

5.3	前輪開発案の性能評価	258
5.4	不整路を想定した走行実験	261
5.5	前輪開発案における段差乗越え実験	269
5.6	前輪開発案の問題点	276
6.	2号機での検討	
6.1	第二次案決定のための草案比較	278
6.2	前輪リンク方式のモーメント計算	279
6.3	ねじりコイルばねの計算	281
6.4	ベアリングの必要性検討	283
6.5	前輪リンク方式の仕様決定	283
6.6	前輪リンク方式の性能評価	285
6.7	前輪リンク方式における問題点	286
6.8	タイヤの違いによる段差乗越え実験	287
7.	3号機での検討	
7.1	前輪リンク方式改良型の設計	289
7.2	前輪リンク方式改良型のシミュレーション	290
7.3	前輪リンク方式改良型の性能評価	293
7.4	前輪リンク方式改良型の段差乗越え実験	295
7.5	前輪リンク方式改良型の許容段差高さ測定実験	299
8.	前輪リンク方式改良型の第3者評価	
8.1	目的	302
8.2	被験者の特徴・歩行器の仕様	302
8.3	歩行器及び被験者の条件	303
8.4	歩行場所	303
8.5	評価手順	305
8.6	評価指標	305
8.7	評価結果	305
8.8	考察	307

1. 序論

1.1 緒言

現在の日本は、急速な少子高齢化が進んでいる。また、65歳以上の高齢者が総人口に占める割合は、1994年以後に14%以上となり高齢社会に突入した。さらに、2005年には21%に達し、超高齢社会を迎えると予測されている。このような状況下では、介護が必要な高齢者にとって若者の人数が少なくなる。加齢や病気、怪我などで歩行機能が低下した高齢者の機能回復訓練には長期間を要するため、被訓練者と指導者の両者にとっての負担が大きいものとなる。これに対応するためには、高齢者の自立した生活を支援する必要がある。すなわち、高齢者を含めた全ての人が共生できる安全で快適な生活空間・交通システムなどの環境整備が急務であると言える。

また、高齢化の進展に伴い、要介護者が増加する一方で少子化が進み介護力が減少していることから、高齢者・障害者等の自立に寄与すると共に、医師・療法士等の負担を軽減し、結果的に医療費の低減にも貢献する福祉機器の開発実用化が期待されている。特に、身体機能の低下を速やかに検知し維持・回復に努めることは、寝たきりや要介護高齢者を減らすのはもちろんのこと、高齢者の社会参加促進に重要である。さらに、高齢や疾患により筋力等が低下すると、運動機会が減少すると共に体力と脳機能にも影響を受け悪循環に陥りやすい。これを解決するには、適切な運動刺激を与えることで自立した生活に近づくことを可能とする歩行をはじめとする適切な上下肢の訓練が重要で、回復に役立つ研究開発、実用化が課題となっている。

歩行のためのリハビリテーション現場では、両側から人が支えたり平衡棒を往復したりローラー上の訓練がある。歩行器での訓練も存在するが、ちょっとした段差でも移動することが困難となるのが現状である。高額なものであれば、多少の段差なら乗り越えることが可能であるが、高齢者への普及は困難である。また今後は、歩行訓練時に室内を自由に歩きたいという要望や、特別な練習をする事がなくすぐに使用でき、ひいては段差や不整路を含む屋外を自由に移動できるものといった高齢者の期待に応える福祉機器が求められ、ユーザーのモチベーションを維持・向上できることが重要となる。

今ある歩行補助車の路線を安易に進めばいかに性能が優れ、種類が豊富でもこれからの利用者にとっては魅力のない商品となり、需要も伸び悩むと思われる。そして、歩行補助車への新しい考え方を具体的に示した者が、新しい時代の歩行補助車づくりのイニシャチブをとることになると考える。

1.2 新しい時代のモノづくり

(1) 循環型社会

「大量生産・大量消費・大量廃棄」型の経済社会から脱却し、生産から流通、消費、廃棄に至るまで物質の効率的な利用やリサイクルを進めることにより、資源の消費が抑制され、環境への負荷が少ない「循環型社会」を形成することが可能となる。

環境省ホームページより

(2) 安全性

予防安全という見地から快適性の向上、操作性の向上、情報量の向上などがあげられる。

次に、操作性の向上は、レバーなどの機器の配置・形状・操作方法が扱いやすく、誤操作の危険が少なく、識別しやすいこと、視認性がよく必要な情報を提供してくれる。

そして、最も基本的なことであるが、歩行補助車自体が扱いやすいこと、すなわち操縦性・安定性・走行性能・運動性能に優れていること。

(3) 社会傾向

(a) 高齢化社会

現在、65歳以上の高齢者人口は2,431万人であり、総人口に占める割合（高齢化率）は19%となっている。今後の高齢化率は平成18（2006）年にピークを迎えた後、減少に転ずると予想されている（Fig.1.1⁽¹⁾）。このような高齢化の一方で少子化も進んでおり、現在65歳以上の人口は0歳から14歳までの年少人口を上回る状況にある。

