去最高の2560万人となり、高齢者人口の総人口に占める割合（高齢化率）は20.04%と、初めて20%を超えた。高齢者人口および高齢化率の数値は、今後2020年まで急激に進行し、その後も緩やかに増加、2050年までには35%を超えるとも予想されている（Fig.1.1<sup>1)</sup>）。

高齢者のいる世帯について見てみると、65歳以上の高齢者のいる世帯数は、2004年の時点で1786万世帯であり、全世帯（4632万世帯）の38.6%を占めている。このうち単独世帯が373万世帯（20.9%）、夫婦のみの世帯が525万世帯（29.4%）と、あわせて半数以上が高齢者のみの世帯であり、それらの割合もまた増加が予想されている（Fig.1.2<sup>1)</sup>）。

更に一人暮らしの高齢者について見てみると、2005年において男性はおよそ97万人、女性はおよそ290万人である。これらはそれぞれ高齢者人口に占める割合のうち9.1%と19.7%を占めており、いずれも増加傾向にある（Fig.1.3<sup>1)</sup>）。

## 1.2 高齢者介護の現状

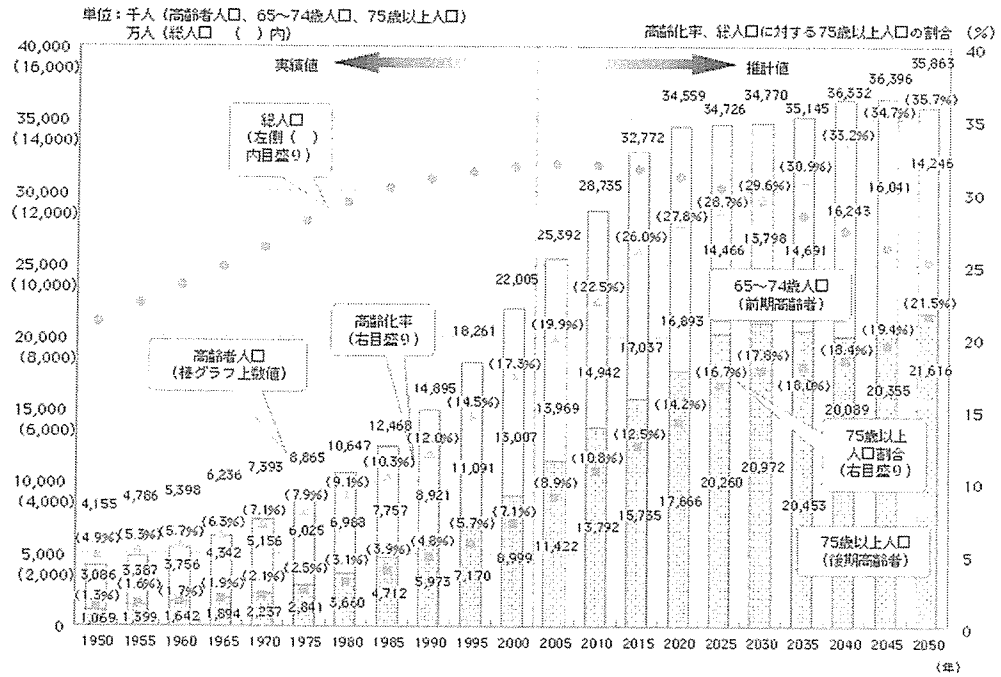
近年我が国では、高齢者が高齢者を介護する状況が進行している。高齢者の中でも、特に介護を必要としている世代（80歳以上の後期高齢人口）を介護する者の割合を世代別に比較すると、60歳～69歳（26.9%）の高齢者、または50歳～59歳（31.8%）の高齢者予備軍が半数以上を占めていることが分かる（Fig.1.4<sup>2)</sup>）。これらの介護者の中には、既に加齢による健康不安を訴えるものも少なくなない。

## 1.3 高齢者の自立支援

高齢者による高齢者の介護という状況は、結果として十分な介護を受けさせるために、高齢者の入院を推奨する事態につながる。しかし、こうした状況が新しい問題を生み出している。それは社会全体としての経済力の浪費である。確かに、個人が高齢者の生活費や介護費用を負担する場合と比べると、入院費用のほうが割安である。しかし医療施設への医療費は、国民の健康保険によって支払われるものであり、結局社会全体としてのコストは膨大なものとなる。

