

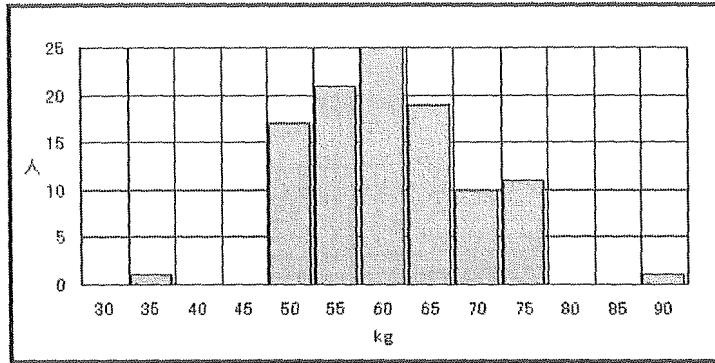
2.3.1.5 体重

定義：裸体、或いはそれに近い着衣での身体全体の質量。

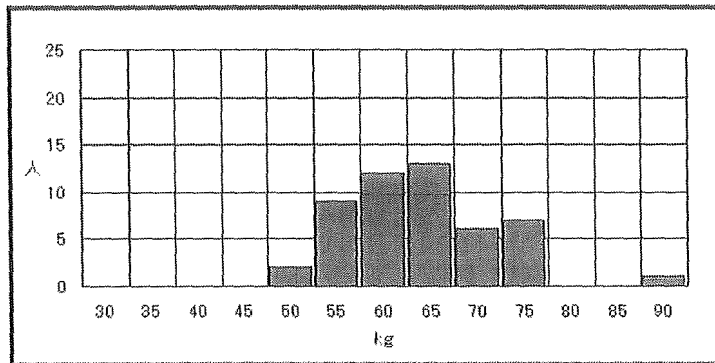
(kg)

分類	人数	基本統計値					パーセンタイル値				
		平均値	標準偏差	最小値	最大値	正規性検定	5%	25%	50%	75%	95%
男女	105	58.6	8.4	34.0	85.4	ns	46.5	52.6	58.8	64.2	71.8
男性	50	61.7	7.6	46.2	85.4	ns	51.7	56.0	62.0	65.9	72.8
女性	55	55.8	8.2	34.0	72.4	ns	46.0	48.5	55.0	60.1	71.3

(kg)	男女
30	0
35	1
40	0
45	0
50	17
55	21
60	25
65	19
70	10
75	11
80	0
85	0
90	1



(kg)	男性
30	0
35	0
40	0
45	0
50	2
55	9
60	12
65	13
70	6
75	7
80	0
85	0
90	1



(kg)	女性
30	0
35	1
40	0
45	0
50	15
55	12
60	13
65	6
70	4
75	4
80	0
85	0
90	0

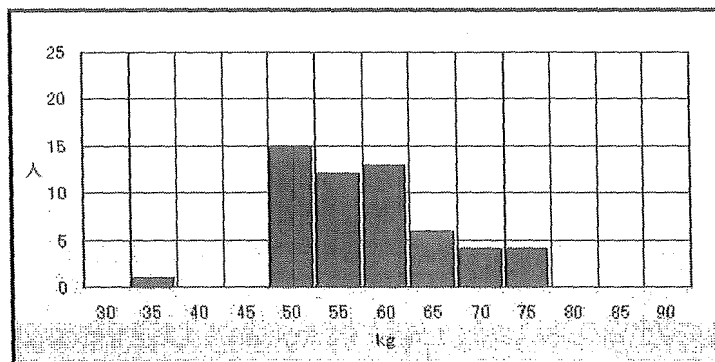


Fig. 2.3.1.9 体重に関するデータ

Tab. 2.3.1.1 人間が手でパイプを押したときの荷重

部位	項目	データ数	データ					
			Average	Max	Min	5%tile	95%tile	SD
手	高さ(絶対値:70 - 90cm), 最大, 押す, 水平パイプ	640	70.20	272.45	6.58	26.93	128.95	31.83

2.3.2 人口の推移

世界の人口は、20世紀に引き続き21世紀前半にも大幅な増加が見込まれているが、日本の人口は21世紀の初めには減少に転じ、2050年(平成62年)には現在の2割減の約1億人に減る。以下に、年齢別における人口構成を示した。