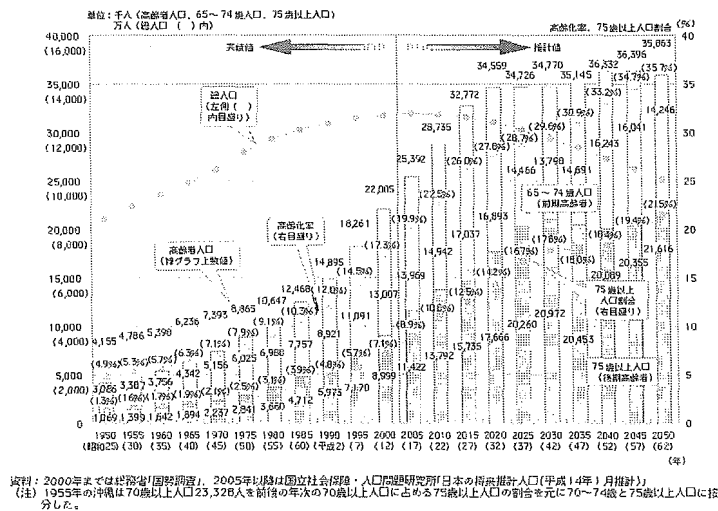


Fig.1.1 高齢者人口の推移⁽¹⁾

高齢者のいる世帯についてみると、平成14(2002)年の時点では、1,685万世帯であり、全世帯(4,601万世帯)の36.6%を占めている。内訳は、「単独世帯」が341万世帯(20.2%)、「夫婦のみの世帯」が482万世帯(28.6%)などとなっており、高齢者のみの世帯数の割合は半数近くを占め、漸増傾向にある（Fig.1.2）。

65歳以上の高齢者人口に占める一人暮らし高齢者の割合は、昭和55（1980）年には男性4.3%、女性11.2%であったが、平成12（2000）年には男性8.0%、女性17.9%と顕著に増加している。今後も一人暮らし高齢者は増加を続け、特に男性の一人暮らし高齢者の割合が大きく伸びることが見込まれ

ている (Fig.1.3) 高齢者の自立と自活がますます重要になってきており、そのための支援のニーズは今後高まっていくものと予想される。

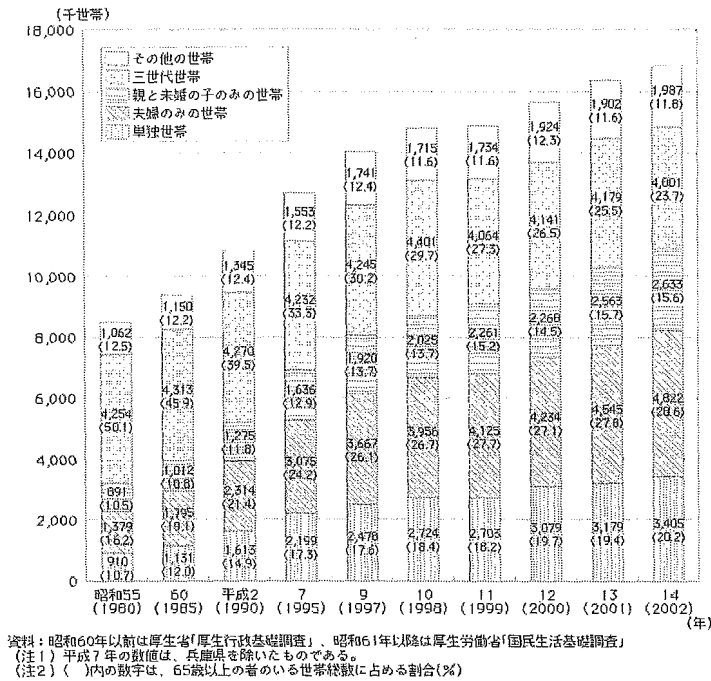


Fig.1.2 世帯構造別にみた65歳以上の者のいる世帯数及び構成割合の推移 (1)

また、少子化と高齢化が進んでいる現状を考えると、医療・介護における人手不足はさらに深刻なものとなり、高齢者に対する工学的支援の必要性は今後一層高まっていくと予想される。

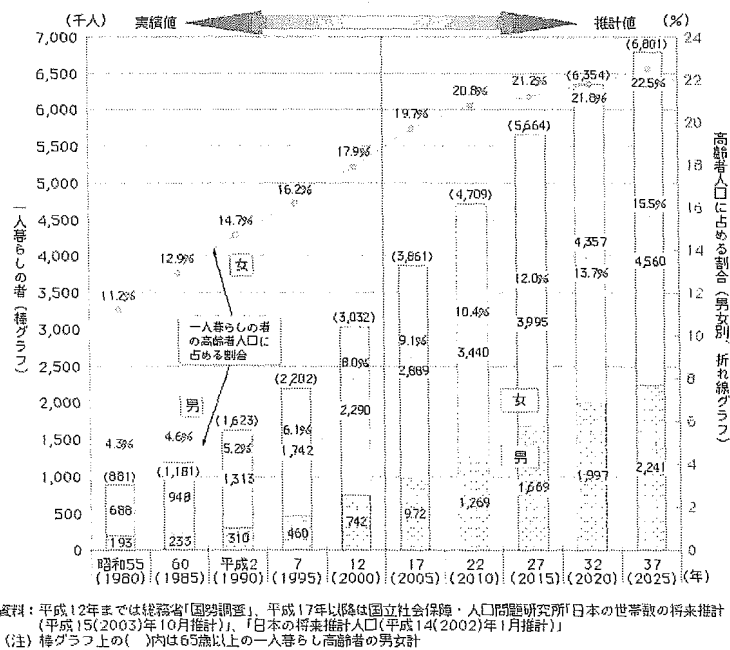


Fig.1.3 一人暮らし高齢者の動向 (1)