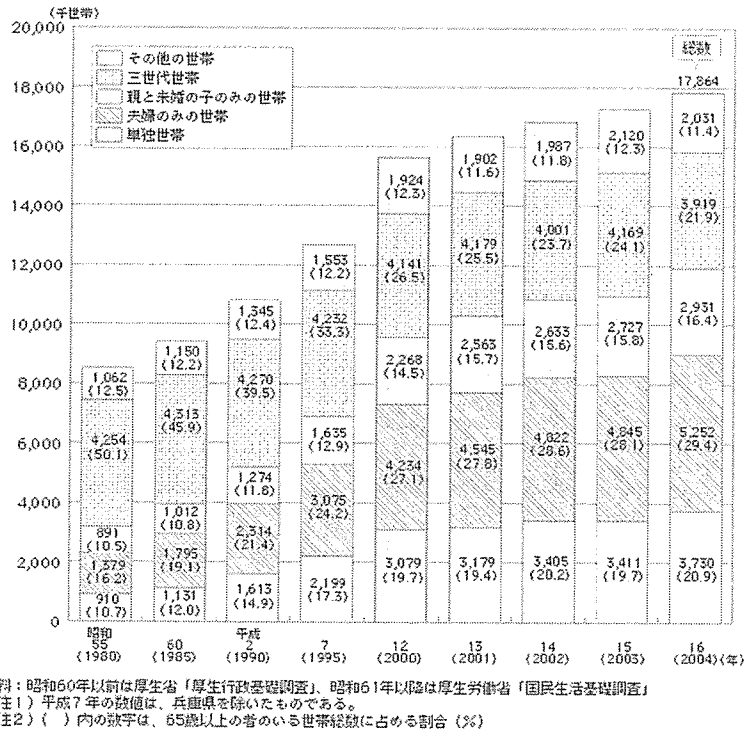
この問題に対して、最近ではノーマライゼーションが一般的に浸透しつつある。これは障害者や加齢によって身体能力が低下した高齢者を、施設に隔離せずに、同じ地域内で健常者と一緒に、できる限り自立して生活してもらうという考え方である。

こうした高齢者の自立支援のための一側面として、例えばユニバーサルデザインや、バリアフリーといった、身体的な能力の低下を補うための、工学的側面による支援が不可欠なものとなっている。



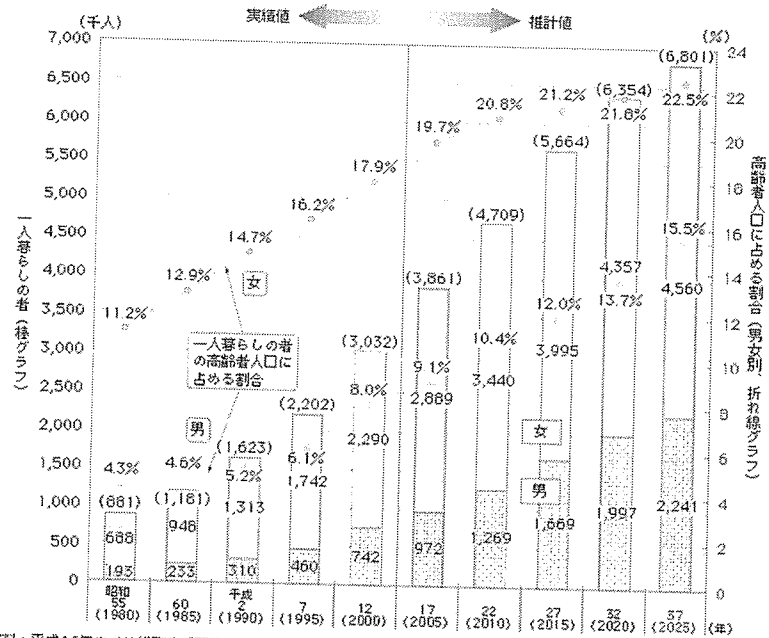
資料：2000年までは総務省「国勢調査」、2005年以降は国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成14年1月推計）」  
 (注) 1955年の沖縄は70歳以上人口23,328人を前後の年次の70歳以上人口に占める75歳以上人口の割合を元に70～74歳と75歳以上人口に按分した。