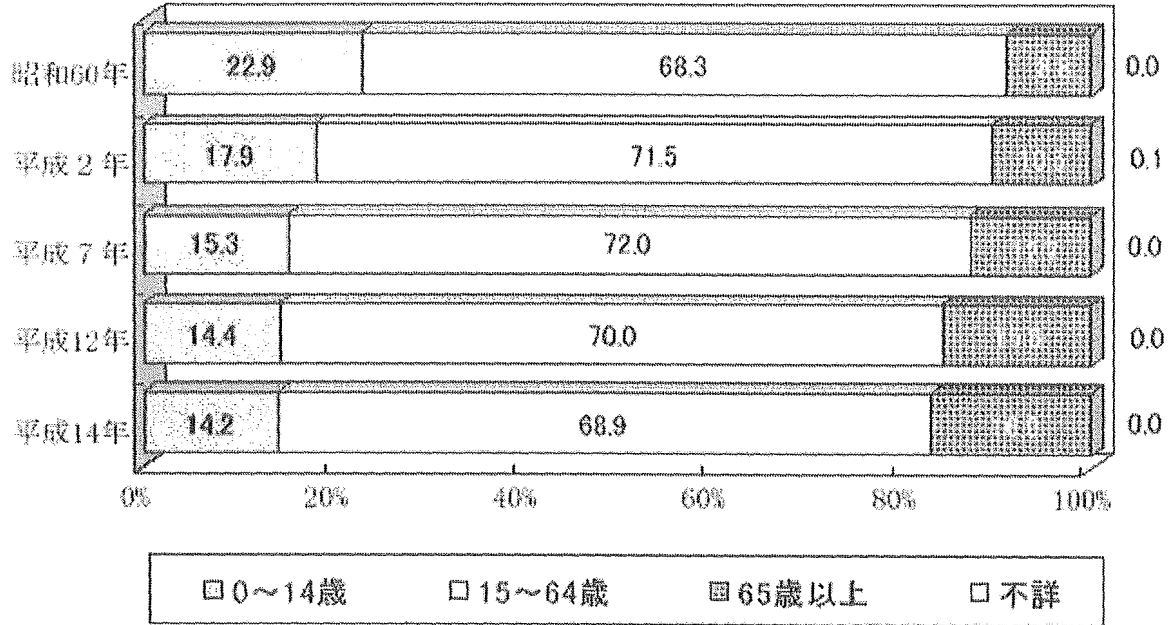


Fig.2.3.2.1 年齢3区別における人口構成

また、下図より今後の日本の高齢化率は世界トップになっていることがわかる。

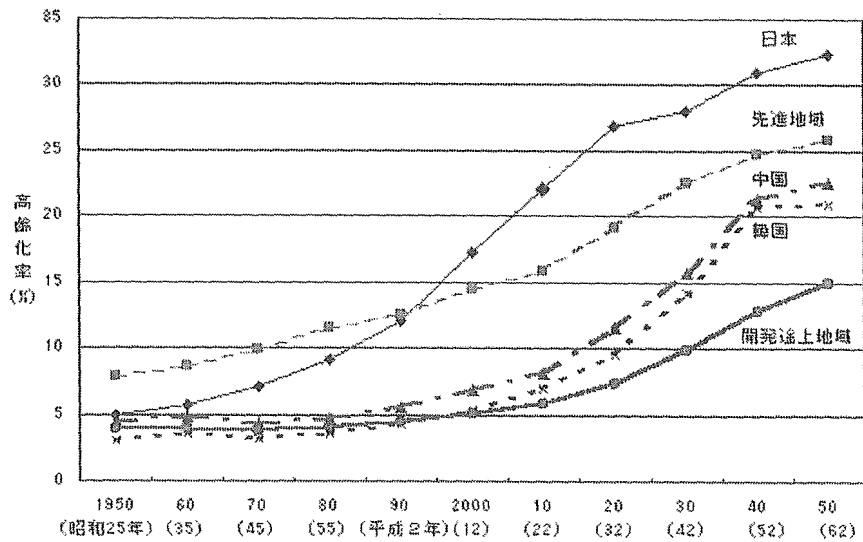


Fig.2.3.2.2 高齢化率

2.3.3 加齢に伴う筋力の変化

人間は、加齢とともに様々な身体能力の低下が発生する。加齢とは、生命の誕生から始まり成長し成熟し老衰を経て死に至るまでの経年的な過程を意味する言葉であるが、人間の機能ごとにその変化のプロセスは異なる。人間の筋力は、25～30歳頃をピークに減少を始める。その程度は45歳くらいまでは緩やかであるが、60歳頃から急激に低下する。この筋力低下は上肢の筋よりも下肢の筋において顕著である。これは、高齢者では上肢よりも下肢の方が日常生活ではあまり使用されないためであると考えられている。筋力低下を引き起こす要因には様々なものがあるが、加齢に伴う筋肉の萎縮による影響が最も大きい。以下に、加齢に伴う筋力の変化について示した。

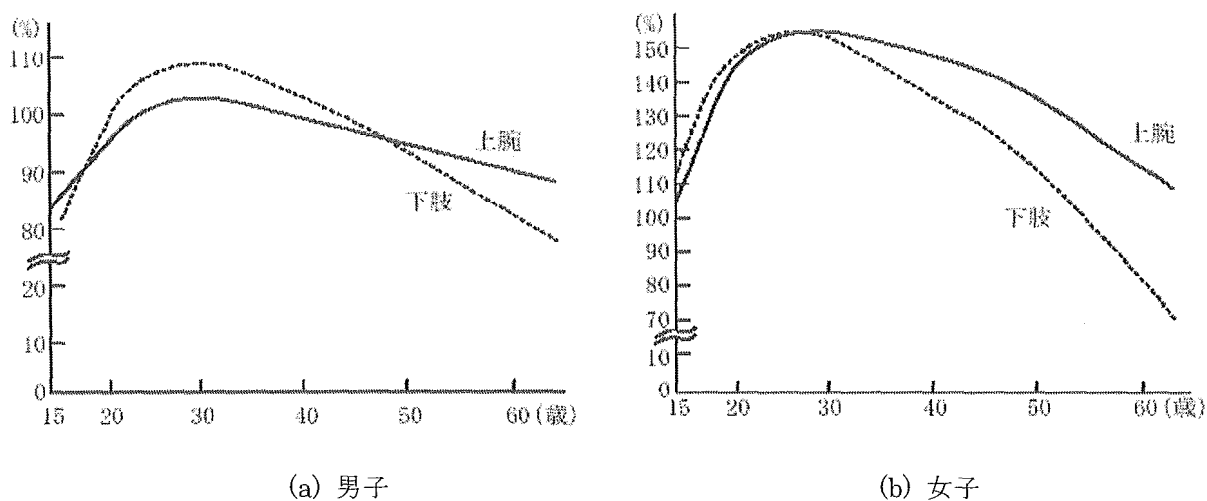


Fig.2.3.3.1 加齢に伴う筋力の変化

また、歩行支援機を操作する際に腕若しくは手のひらで支持する。以下には、年齢に対する握力（左右）及びその値について示した。

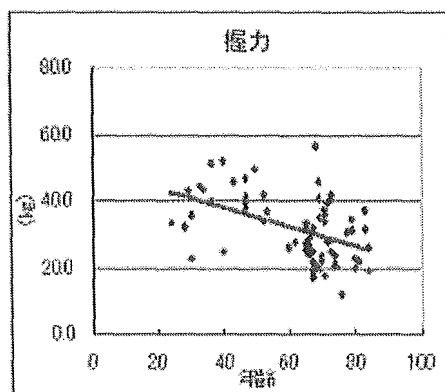


Fig.2.3.3.2 年齢に対する握力

Tab. 2.3.3.1 握力に関するデータ

部位	項目	データ数	Average	Max	Min	5%tile	95%tile	SD
	握力右	1025	310.82	675.00	106.00	171.00	495.75	97.77
	握力左	1025	294.94	644.00	104.00	162.17	472.50	94.90

単位：N

2.3.4 自由歩行時の歩幅、歩数、速度

若年者から高齢者まで、歩行状態に関する事を以下にまとめた。動作特性として、歩幅、歩数、歩行速度の3点について平成10年度のNEDOによる調査結果を参考にした。

(1) 被験者数 (20人)

高齢者：12人 (60代 3人、70代 5人、80代 4人)

若年者：8人 (20代 4人、30代 4人)

80代、20代、30代は男女各2人、60代、70代はいずれも男性が2人

(2) 計測内容

ものの持ち運び動作では、往路または復路で自由歩行になるケースが8回ある。この計測結果を自由歩行の算定対象として、平均歩幅、平均歩数、移動速度を算出した。

(3) 計測結果

計測結果を下図に示した。

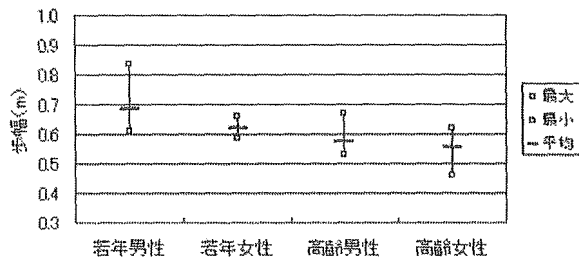


Fig. 2.3.4.1 自由歩行時の平均歩幅

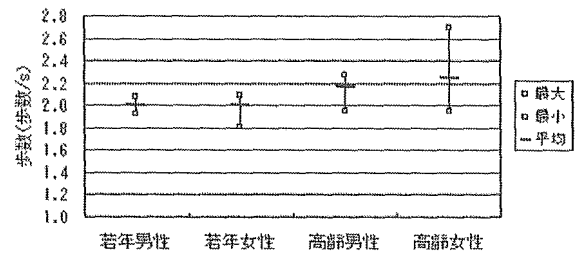


Fig. 2.3.4.2 自由歩行時の平均歩数

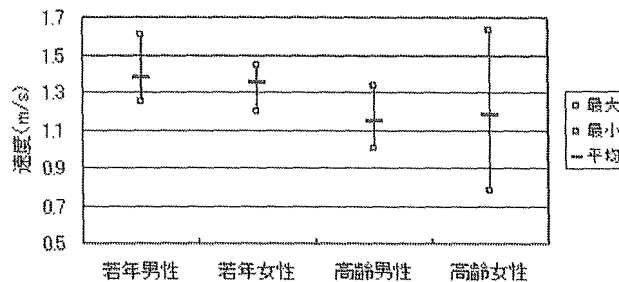


Fig. 2.3.4.3 平均移動速度

平均歩幅は年齢層および若年者の性別、平均歩数は年齢層による差が認められる。また、移動速度は年齢層による差が認められるが、性別による差は見られなかった。従って上図より、高齢者の移動速度はおおよそ0.8~1.7m/sであることがわかった。