(b)利用者の意識革命

男性・女性を比較すると、体格の面でも体力でも、運動神経の面でも差がある。現在ある歩行補助車の多くが女性の体格を基準に平均された設計であり、男性には扱いにくいものとなっている。こうした面を解決するために、人間中心設計（ユニバーサルデザイン）の観点から誰もが使いやすい車体形状を提案する必要がある。

(c)新しい価値観による生活意識革命

それぞれの価値観に基づくライフスタイルに合わせて歩行補助車が選択されるので、今までのように機器を大量販売することがなりたたなくなり、利用者のニーズに合わせたカスタマイズの方角に向かわざるをえない。そこで、多様化と共通化を同時に推進することになる。

1.3 研究開発の目的

移動用福祉機器は、従来立脚時の（松葉）杖からいきなり車椅子への適用が多かった。しかし、歩行機能低下防止及び回復にはできる限り立脚での歩行支援が有効である。そのため、4車輪型歩行器が普及し始め、現在では屋内の廊下など水平面を想定した歩行器の動きを安全に制御する装置が研究されるようになった。これらの研究では、様々な高齢者や障害者向けの生活支援機器を開発することにより、高齢者や障害者の自立した生活の実現やQOL（Quality Of Life）の向上を目指している。

リハビリテーション現場で使用されている従来型の歩行器では、機動性が決して良いものではない。また、屋外用の歩行補助車も存在するが、ちょっとした段差や不整路での走行が困難であるのが現状である。

本研究では、特に「段差乗越え性能」について追求すると共に、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廃用症候群を回避し、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移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。

1.4 歩行支援機の研究

(1) 歩行支援機概念

歩行補助車は杖、松葉杖とともに、歩行機能の低下している人が使用する歩行補助具の一つである、その歩行補助機能は杖、松葉杖よりも安定している、しかし従来の歩行補助車は一部のものを除いて機動性に乏しく、段差や障害物などを乗り越えるには不便であり、また床面の影響も受けやすく、使用範囲も病院や施設、あるいはごく一部の家庭内外で、高齢者などの歩行補助に供するにとどまっていた。そこで、本研究では機能面の改善により、単に屋内の使用にとどまらず、屋外での歩行支援機として使用できることを目的とする。

(2) 歩行支援機の研究

本研究で扱う歩行支援機は Fig.1.4 に示したような形状をしており、シルバーカー・歩行器のような使用形態をとるデバイスである。また、使用する被支援者の進行力を補助するための原動機をもち、また減速のための制動装置をもつ。開発のコンセプトについては 2 章で述べる。

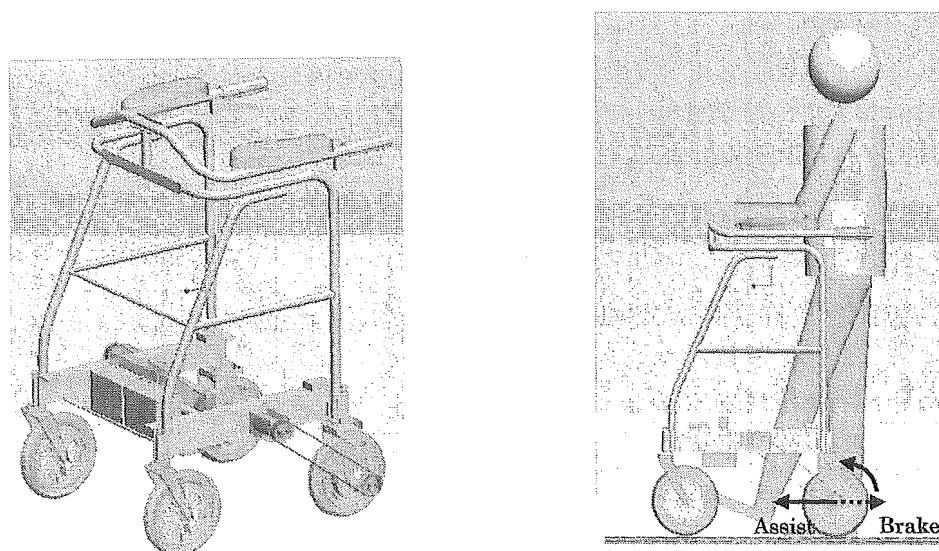


Fig.1.4 Walk-Support Device

本研究と類似した動力つき歩行支援機として、被支援者との距離を保持する距離制御、力を入力値とする力制御、それらを組み合わせたもの、速度を維持する速度制御などが研究されている。いずれも高齢者を対象とした歩行補助による移動支援を行う機器であるが、屋内あるいは舗装路での使用を前提としており、屋外での使用に言及してはいない。