Fig1.1 高齢化の推移と将来推計<sup>1)</sup>



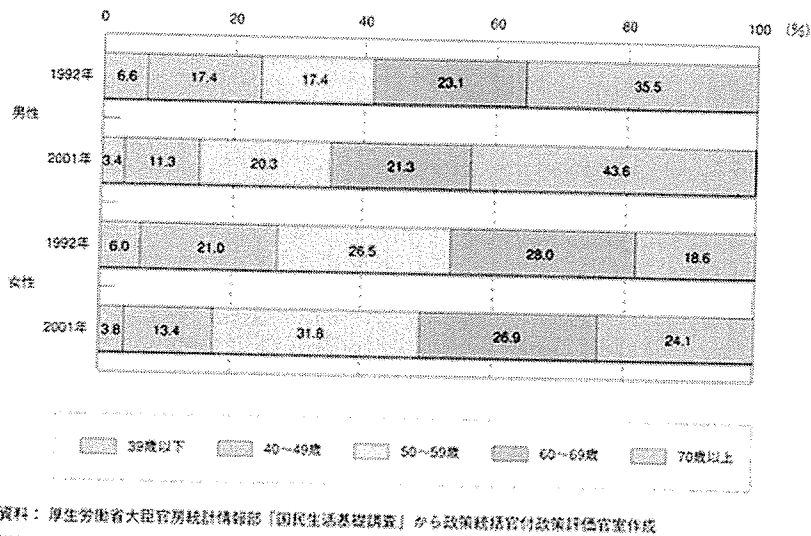
資料：昭和60年以前は厚生省「厚生行政要覧調査」、昭和61年以降は厚生労働省「国民生活基礎調査」  
 (注1) 平成7年の数値は、兵庫県を除いたものである。  
 (注2) ( ) 内の数字は、65歳以上の者のいる世帯総数に占める割合(%)

Fig1.2 世帯構造別に見た65歳以上の者のいる世帯数および構成割合の推移<sup>1)</sup>



資料：平成12年までは総務省「国勢調査」、平成17年以降は国立社会保障・人口問題研究所「日本の世帯数の将来推計（平成15（2003）年10月推計）」、「日本の将来推計人口（平成14（2002）年1月推計）」  
 (注1) 「一人暮らし」とは、上記の調査・推計における「単独世帯」のことを指す。  
 (注2) 棒グラフ上の( )内は65歳以上の一人暮らし高齢者の男女計

Fig1.3 一人暮らしの高齢者の動向<sup>1)</sup>



資料：厚生労働省大臣官房統計情報部「国民生活基礎調査」から政策統計官付政策評価官室作成

Fig1.4 65歳以上の要介護者等と同居する主たる介護者の年齢構成<sup>2)</sup>

## 2. 背景と目的

### 2.1 歩行支援機器の開発

#### 2.1.1 歩行支援機器研究の概要

##### (1) 歩行支援機器の研究背景

歩行支援機器の開発は、高齢社会における高齢者の生活の質（QOL：Quality of life）の向上を想定している。生活の基盤として、自立歩行は大変重要な要素である。そして、歩行を中心とした行動パターンを積極的に支援することは、QOLの向上、福祉社会推進の見地から、好ましいとの考えに基づいている。

##### (2) コンセプト

製品化されている現用の歩行補助車（Fig.2.1）の使用時における、悪路や段差といった走行時の障害要素を克服し、屋外での積極的な移動をサポートする。また、ユニバーサルデザインの概念を前提とし、支援機としての立場から、以下のコンセプトが掲げられている。

1. 使用者の脚力を最大限引き出し、使用者の意思にあわせた歩行モードを実現
2. スイッチ操作は極力避ける（自律制御を採用）

##### (3) 対象ユーザー

本機（Fig.2.2）の開発は、あくまで自立支援を目的としており、高度の障害者の移動手段や、臨床でのリハビリテーションを目的としてはいない。対象ユーザーは以下の条件を持つ者としている。