また、高齢女性の移動速度の幅が非常に大きいのが、これは被験者の差が非常に大きかったためである。

3.4.1 交通バリアフリー法及び国土交通省基準

3.4.1.1 交通バリアフリー法の基準

交通バリアフリー法では、駅などの旅客施設や電車・バスなどの車両についてのバリアフリー化基準(移動円滑化基準)のほか基本構想に基づいて整備される道路や信号機などの基準が定められている。道路に関する基準は、市町村が作成する基本構想に即して、道路管理者が歩道、道路用エ

エレベーター等の設置、歩道の段差・傾斜・勾配の改善等の移動円滑化のために必要な事業を実施する際に適合が義務付けられている基準である。

(1) 高齢者、身体障害者等の移動円滑化のために必要な道路には、歩道(自転車歩行者道を含む)を設置し、自動車と分離した通行空間を確保すること。

(2) 歩道

- 1) 車いす使用者のすれ違いを可能とするために、2メートル以上の幅員を連続して確保すること。
- 2) 車両を乗り入れさせるために歩道を切り下げる場合であっても、幅員2メートル以上の平坦部を連続して確保すること。
- 3) 視覚障害者の安全な通行を確保するために、高さ15センチメートル以上の縁石により区画すること。
- 4) 歩道面の高さは5センチメートルを標準とし、歩行者の安全かつ円滑な通行を確保するために、必要に応じて植樹帯、並木又はさくを設置すること。
- 5) 舗装は、原則として、透水性舗装とすること。
- 6) 勾配は、原則として、縦断方向については5パーセント以下、横断方向については1パーセント以下とすること。
- 7) 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とすること。

(3) 案内施設

- 1) 主要な交差点等においては、病院等の主要施設、エレベーター等の移動支援施設等を標識や視覚障害者誘導用ブロックで案内すること。
- 2) 上記の案内には、必要に応じて点字又は音声等により案内する設備を設けること。

(4) 立体横断施設

- 1) 垂直方向の移動等を少なくするよう、立体横断施設の設置に配慮すること。
- 2) 高齢者、身体障害者等の移動円滑化のために必要な立体横断施設には、原則として道路用エレベーターを設置すること。

(5) その他

- 1) バス停、路面電車停留場、自動車駐車場等は、移動円滑化に必要な構造とすること。
- 2) 積雪寒冷地においては、必要な箇所に融雪施設等を設置することにより、冬季における移動円滑化を確保すること。

2.4 一般道路の調査

2.4.1.2 重点整備地区における移動円滑化のために必要な道路の構造に関する基準（建設省）

（こう配）

第六条：歩道等の縦断こう配は、五パーセント以下とするものとする。ただし、地形の状況その他の特別の理由によりやむを得ない場合においては、八パーセント以下とすることができる。

歩道等（車両乗入れ部を除く。）の横断こう配は、一パーセント以下とするものとする。ただし、前条第一項ただし書に規定する場合又は地形の状況その他の特別の理由によりやむを得ない場合においては、二パーセント以下とすることができる。

（高さ）

第八条：歩道等（縁石を除く。）の車道等に対する高さは、五センチメートルを標準とするものとする。ただし、横断歩道に接続する歩道等の部分にあっては、この限りでない。

前項の高さは、乗合自動車停留所及び車両乗入れ部の設置の状況等を考慮して定めるものとする。

（横断歩道に接続する歩道等の部分）

第九条：横断歩道に接続する歩道等の部分の縁端は、当該車道等の部分より高くするものとし、その段差は二センチメートルを標準とするものとする。

前項の段差に接続する歩道等の部分は、車いすを使用している者（以下「車いす使用者」という。）が円滑に転回できる構造とするものとする。

（傾斜路）

第十三条：移動円滑化された立体横断施設に設ける傾斜路（その踊り場を含む。以下同じ。）は、次に定める構造とするものとする。

- 一：有効幅員は、二メートル以上とすること。ただし、設置場所の状況その他の特別の理由によりやむを得ない場合においては、一メートル以上とすることができる。
- 二：縦断こう配は、五パーセント以下とすること。ただし、設置場所の状況その他の特別の理由によりやむを得ない場合においては、八パーセント以下とすることができる。
- 三：横断こう配は、設けないこと。
- 四：二段式の手すりを両側に設けること。
- 五：手すり端部の付近には、傾斜路の通ずる場所を示す点字をはり付けること。
- 六：路面は、平たんで、滑りにくく、かつ、水はけの良い仕上げとすること。
- 七：傾斜路のこう配部分は、その接続する歩道等又は通路の部分との色の輝度比が大きいこと等により当該こう配部分を容易に識別できるものとする。
- 八：傾斜路の両側には、立ち上がり部及びさくその他これに類する工作物を設けること。ただし、側面が壁面である場合においては、この限りでない。
- 九：傾斜路の下面と歩道等の路面との間が二・五メートル以下の歩道等の部分への進入を防ぐため必要がある場合においては、さくその他これに類する工作物を設けること。
- 十：高さが七十五センチメートルを超える傾斜路にあっては、高さ七十五センチメートル以内ごとに踏み幅一・五メートル以上の踊り場を設けること。

2.4.1.3 道路の構造に関する基準等の検討にあたっての基本的な考え方（国土交通省）

(1) 基本的理念

どの高齢者、身体障害者等に対しても移動円滑化を図るとともに、健常者にとっても使いやすい構造とすることを検討する。

高齢者や身体障害者等の間で使いやすい構造が異なる場合には、お互いの意見が十分反映される構造となるよう検討する。

【例：歩車道境界の段差】

歩道から横断歩道へ移動する際に、車いす使用者にとっては、歩車道境界の段差がない方が移動円滑化を図れる一方、視覚障害者にとっては、歩車道境界の段差がある方が、視覚障害者自身で歩道上か横断歩道上かを認識しやすくなる。このため、双方の意見を調整して当該箇所の構造を検討している。

上記で検討した構造が都市の景観形成の観点からも受け入れられるよう配慮する。

(2) 基準等に盛り込むべき主要な事項

<移動経路の構成>

高齢者、身体障害者等が通常利用する経路には、原則として歩道（自転車歩行者道を含む）を設置し、自動車と分離した空間を確保。

<歩道の基本的構造>

(幅員)

- ・ 歩道の有効幅員（歩行者が実際に通行できる幅員）は、車いす使用者のすれ違いを可能とする幅員を確保するとともに、車両を乗り入れさせるために歩道を切り下げる場合であっても、原則として2メートル以上の平坦部を連続して確保（やむを得ない場合は1メートル以上の平坦部を確保）。

(高さ)

- ・ 歩道は、視覚障害者の安全な通行を確保するために、原則として縁石により区画。
- ・ 歩道面の高さは原則として5センチメートルを標準とし、歩行者の安全かつ円滑な通行を確保するために、必要に応じて植樹帯、並木又はさくを設置。

(路面)

- ・ 歩道には原則として透水性舗装を設置。

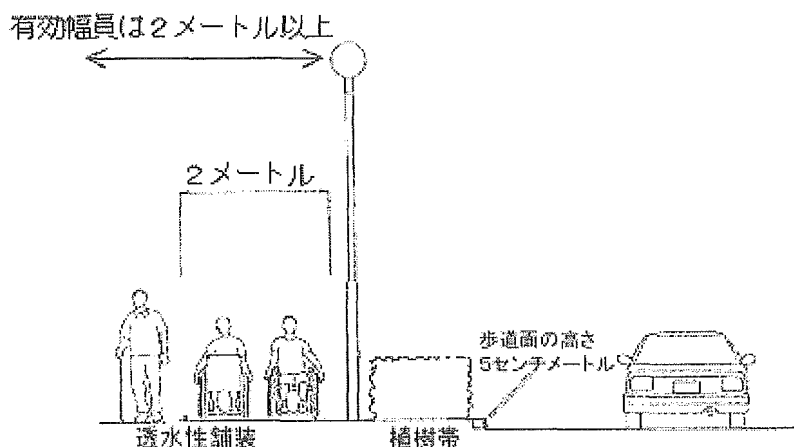


Fig. 2.4.1.1 歩道の標準横断面図

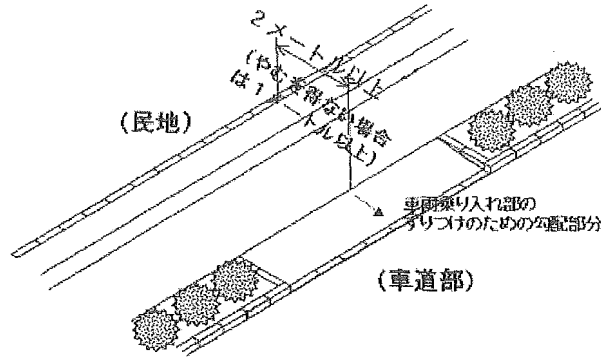


Fig. 2.4.1.2 車両乗り入れ部の構造

(勾配)