バリアフリーの流れの中で、平坦路+ α の走破性能で十分という考え方もできるが、現実には整備されていない部分も多いのが現状である。また、整備されていても案内が無い、違法駐車や駐輪により塞がれる、事前に頼っておかねば使えないなど自立への環境整備にはまだ時間がかかる状況である。

本研究で扱う歩行支援機はガタ路、段差などの悪路の走破性を考慮した点で他と異なる。悪い路面状態であっても被支援者とともに走行し、移動を可能にする機器を開発することが本研究で扱う歩行支援機の目標である。

2. 従来型歩行器・人体・行動 パターンにおける調査

2.1 種々の問題点

2.1.1 寝たきりについて

高齢化社会を迎えて、寝たきりの予防は緊急の課題である。また、寝たきりになる原因の約 1 割が骨折であり、最も問題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。ここで、以下に寝たきり原因及び骨折の原因となる代表例を示した。

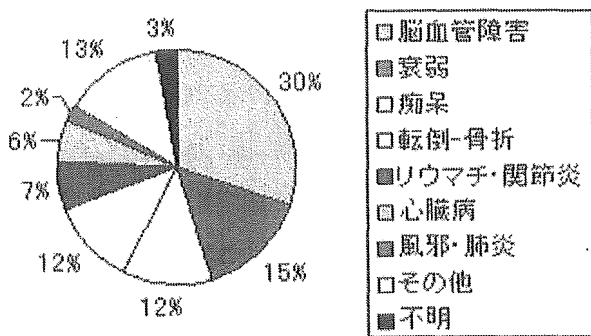


Fig.2.1.1.1 寝たきりの原因例

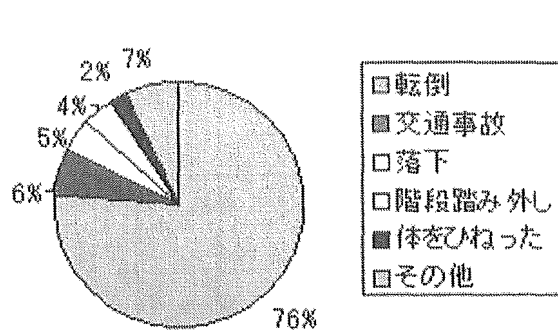


Fig.2.1.1.2 骨折の原因

骨折の原因のほとんどが転倒によるものであることがわかる。骨粗鬆症の予防だけに目を奪われる事なく、転倒防止にこそ真剣に取り組む必要があると言える。また、転倒事故の原因は単純ではなく、加齢に伴う多種多様なリスク要因が関連しており、内的要因（各種疾患や機能障害、薬剤など）と外的要因（住環境や衣服など）に大別される。

内的要因

加齢に伴って、平衡感覚や筋力の低下、姿勢の異常や歩行障害、視聴覚障害などの頻度が高まり、脳神経疾患や心血管疾患、神経疾患などの有病率が高まる。これらが高齢者の転倒の内的要因となる。これには適切な治療や機能訓練、補助具の使用などが必要となる。高齢者のつま先がどの程度上がっているのかを観察した研究によると、平均で 1.5cm 程度であるという報告もある。この数値からも、わずかな段差でも引っかかり、つまづく可能性があることがわかる。

外的要因

健常者の利便や効率が優先され、高齢者や障害者への配慮が失われつつある。不法な駐車やゴミや長い横断歩道、工事で掘り返された道路、歩道橋や地下鉄の階段、思いがけない段差など環境整備の遅れが目立つ。

2.1.2 老人の心理的・精神的変化

高齢になると、孤独に対する不安、将来の生活に対する危惧、現状に対する不満、家族や周囲の人との対人関係、疾病、庫に対する恐怖など、各種のストレスから心理的重圧をもたらし、種々の心理的・精神的変化を来す事がある。