1. 自分の足で歩くことができる
2. 周囲の環境が現用の歩行機には不向きで、歩く自信を無くしている
3. 加齢等により、脚力に障害が出始めている

##### (4) 現状と今後の課題

コンセプトを踏襲し、広域での使用を目的とした設計が進められ<sup>3)</sup>、実機のハード面は概ね完成している。また、プログラムによる簡単な自律制御による運動が可能となった。具体的には機器にかかる負荷を感知し、それに基づいて制御系が駆動系に出力を下し、モータの駆動によるパワーアシストをする、フィードバックによる基礎的な「負荷制御システム」の開発が実現している。しかし、実機によるモニタリングテストの結果、歩行による実機への負荷の大きさは線形的ではなく、現状の制御系では動作の滑らかさと確実性が実現しないことが判明した（次項に詳細を記述する）。制御系の見直しを図り、実用域のモニタを可能とするために、今後ヒトの歩行に関する考察を深める必要がある。





Fig.2.1 現用の歩行補助機器

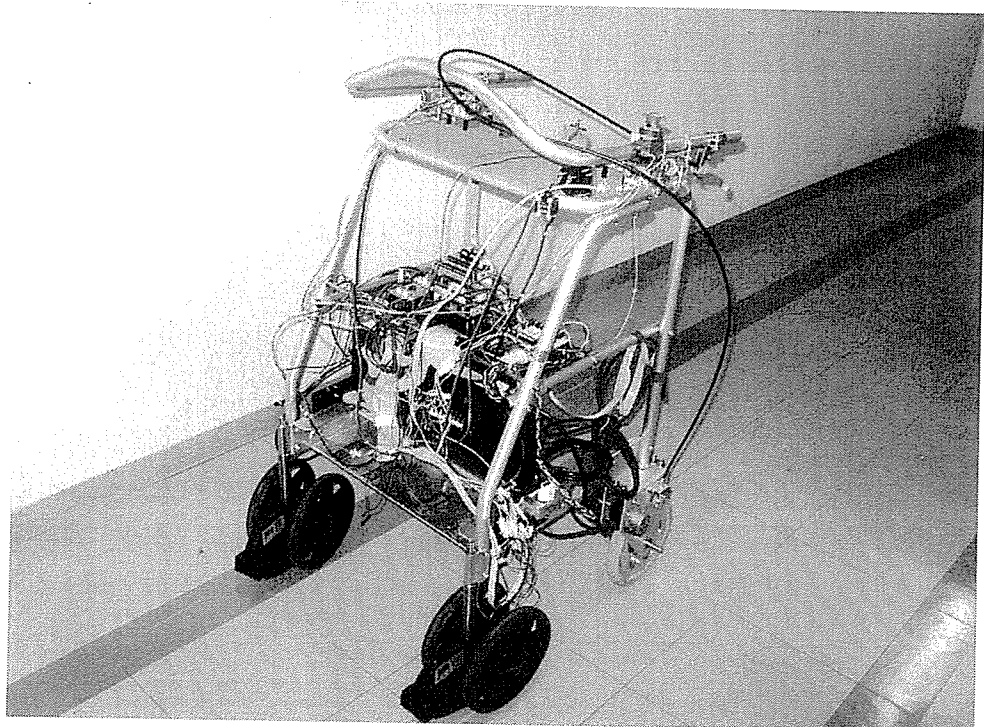


Fig.2.2 開発中の歩行支援機器

## 2.1.2 ヒトと機械のインターフェース制御

歩行機器の制御系開発における最新の研究で、「負荷制御システム」の欠点を解消するために、閾値を設けることによって、一定範囲の負荷に対して一定速度の維持を保障する「速度制御」の開発が進められている<sup>4)</sup>。