- 歩道の勾配（車両乗り入れ部のすりつけのための勾配部分を除く）は原則として以下の通り。
 縦断勾配：5パーセント以下
 横断勾配：1パーセント以下。ただし、沿道とのすりつけ等によりやむを得ない場合は2パーセント以下。

(段差)

- 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。

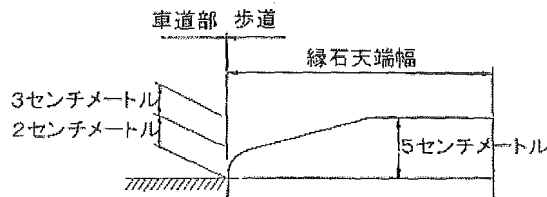


Fig. 2.4.1.3 横断歩道への接続部における歩車道境界縁石の例

<案内施設>

- 主要な交差点等においては、病院等の主要施設、エレベーター等の移動支援施設等を標識や視覚障害者誘導用ブロックで案内するとともに、これらには必要に応じて点字又は音声等により案内する施設を設置。

<立体横断施設>

- 垂直方向の移動等を少なくするよう、立体横断施設の設置に配慮するとともに、経路上の立体横断施設には原則としてエレベーターを設置。

<その他>

- バス停、路面電車停留所、自動車駐車場、休憩施設等についても、移動円滑化の観点から必要な構造を明記。

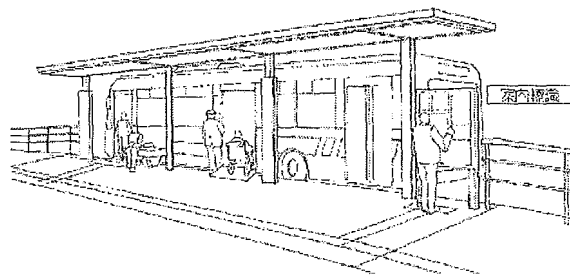


Fig. 2.4.1.4 バス停の構造

積雪時においても、迅速な除雪や凍雪害防止施設の設置により、冬期におけるバリアフリーを確保。

2.4.2 実際のガタ路及び段差における調査（段差高さの決定）

2.4.2.1. 目的

本研究を行っていく上で、「ガタ路走破」及び「段差乗り越え」は必須である。この両者の定義付けをするために、神奈川工科大学周辺の日常生活道路（一般道路）を、実際に歩行器（NW-1）を使用しながら歩行することで、どのような種類のガタ路やどの程度の段差高さ及び溝深さがあるかを調査・測定する。

また、開発する歩行支援機を決定するため、横断歩道の長さや信号が青でいる時間を計測することを目的とした。（※ 後に、歩行支援装置が必要とする速度を「横断歩道の長さ」と「信号が青でいる時間」から計算する。）

2.4.2.2. 実験実施日時

2004年7月14日 13:15～15:40（天気：晴天）

2.4.2.3. 実施場所

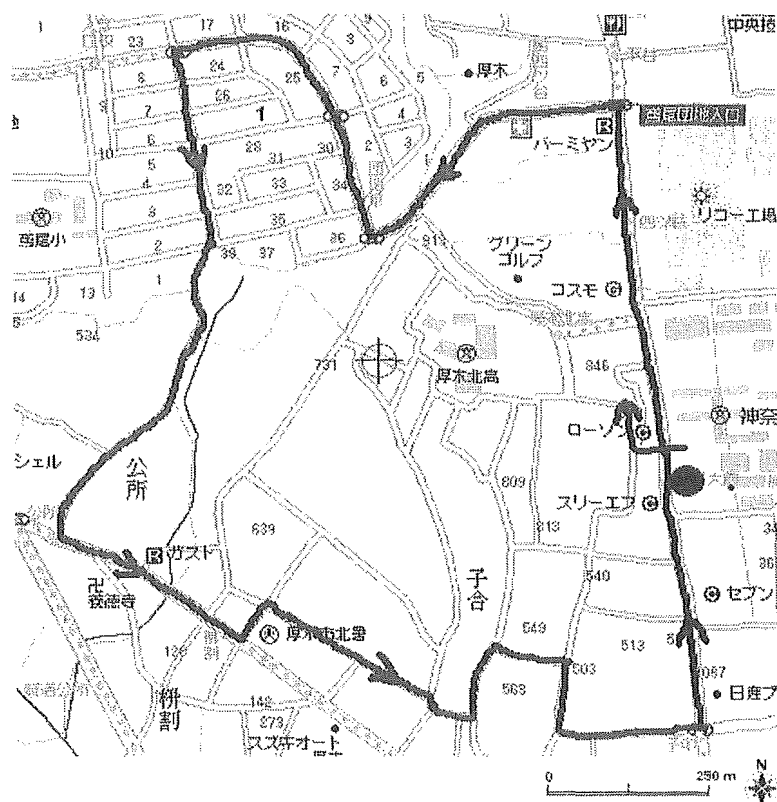


Fig.2.4.1 神奈川工科大学（厚木市）周辺の歩行ルート（約4.5km）

2.4.2.4. 実験機器及び道具

- ① 歩行器（NW-1：日進医療器株式会社製）
- ② ノギス（又は定規）
- ③ ストップウォッチ
- ④ デジタルカメラ
- ⑤ メモ用紙

2.4.2.5. 実験項目とその方法

① 段差個数

図 2.4.1 を実際に歩行し、段差高さや溝深さ、またその個数を測定していく。同時に、歩行器 (NW-1) を使用しながら歩くことで、歩行困難及び不能な箇所を発見し、随時写真に収める。

② 信号の長さ、その道路幅

図 2.4.1 の区間にある信号において、青信号になった瞬間から点滅するまで及び点滅してから赤信号になるまでを測定する。

信号がある場所の道路幅を測定する。(※ 危険が伴うため、必ず赤信号の際に行うこと。)

③ 走行時間

図 2.4.1 のルートを完走するまでの合計時間 (6-②の時間は除く。)

④ 「ガタ路」であると思うところ (写真及び路面状況を押さえる。)

歩行器 (NW-1) を使用しながら歩くことで、歩きにくいと感じるところや手腕に伝わる振動が不快であると思う場所について、写真及び路面状況を押さえる。

2.4.2.6. 実験結果

Tab.2.4.2.1 段差及び溝に関するデータ

	段差	溝	
		溝深さ	溝幅
データ数	86	43	43
平均値	13.7	33.7	97.5
最大値	45	50	250
最小値	3	5	12

単位: mm

Tab.2.4.2.2 信号の各色における時間測定表

(単位: s)