このように、心理的・精神的障害→身体的障害→心理的・精神的障害の悪循環を形成し、老人の寝たきり状態に追いやる事につながる。これを、下図に示した。

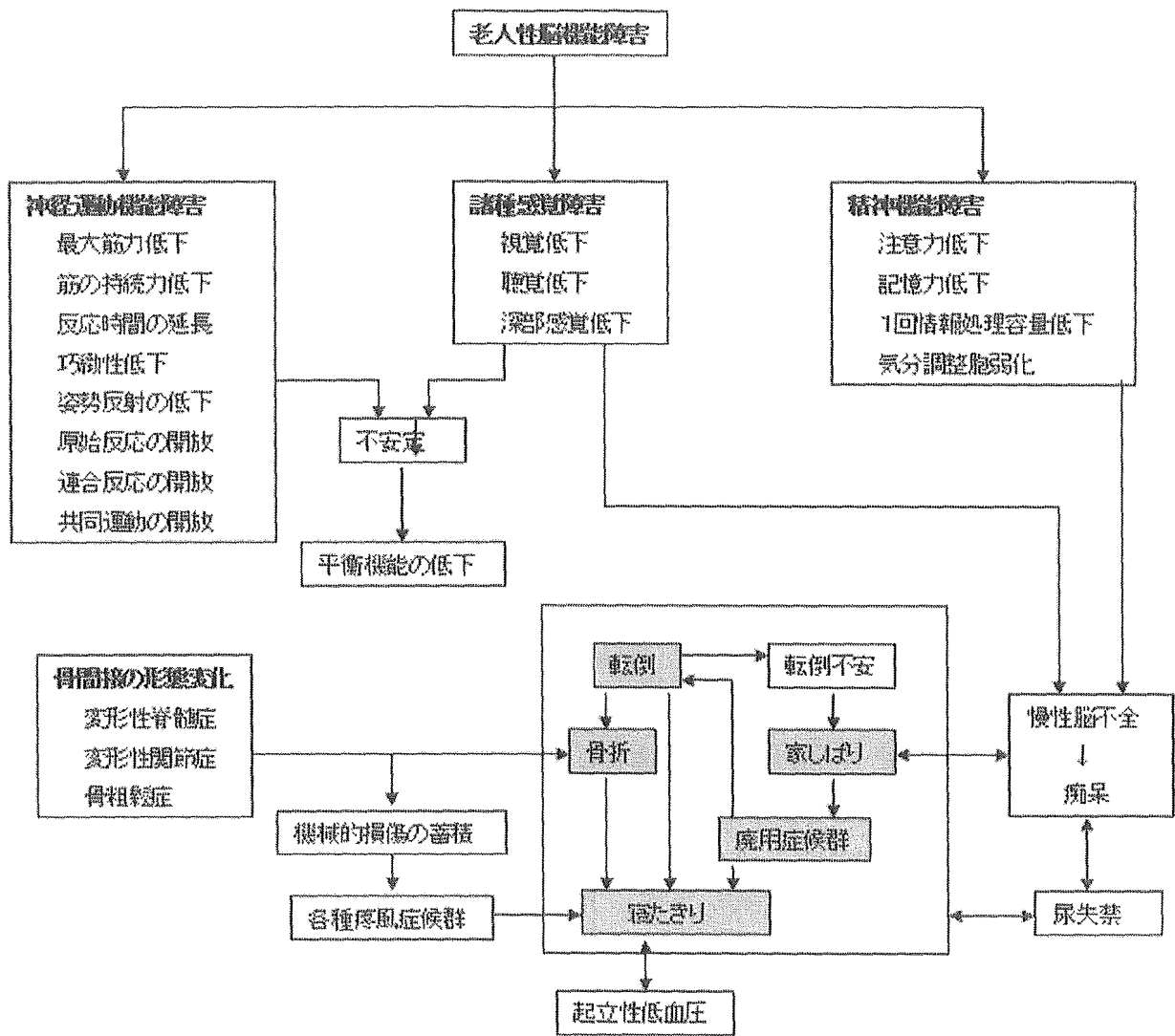


Fig.2.1.2.1 老人症候群での悪循環

2.1.3_外出時の高齢者の行動パターン

従来型歩行器を使用している高齢者の外出時の一般的な行動を以下に示した。

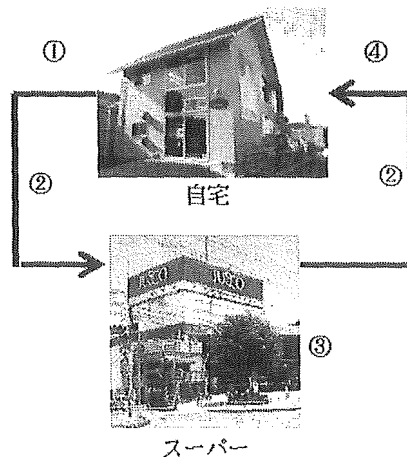


Fig.2.1.3.1 歩行器使用の高齢者の一般的な外出経路

Tab.2.1.3.1 歩行器使用の外出時の行動パターンとその問題点

番号	場面	単位動作(行動内容)	問題点	歩行器に必要な機能
1	玄関内	外出準備をする	靴を履くときに立ち座りが大変	歩行器にブレーキをかける
			立ち座りの時歩行器につかまると歩行器が動く	
2	屋外	外に出る	ハンドルが高いと立ち上がる時が大変	丁度よい高さのハンドルにする
			ドアを開ける時、うまくドアを押すことができるか	
			玄関の段差(下り)が危ない	安全に段差を越えることができる
		スーパーに向かう	玄関の段差がスロープ・雨天時は滑りやすい	滑りにくいタイヤ スロープに対応できるブレーキが必要
3	スーパー	スーパーに向かう	道路の段差や溝、ガタ路などが危ない	段差や溝、ガタ路など安全に走行できる
		入店する	入り口が狭いと入りにくい	できるだけ歩行器の寸法を小さくしたい
		売場を移動し商品を選ぶ	商品の陳列棚どうしの間が狭いと移動しにくい	できるだけ歩行器の寸法を小さくしたい
			他のショッピングカートとすれ違うときに気をつかう	できるだけ歩行器の寸法を小さくしたい
		商品をカゴに入れる	歩行器から手を離すので転倒の可能性がある	バランスを崩しても転倒しない構造 買い物カゴが使用しやすい場所にある
		レジで商品を台に移す	重い物は持ち上げられない	
		代金を支払う	歩行器から手を離すので転倒の可能性がある	バランスを崩しても転倒しない構造
		台上で商品を袋につめる	歩行器から手を離すので転倒の可能性がある	バランスを崩しても転倒しない構造
他の売り場にて買い物	混雑してたり通路が混んでると通りにくい	できるだけ歩行器の寸法を小さくしたい		
4	玄関外	スーパーを出て帰宅	荷物が重いとバランスを崩して転倒の可能性がある	バランスを崩しても転倒しない構造
		荷物を持って家に入る	玄関の段差(上り)が危ない	安全に段差を越えることができる
			玄関のタイヤがスロープ雨の日は滑りやすい	安全に段差を越えることができる
			ドアを開ける時、うまくドアを引くことができるか	バランスを崩しても転倒しない構造
		荷物を降ろす時に苦勞する		