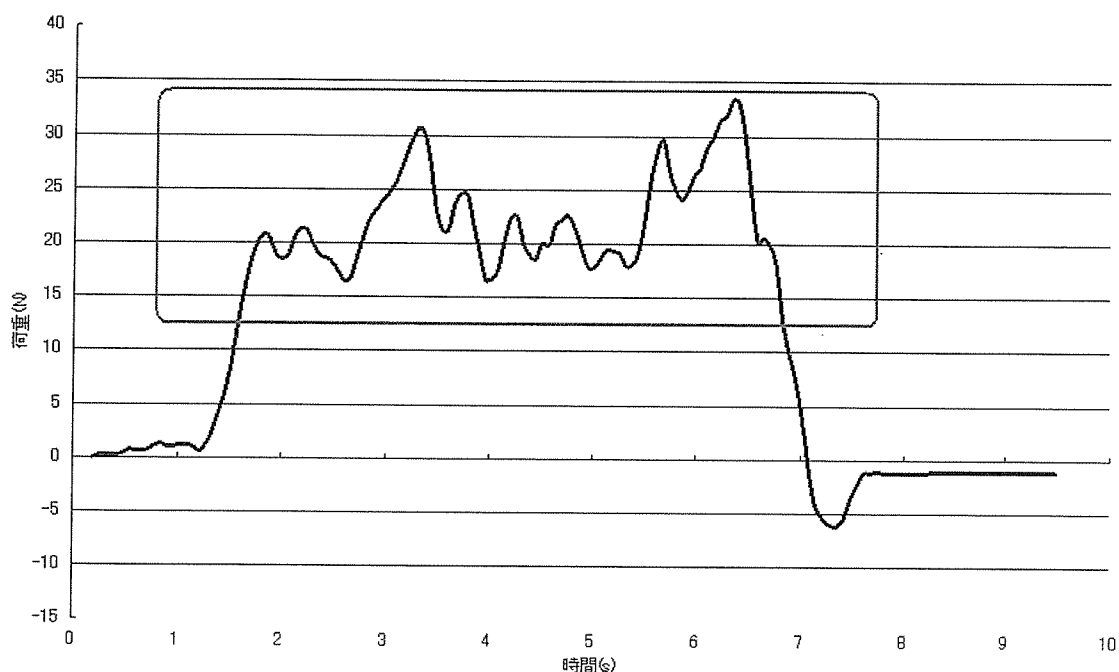


Fig.2.3 機器使用時歩行中のハンドル部の負荷の変化

Fig.2.3は、実際にFig.2.2の歩行機器を用いて行なった実験で得た、ハンドル部にかかる負荷のうち、機器前後方向の力[N]の時系列的変化の典型例を示した図である。

図中の赤枠の域が示すように、歩行開始後から20[N]近傍まで負荷が増加して定常状態に入り、以後負荷が連続して小刻みに増減する状態が続くことが分かる。

現状の負荷制御システムの欠点は、こうした変化に伴い、駆動源への出力信号も同様に小刻みに変化してしまうことにある。駆動源への出力が短期間に何度も変化し、かつ変化が走行中ずっと継続するとすれば、使用感が損なわれてしまうことが考えられる。

この対策として、負荷の値に閾値をもうける「速度制御」の構築が現在進められている。例えば同じグラフで説明すると、15[N]を閾値として制御系を組み、15[N]以上で一定速度を維持、それ以下では機器の駆動源をオフに設定すると制御方法である。しかし、閾値を決定するために必要な、一定速度条件下での実験データがなく、検証が必要とされている。

尚、閾値を設ける方法以外にも、現行の制御において駆動源への出力ゲインを調節することによって、ある程度の安定走行の実現が考えられるが、本研究では閾値を用いた「速度制御」の開発に助力するため、今回は検討材料から除外する。

## 2.2 歩行解析

### 2.2.1 歩行解析の手法

以下は、臨床歩行入門<sup>5)</sup>に記載されている代表的な歩行解析の3つの手法である。これらを単独または組み合わせて様々な検証が行われている。

#### (1) 三次元動作解析

関節にマーカーを取り付けた状態で歩行をし、その時の画像を取得、関節位置の時系列的な変化を追跡し、関節角度の変化やそれに伴う運動学的な力関係を考察できる。以下に関節位置の推移を元に、通常二足歩行中の下肢の推移(スティックピクチャ)を載せる。