個数	信号名称	青	青点滅	黄色	青+青点滅	道路幅(m)	通過時に必要な速度(m/s)
1	リコー前(大学寄り)	37	5	2	42	6.9	0.2
2	リコー前(高校寄り)	13	5	1	18	6.8	0.4
3	鷺尾団地入口(大学寄り)	13	5	2	18	10	0.6
4	鷺尾団地入口(病院寄り)	45	5	1	50	8.1	0.2
5	鷺尾団地東	9	5	2	14	15	1.1
6	鷺尾団地1丁目(病院寄り)	45	5	2	50	10	0.2
7	鷺尾団地1丁目(団地寄り)	12	5	2	17	13	0.8
8	鷺尾団地8丁目(病院寄り)	50	5	1	55	13	0.2
9	鷺尾団地8丁目(ローソン寄り)	12	3	2	15	11	0.7

Tab.2.4.2.3 信号の各色における時間測定表の平均・最大・最小値

(単位: s)

	青	青点滅	黄色	青+青点滅	道路幅(m)	通過時に必要な速度(m/s)
平均値	26.2	4.8	1.7	31	10.4	0.5
最大値	50	5	2	55	15	1.1
最小値	9	3	1	14	5.4	0.2

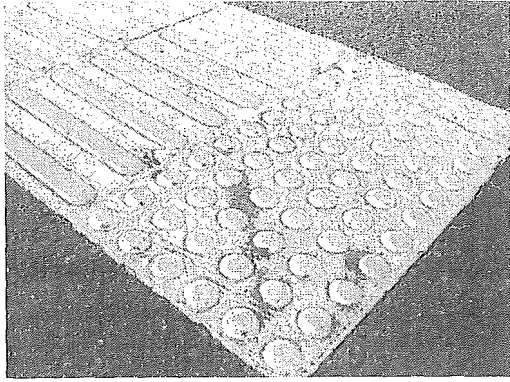


Fig.2.4.2.2 盲人用タイル



Fig.2.4.2.3 路肩の段差及び傾斜

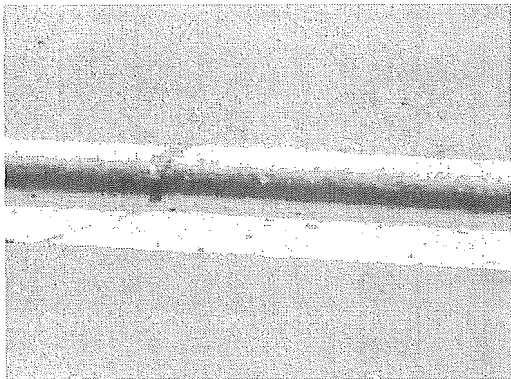


Fig2.4.2.4 路肩の段差における拡大図

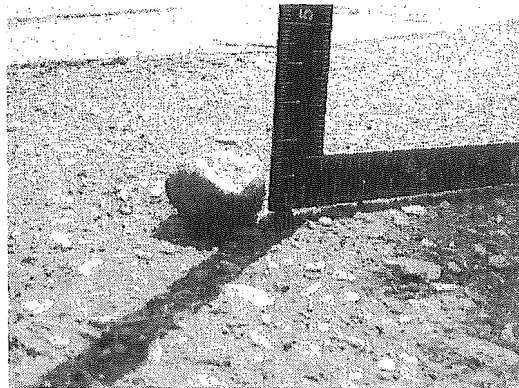


Fig.2.4.2.5 路上に落ちていた石

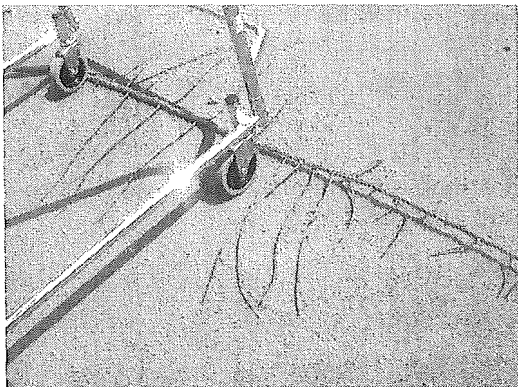


Fig.2.4.2.6 散乱していた枝

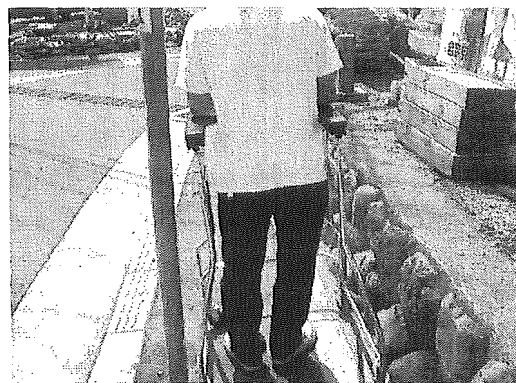


Fig2.4.2.7 道幅の狭い通路

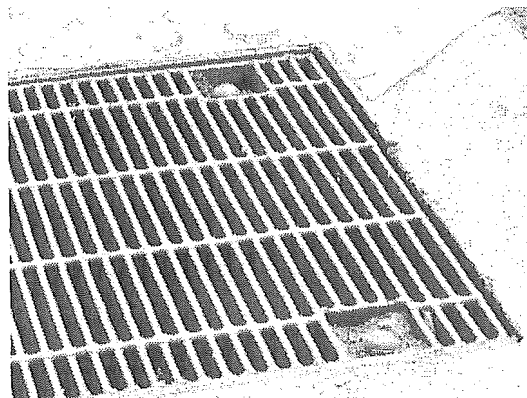


Fig.2.4.2.8 排水溝

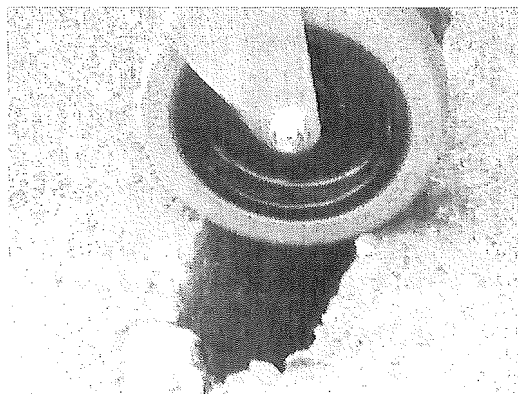


Fig.2.4.2.9 地下樋の蓋の間における溝

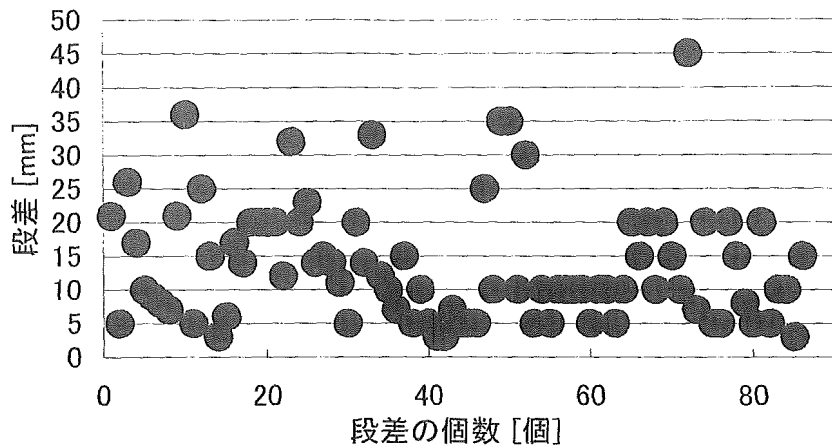


Fig.2.4.2.8 段差の高さに関する散布図

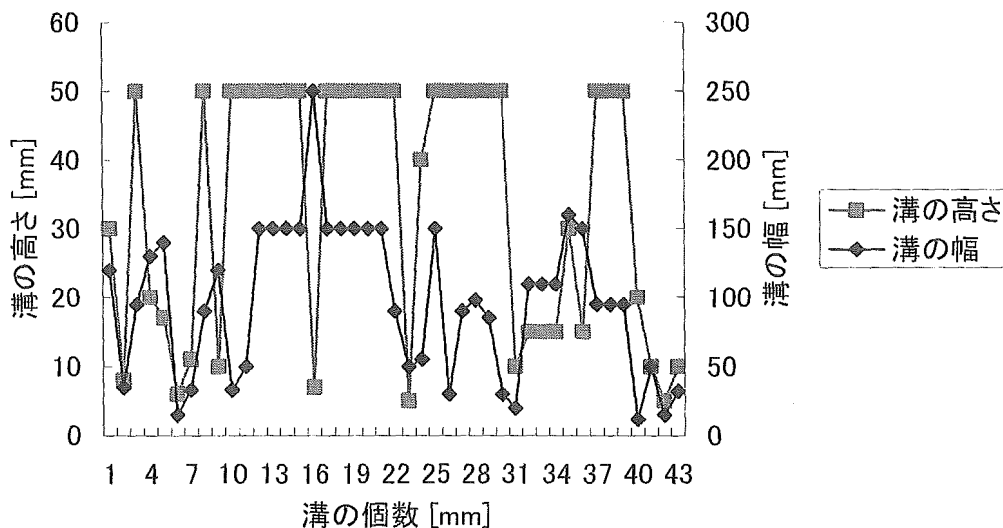


Fig.2.4.2.9 溝の高さ及び幅に関する図

段差に関しては、最小のもので 3mm、最大でも 45mm であった。具体的には、Fig.2.4.2.2 から Fig.2.4.2.7 のような段差が目立った。既存歩行器 (NW-1) では、10mm 前後で段差を乗り越える事が不可能となったため、持ち上げる事に対応した。また、Fig.2.4.2.5 や Fig.2.4.2.6 のような草木や石でもキャスターがつかずいてしまい、走行しづらかったところや走行できなかったところがあった。さらに、横断歩道を渡った先に Fig.3.4.2.4 のような段差があるが、これを走行することは不可能であり、非常に危険であることがわかった。

溝に関しては、Fig.2.4.2.8 や Fig.2.4.2.9 のようなものが目立った。特に、Fig.2.4.2.9 では前輪及び後輪キャスターが溝にはまってしまい、走行不能になった。

信号に関するデータは、Tab.2.4.2.3 に示した。信号が青でいる時間と横断歩道の距離から歩行に必要な速度を計算したが、その最大値でも高齢者の歩行速度で十分に渡りきれることがわかった。

平坦路においては、Fig.2.4.2.5 のような荒いアスファルト上を走行している際に、路面からの振動により気分を害したり、腕がしびれてしまった。また、Fig.2.4.2.3 のような傾斜では坂を下るように進んでいってしまった。