2.1.4 歩行補助車が向かない人

歩行補助車は万能ではないので、歩行の障害となることを全て解決することはできない。特に次のような人は、注意して機種を選択すること。

(1) 片手しか使えない人

歩行補助車は両手操作が基本である。そのため片麻痺の人などで片手しか使えない人にでも使用可能な歩行補助車は限定される。また、使用できたとしても不便な点がある。シルバーカーは押し手が体の前にあるので、その中央をつかむ。歩行車は押し手が左右に分かれているので片手操作は困難である。もちろん麻痺の程度が軽いとか、自由になる手の力が強く、両手操作で行う方向変換、あるいは悪路での進行方向の維持、段差の乗り越えなどに不自由がなければ使用が可能である。シルバーカーの中には片手操作を想定して、通常は両手で行うブレーキ操作を、片手で行えるようにした機種もある。

(2) 後傾する人

歩行時に後傾する人は、一般的な歩行補助車の適用外となっている。このような人向けに開発された特殊な機種もある。

(3) 手指に不自由がある人

押し手をつかめるかどうか、ブレーキ操作ができるかどうかがまず問題となる。押し手がかめられない場合、肘を載せる機種を選択する方法がある。肘で歩行補助車の動きをコントロールする場合、リウマチなどがあり、肘で支えると関節が痛む場合には歩行補助車の適用は困難である。また、ブレーキの操作ができないときは下り坂が難しい。下りでは、歩行補助車が先に進もうとするが、これを肘で押さえながら歩く。これは、ブレーキを押さえきれないと危険で使えない。

(4) 座面に静かに座れない人（着座機能がない場合は、考慮されない）

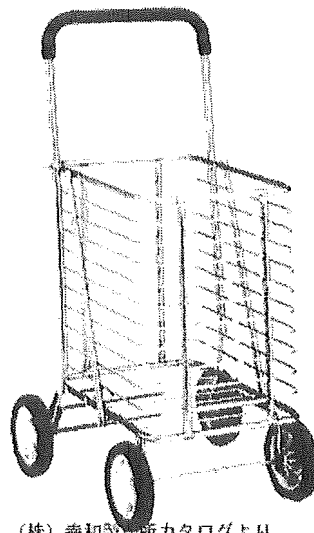
座るときには徐々に腰を下ろしていくが、この動作を行えない人は途中から体が落下する。落下する距離が大きくなるとそれだけ勢いがつくので、歩行補助車の強度と、駐車ブレーキの確実性が問題となる。標準型のシルバーカーは座面が低いことや車体の強度の面から選択しない方が無難である。歩行車は比較的座面が高いことや高い強度で作られているので、使える可能性は高くなっているが、無条件ではない。また、駐車ブレーキが確実でも路面とのスリップが発生するので、着座の際に加速してしまう人には歩行補助車は使用困難である。

2.2 近年の福祉機器について

2.2.1 従来型福祉機器について

2.2.1.1 四輪型ショッピングカー

2種類の四輪型ショッピングカーを右図に示した。収納部がフレーム構造のものと、バッグ状のものがある。2輪のショッピングカーを片手で引いて歩くのがつらくなったら、このタイプを選ぶとよい。右図の2機種は車輪が比較的大きいものを採用しているが、小車輪の機種もある。四輪型のショッピングカーは、荷物を持って移動することを補助する機器である。ブレーキのない機種や、取手にもたれかかると転倒に結びつきやすい機種もあるので、選定には注意が必要である。



(株) 幸和製作所カタログより



(株) 幸和製作所カタログより

Fig. 2.2.1.1 4輪型ショッピングカー

2.2.1.2 シルバーカー

左図は、標準的なシルバーカーである。椅子を後ろから押していく形状をしている。座面の下が収納部になっており、途中で休みながら買い物に行くという使い方を想定している。外で使用することを想定しているが、屋内で使用して悪いことはなく、実際に使用している人もいる。体の正面で押し手をつかむので、前後方向の安定性は向上するが、左右方向の安定性はあまり向上しない。歩行能力が低下した場合、左右方向の安定性を確保するとより効果的がある。左の形を標準として、小型の機種、肘掛けのない機種、肘を寄せ寄りかかりながら歩く機種など、バリエーションが多くある。