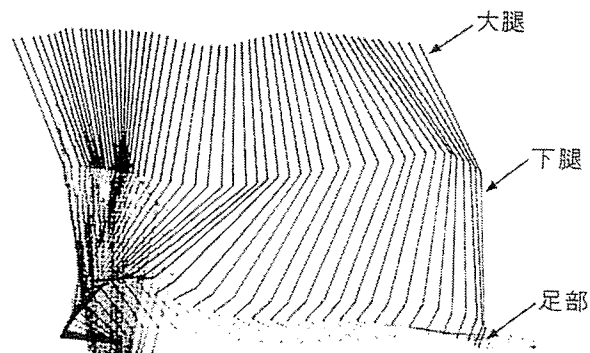


Fig.2.4 下肢推移 (スティックピクチャ) の典型例

#### (2) 床反力測定

床反力計を用いて、歩行時に足から床に伝わる力の変化を時系列的に取得し、ヒトの二足歩行における、足裏の負荷変化や姿勢制御に関する考察などができる。以下に通常二足歩行における1歩行周期の床反力の典型的な推移を示したグラフを載せる。尚、縦軸は体重×重力加速度を100%とし、横軸のは踵の接地から次の踵の接地までの1歩行周期の時間軸を100分割して正規化したものである。

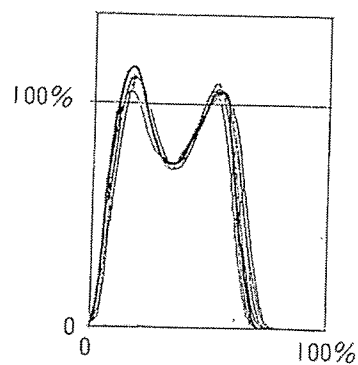


Fig.2.5 床反力推移の典型例

### (3) 筋電図

歩行中、足関節または膝関節周りの筋活動の変異を調べ、筋ごとの活動状況から、運動学的な関節周りの力関係を考察できる。

以上3つの手法を用いた研究で、歩行は足裏の離地、接地等を基準として、いくつかのフェーズに分けられることが分かっている。またフェーズごとに、関節位置、床反力の値、筋電図は特定のパターンを有しており、結果の利用は、その後の研究<sup>3, 4)</sup>で今後の展望として示されている。

#### 2.2.2 歩行解析の先行研究

那須田ら<sup>6)</sup>は、「歩行荷重免除時における歩行解析」として、リハビリテーション用の免荷装置を用いた歩行解析を行っており、三次元動作解析の手法と床反力の計測を組み合わせることで、関節周りのトルクを推量した。

また岡田ら<sup>7)</sup>は、歩行補助機器を用いた歩行解析を、三次元動作解析の手法を用いて行い、関節周りのモーメントの変化を算出し、使用者の観点から歩行支援機器の生体力学的評価を行ってきた。

このように、機器を用いた歩行の検証例はあるものの、その前例は少ない。また、機器がヒトに及ぼす影響についてはこれまで検証されてきたが、逆にヒトが機器に及ぼす影響については、歩行支援機器の分野においては未だ検討されていない。また、通常歩行以外の歩行（機器等を使用した歩行）については、一定速度を条件とした検証例がない。

#### 2.3 研究目的

以上を踏まえて、床反力測定手法によって得られた、ヒトの歩行に伴う床反力の変化が示すような一定のパターンは、ヒトが歩行支援機器に及ぼす負荷を測定したときも同様に得られるという仮定を立てた。また、インターフェースを利用した歩行支援機器の制御系の開発を進める上で、ヒトが機器に及ぼす影響の検証は有用であると考えられる。そこで本研究では、速度一定の条件を可能とするトレッドミル上の歩行において、機器のハンドル部にかかる力を測定し、ハンドル部の入力のみでヒトの歩行フェーズを抽出し、再現することができるかどうかを検討する。そして、歩行補助機器の制御において、歩行フェーズの取得の有用性を検討し、歩行補助機器研究開発の一助となることを目的とした。