2.4.2.7. 考察

結果より、段差に関しては 50mm を走破することが可能であればおよそその屋外を走破できるのではないかと考えた。これを実現する際、確実に走破できるものであれば問題ないが、例えば溝にはまってしまうという事態に陥る可能性が少しでもあるのであれば、使用者が持ち上げられるような重量で開発することが必要であると考えた。

溝の幅が大小様々なので、タイヤがはまって歩行器が走行不能にならないような対策が必要であると考えた。例えば、大径タイヤ、キャタピラ、タイヤを各位置に 2 輪とし、計 8 輪とする方法などである。

平坦路走行で問題となった路面からの振動を解消する必要があると考えた。それには、サスペンションの導入や防振材のようなもの、またアクティブダンパやピエゾを用いた能動制御といった形でも検討する余地があると考えた。不快に感じる振幅（加速度）に関しては、実験によって求める事とした。荒れたアスファルトや盲人用タイル (Fig.3.4.2.2)、排水溝 (Fig.3.4.2.8) といったものは、歩行器使用時に感じる振動が不快であり、これはガタ路として定義するに値すると考えた。

2.4.2.8. 結論

「荒れたアスファルト」、「盲人用タイル」、「排水溝」では歩行器使用における走行は非常に困難であった。よって、これらをガタ路として定義し、また、実験を行う際には盲人用タイル（直線のもの何本か配置する）のようなものを製作してから行う事とした。実際の屋外では、路面のガタ路が一定ではないため、非正常になってしまう。従って、研究初期段階では線形のほうが評価しやすいため、線形状態を作り出すために上記のような定義とした。

段差の定義は、今実験結果より 50mm とした。

信号が青でいる時間と横断歩道の長さにより、歩行支援機の色度における理想値を最大で 1.1m/s、許容値としては 0.5~1.1m/s とした。

2.4.3 実際のガタ路調査 2

前項では、「荒れたアスファルト」、「盲人用タイル」、「排水溝」といったものをガタ路として定義することとした。しかし、これらの表現はあいまいであるため、調査をすることでより定量的にガタ路の定義をすることとした。以下に、一般道路に存在する路面（代表例）を示した。

Tab.2.4.3.1 一般道路に存在する路面状況

番号	路面名称		主な寸法	その他
1	レンガ床		レンガ間 5mm の隙間(深さ 4mm)	レンガ寸法 200mm×100mm
2	点字タイル		点部(φ22×5h) 点間幅(24mm)	300mm×300mm×15t
3	グレーチング		ピッチ 15~35mm メインバー厚 5t	長さ 180~500mm
4	マンホール		路面ーアスファルト高 4~6t	φ150~300
5	砂利		小φ6~φ15 大φ30~φ180	-
6	敷石		高さ ~20mm	-
7	芝生		-	-
8	土		-	-
9	アスファルトA	マクロ ミクロ(粗さ)	粗	粗
10	アスファルトB	マクロ ミクロ(粗さ)	粗	平・滑
11	アスファルトC	マクロ ミクロ(粗さ)	蜜	粗
12	アスファルトD	マクロ ミクロ(粗さ)	平・滑	平・滑

また、これらの写真を以下に示した。



Fig. 2.4.3.1 レンガ床

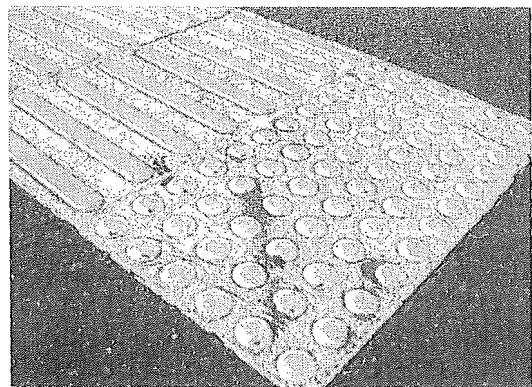


Fig. 2.4.3.2 点字タイル

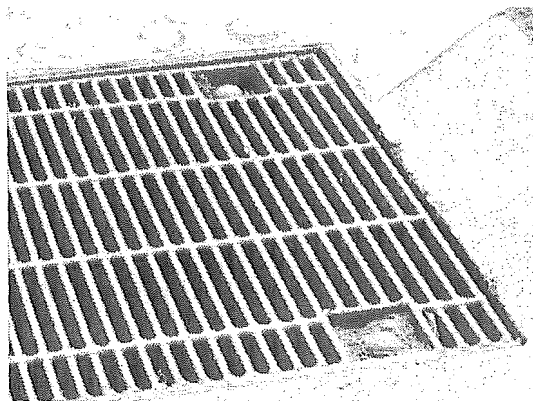


Fig.2.4.3.3 グレーチング



Fig. 2.4.3.4 マンホール

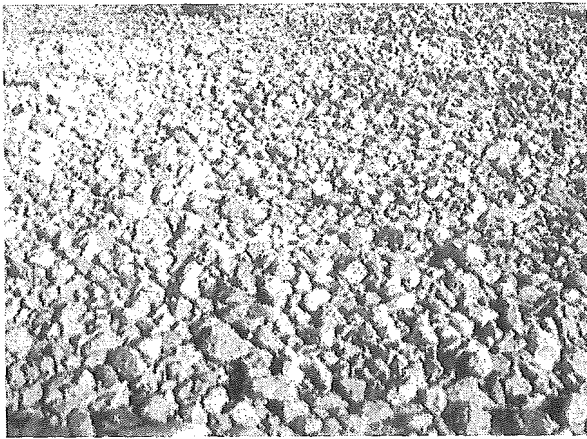


Fig. 2.4.3.5 砂利



Fig. 2.4.3.6 アスファルト B (Tab.1)