Fig. 2.2.1.2 シルバーカー

2.2.1.3 小型の歩行補助車

寸法が小さいと安定性が低下し、補助機能も低下するが、小型の歩行補助車のニーズには高いものがある。小型の歩行補助車は、小型・軽量である性質を生かして、電車やバスで移動することも想定している。

(注意)

この機種は走行ブレーキが前輪に作用する。前輪にブレーキを掛ける機種は恐らくこれだけである。前輪にブレーキがかかると、障害物に衝突したことと同じ現象が起きやすくなっているため、注意が必要である。

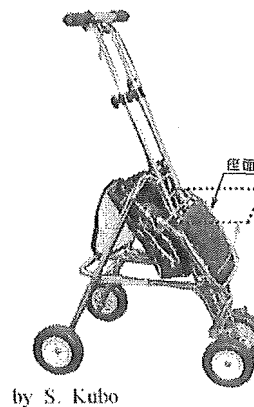


Fig. 2.2.1.3 小型歩行補助車

2.2.1.4 歩行車の定義

JIS規格などでは、歩行器に車輪を付けた形式の歩行補助機器を歩行車と呼んでいる。ここでは、日常生活で屋外使用を主な目的としている上の形式の歩行補助機器を歩行車と呼び、主に歩行訓練を目的とした歩行器に車輪を付けた形式のものは、車輪が付いていても歩行器の一形式としている。

2.2.1.5 歩行車

歩行車はいすを向かい合った位置で押していく形状をしている。立ち止まった位置で後ろを向き、座面に座る。シルバーカーのように、前に回り込んで座ることをしない。押し手を体の左右前方でつかむので、左右方向の安定性も高くなっている。座面の高さが高いため、立ち上がりが楽である。左右方向の安定性をあげるために、多くの機種では幅が広く作られている。また、比較的太いスチールパイプで作られており、より大きい体重を受けることができる。



Fig. 2.2.1.4 歩行車

一般的な歩行車は握りを手でつかむ形状をしているが、左に示す製品は肘受けが付いている。肘受けの先の丸棒は握りである。握りの先には走行ブレーキのレバーが付いている。写真には写っていないが、この機種も座面を有している。しかし、座れないとの注意書きを書いたシールが貼られている。肘受けのために体を入れる隙間がなくなっている。そのため、途中で休むという使い方はできない。

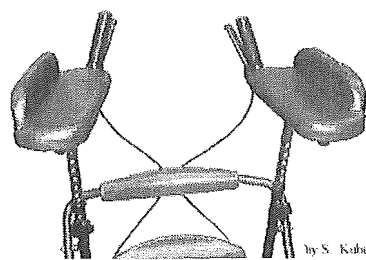


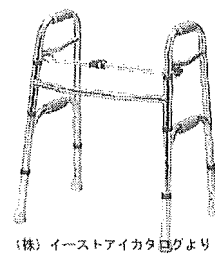
Fig. 2. 2. 1. 5 歩行車のハンドル部

2. 2. 1. 6 歩行器

歩行器には体を支える方式により 2 種類がある。一つはフレームを手でつかみ安定性を保つ形式のもの、もう一つは肘で体を支え、車輪で移動する形式のものである。いずれも歩行訓練、あるいは屋内の平坦路の移動に使用する。

2. 2. 1. 7 固定型歩行器

上から見たときコの字形をしており、その手前に立つ。両手でフレームをつかみ、体を支える。脚の先端には車輪が付いていないので、自分で持ち上げて前方に置き、安定させた後、左右 1 歩ずつ前へ進む。脚 4 本が安定しないと使用できないので、屋内の使用に限られている。フレームはアルミ合金で軽量であるが、これを持ち上げられないと使用できない。

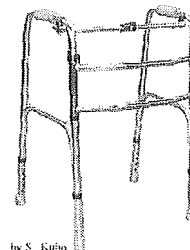


(株) イーストアイカタログより

Fig. 2. 2. 1. 6 固定型歩行器

2. 2. 1. 8 交互式歩行器

見た目は標準型の歩行器と同じであるが、コの字形の角が固定ではなく、回転できる構造になっている。そのため、4脚同時に持ち上げる必要がないので、腕力が低下していても使用できる。右図は、右側の脚を持ち上げ前方へ移動し、足を進めた後、左側の 2 脚を持ち上げ前へ進めることを示している。



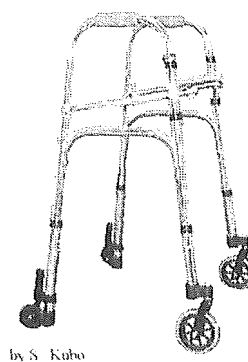
by S. Kubo

Fig. 2. 2. 1. 7 交互式歩行器

2. 2. 1. 9 車輪付き歩行器

固定型の歩行器の脚にオプションの車輪を付けたものである。左図は右側が前方である。メーカーは屋内外兼用とカタログで述べているが、車輪径はそう大きくないので基本は屋内使用である。なお、この歩行器は車輪を転がしながら歩くものではない。歩行器を持ち上げる代わりに車輪で転がす。腕力が低下し、交互式が使用できない場合に使用する。