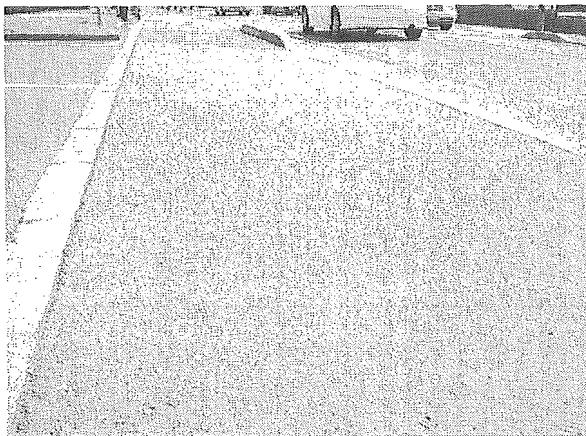


Fig. 2.4.3.7 アスファルト C (Tab.1)

表面波影	粗さの状態	
	マクロの粗さ 粗さ	ミクロの粗さ (肌理)
A	粗	粗
B	粗	平滑
C	密	粗
D	平滑	平滑

Fig. 2.4.3.8 アスファルトにおける粗さの状態

Fig.2.4.3.1～6 までが、歩行器を使用の走行で振動が不快に感じたり、走行する際に困難であったものである。また、アスファルトにおいては Fig.2.4.3.8 の A 及び B の走行において不快な振動を感じたり、時には前輪が路面に引っかかってしまった。これより、Tab.2.4.3.1 をガタ路と定義するが、砂利や芝生、土路面や敷石を走行する頻度が低いため、今研究のガタ路定義としては除き、砂利に関しては「悪路」として定義することとした。Tab.2.4.3.1 の路面では 95%以上がおおよそ 4～6mm の高さにあるので、これをガタ路として定義する事とした。

2.5 感性評価

2.5.1 振動の感じやすさ (体性感覚—平成 12 年度 NEDO20 人計測—)

2.5.1.1. 目的

前腕部の振動感知のしやすさを計測する。着衣のまま、前腕部内側から振動板を押し当てて、感知しやすい周波数を計測する。

2.5.1.2. 計測装置

スピーカーコーンから振動を取り出し、周波数と振幅を変えて提示できる装置を用いて、感知しやすい周波数を調べた。選択できる周波数は 8、16、32、63、125、250Hz であるが、計測時に音が発生するため 250Hz は用いていない。

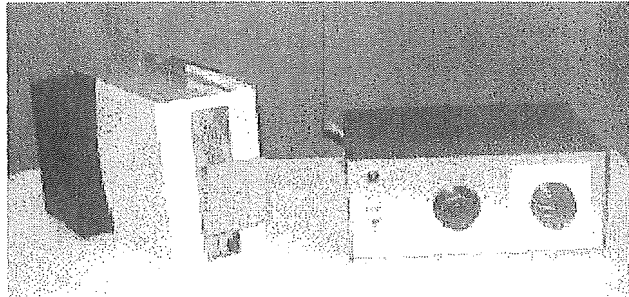


Fig. 2.3.7.1 スピーカーコーンとアンプ

2.5.1.3. 計測方法

- (1) 着衣のまま、振動板を前腕内側に当てる。
- (2) 振動板と腕との接触状態を変え、最も振動を感知しやすい位置で計測を行う。
- (3) 計測内容は、各周波数について「振動していることがわかる時の強さ」「ほかの仕事をしていてもお知らせであることに気づく強さ」および、「最も気づきやすい振動数」の3項目。

2.5.1.4. 被験者数

Tab. 2.5.1.1 被験者の年齢層とその人数

年代	合計	20～29	30～39	40～49	60～69	70～79	80～89
合計	20	4	3	1	3	5	4
男性	10	2	2	0	2	2	2
女性	10	2	1	1	1	3	2

2.5.1.5. 計測結果

図に「気がつく振動の強さ」「お知らせに使うとよい振動の強さ」の計測結果を示した。計測結果の概要を以下に示した。

- 1) スピーカーコーンから振動を取り出す形で作成した装置を計測に使用したため、振動板に加える力により、振動感覚が大きく変化する。また、周波数を高くしたり電圧を上昇させたりすると、スピーカからその周波数の音が出るため、計測に支障をきたす。そこで、振動板を自由振動させたときに近い条件での計測を行うこととし、着衣状態のまま、前腕内側で、もっとも振動を感じやすい状態の特性を計測することとした。
- 2) 計測の結果、振動に気付いたときの強さ、お知らせに使うとよいと思われる強さともに、高齢者の方が若干強めとなっている。

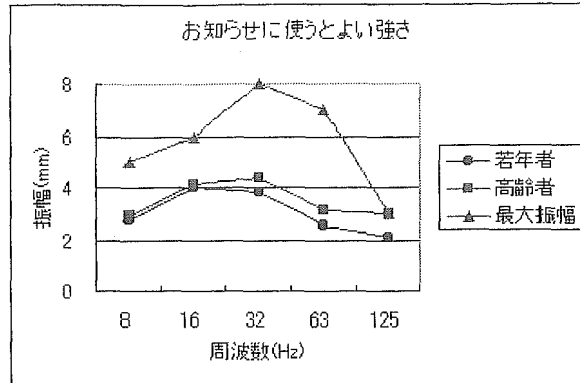
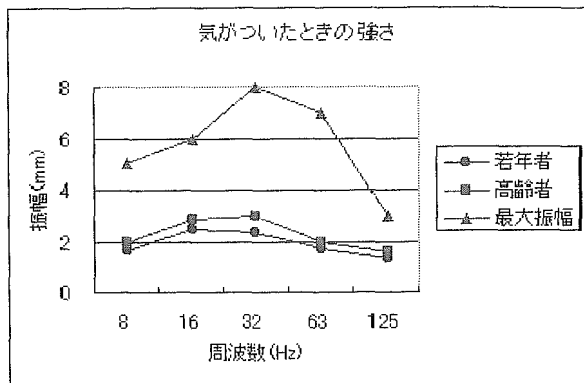


Fig. 2.5.1.1 振動に気が付いたときの強さ

Fig. 2.5.1.2 振動をお知らせに使用するとよい強さ

次の図にお知らせに使うとよいと思われる周波数についての結果を示した。

評価結果と従来からの知見との比較を以下に示した。

- 1) 計測の結果、お知らせに使うとよいと評価された周波数は、図に示すように、自由振動させたときの振幅の大きさと一致する結果となった。
- 2) 既往研究によると、皮膚は 200Hz 付近の振動刺激に敏感で、10~30Hz の低周波振動では、振動を与える部位の面積が広いほど感受性は低くなるといわれており、今回の計測結果はこれらの結果とは異なっている。
- 3) 計測条件や計測方法の違いによると思われるが、今回の計測でも、振動板の押さえ方等により感じ方が変わることが確認されており、今回の結果は自由振動端子の振動を直接評価した結果である点に留意されたい。

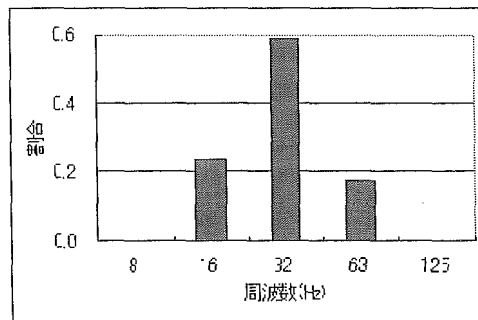


Fig. 2.5.1.3 自由振動させたときの振幅の大きさ

2.5.2 支援時の安心感・不安感の評価実験

2.5.2.1. 目的

簡易的な歩行器のハンドル部を想定したものを製作し、それに支援した際の安心感の限界を見極める。さらに、その値より歩行器の最大ロール量、ピッチ量（サスペンション剛性）を決定することを目的とした。

2.5.2.2. 実験及び評価方法

被験者が鉄棒に体重をかけたとき（歩行器への支援時を再現）、不安に感じる変位量がどの程度であるかを Fig.3.3.8.3 のように評価していただいた。また、実験概略図を Fig.3.3.8.1 及び Fig.3.3.8.2

に示した。これは、簡易ハンドルを製作して、そこに被験者が体重をかけた。机－ハンドル間距離 x を変化させていき、地面とハンドル底面の距離を測定した。これを歩行器の変位量と仮定して実験した。なお、ハンドル高さは被験者の身長からその位置を出したもので、被験者にとって評価しやすい高さとした。

2.5.2.3. 実験概略図

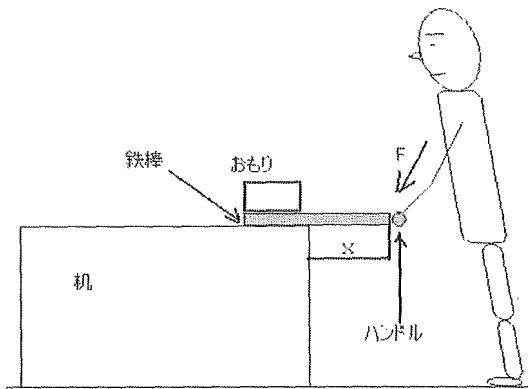


Fig.2.5.2.1 支援実験概略図

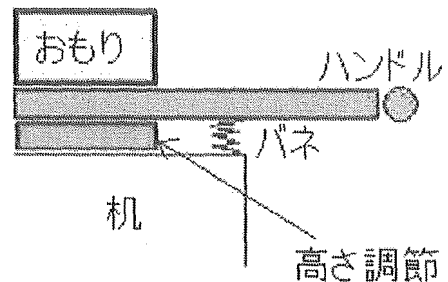


Fig.2.5.2.2 支援実験詳細図

2.5.2.4. 評価結果

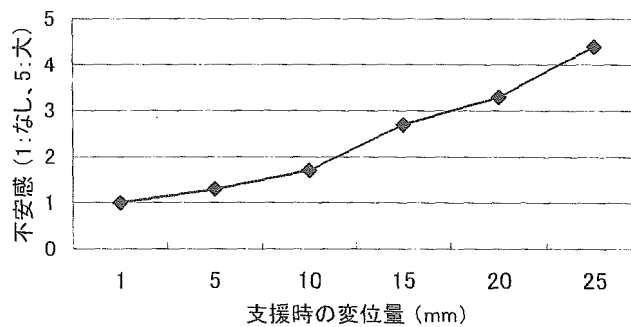


Fig.2.5.2.3 歩行器への支援時（仮想）に感じる不安感 (被験者：20代前半の男女10名)

2.5.2.5. 結論

簡易的ではあるが、変位量が増加するにつれて被験者にとっての不安感が増している事が図3より評価できた。これより、不安感のない変位量10mmまでとした。

3 概念設計

3.1 役割の明確化

歩行支援機の開発において、まずその位置づけ、付与しようとしている役割を明らかにしておく。

(1) 何の問題に関するものか？

運動機能が低下した高齢者、あるいは歩行機能に軽度の障害を持つ歩行障害者を対象とし、その移動を支援する機器の開発を目指した。さらに、生活行動範囲の拡大や着用症候群を回避し、歩行機能の維持向上を図るために、移動支援として被支援者の歩行異動を支援する歩行支援機の研究と確立を目指すことを目的とした。

(2) 明示されていない要望や期待はあるのか？

- ・ 歩行時の疲労を軽減する。
- ・ 坂道や段差、多少の悪路などの屋外での広域を問題なく使用できる。
- ・ 使用することで使用者の歩行機能が現状よりも回復になる。(リハビリテーション効果がある。)

(3) 設定されている制約条件が実際に存在するのか？

- ・ 機器の車体の大きさ（形状面で道路交通法に違反しない。）
全長：1200mm 全幅：700mm 全高：1090mm
上記以内で設計すること。
- ・ 機器が転倒して被支援者に危害を与えないように転倒防止対策を採る。
- ・ 今の状態以上に使用者の歩行機能が低下しない。

(4) 開発にはどのような方途があるのか？

- ・ 非支援者のニーズをデータベース化していく（満足させるために被支援者のニーズ調査をする）。
- ・ 機能・構造設計を行い、数種類の積層モデルを作成し、被支援者にモデルの評価を依頼する。
- ・ 評価していただいたモデルを試作し、被支援者に使用していただき評価を行う。

(5) どのような目標を達成することが期待できるか？

運動機能が低下した高齢者、あるいは歩行機能に軽度の障害を持つ歩行障害者に対し、使用者に残っている機能を利用して積極的に歩行（外出）できるようにする（社会参加）と共に、失われた歩行機能の回復をも図る。

(6) どのような特性を持たなければならないか？

- ・ 道路環境（狭い歩道、傾斜路、混雑している場所）に適応できる。
- ・ 走行時、停止時共に安定している。（安全な機器であること）
- ・ ある程度の段差は乗越えられる。
- ・ 小回りが効く。
- ・ 機器の取り扱いが簡単かつ明瞭（表示させる）である。
- ・ 歩行全てをサポートするのではなく、自立を促す事を考える。
- ・ 原稿の歩行器の実用的な部分は損なわないよう考えたもの
- ・ 高齢者の障害を考慮に入れた上で、高齢者に残されている残存機能をうまく活かすこと。

(7) どのような特性を持つてはならないか？

- ・ 他の通行者の迷惑になってはならない。
- ・ 誤作動によって、使用者又は他の歩行
- ・ 必要以上に複雑な操作があってはならない。
- ・ 装置が重すぎてはならない。
- ・ 使用する上で抵抗（外見が恥ずかしいなど）があってはならない。

(8) 新しく開発する理由は何か？

従来型の歩行支援機は、段差や障害物、坂道など屋外での使用者に対するサポートが十分ではなく、些細な要因で転倒し、寝たきりの生活を送る事を余儀なくされることも多い。寝たきりの原因となる大腿骨頸部骨折のほとんどが転倒や転落事故によって生じている事からも、歩行機能の低下した使用者が転倒してしまうことを防ぎ、その結果として使用者が自信を持って歩行することができる装置を開発する必要がある。

(9) 他社の競合製品と比べて特徴はあるか、競争力はあるのか？

- ・ 段差や坂道、砂利道などの悪路走行をサポートし、スムーズに移動可能にする。
- ・ 使用者の歩行の仕方に合わせた動作方法を用意する。