JIS 規格では、車輪の付いている歩行補助機器を歩行車と分類しており、左の機種も歩行車としている。ここでは歩行器に車輪を追加したものという意味で、車輪付き歩行器と呼び、歩行器に分類している。歩行車は屋外使用を目的とした歩行補助機器を呼ぶ。



by S. Kubo

Fig. 2. 2. 1. 8 車輪付き歩行器

2.2.1.10 肘掛け式歩行器

上から見たとき馬蹄形をしている。体を完全に歩行器の中に入れ、肘で体重を支える。歩行器を持ち上げることはできないので、移動は車輪になっている。車輪は直径が小さいため、屋外での使用には不向きである。左の機種は折りたたみができる。そのために複雑なフレーム構造となっているが、肘の高さのフレームと、足元のフレームを支柱で接続しただけの簡単な構造の機種もある。また、基本型の他に、サドルを吊って体重の一部をサドルで受け、足の負担を軽減して歩く機種や、車輪を大きくして屋外での使用ができるようにした機種もある。JIS は歩行車、製品安全協会（SGマークを発行している協会）では、歩行車B型と分類している。

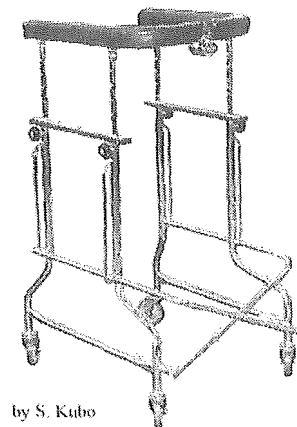


Fig. 2.2.1.9 肘掛け式歩行器

2.2.1.11 パーキンソン病者用歩行器

前輪は付いているが、後ろは楕円で囲った部分で床をこすっている。この部分にはフェルト様の厚手の布が付いており、ブレーキの作用をしている。

接地点で作る面積が広く、高い安定性を確保しているため、歩行バランスの低下している人に向いている。

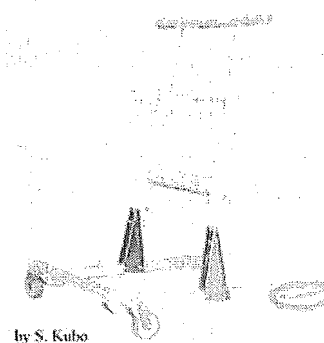


Fig. 2.2.1.10 パーキンソン病者用

2.2.2 多種の福祉機器による調査

従来型の福祉機器は、価格のわりにはその性能が伴っていない、または使いにくいといった問題が多々ある。特に、屋外ではちょっとした段差（小石、点字路面、排水溝など）が弊害となっているのが現状である。積極的に屋外に出て活動して頂くには、これらの問題を解決していくことが急務であることは言うまでもない。ここでは、現在市販されている福祉機器についてその価格と許容する段差の高さについて調査した。

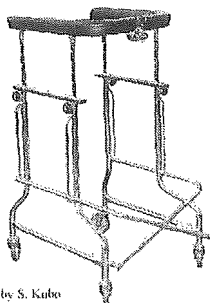
まず、福祉用具への期待（新しい福祉用具が開発されて、さらに活動範囲が広がるとしたら、やってみたいこと）について以下に述べた。

- ・ 自由に外出したい。
- ・ 何かを勉強したり、学びたい。
- ・ 趣味や娯楽を追及したい。
- ・ いろいろな人と会ったり、話をしたい。

次に、現状の福祉機器についてその価格帯及び許容する段差高さについて下表に示した。

Tab.2.2.2.1 現状の福祉機器における価格帯及び許容段差高さ

種類	値段	タイヤ径 [mm]	乗越え可能な段差高さ [mm]
歩行器	¥21,000～52,200	76.2～101.6	7.62～10.16
歩行車	¥26,040～68,000	145～200	14.5～20
車椅子	¥63,000～238,000	101.6～177.8	10.2～17.8
シルバーカー	¥17,640～41,790	115～175	11.5～17.5
電動類	¥288,000～498,000	152.4～558.8	50～120



by S. Kubo

Fig.2.2.2.1 歩行器



by S. Kubo

Fig.2.2.2.2 歩行車



by S. Kubo

Fig.2.2.2.3 シルバーカー

ここで、Tab.2.2.2.1にある福祉機器についての購入希望金額（全額自己負担で購入する場合の購入可能な金額）は、歩行器は¥10,000～¥50,000未満、歩行車では¥50,000前後であった。

また、許容する段差高さにおいては屋外用として使用される歩行車でも20mmを越える段差は走行できないのが現状であることがわかった。しかし、屋外では50mm程度の段差を乗越える事が出来ないと歩行車を持ち上げての乗越え若しくは非力な人の単独での外出は困難である。また、電動カートは50mm～120mmまでの段差であれば許容するが、これは自立型ではないため本研究分野からは外す事とした。よって、現状では、許容する段差高さが20mmであり、本研究ではこの高さを50mmまで許容することに意義を見出す事が出来た

2.2.3 歩行状況に対する福祉機器の使用

人は誰しも年をとり、足腰も弱ってくる。それに伴い、物を持って歩くこともつらくなっている。だからといって物を持たなかったり、歩かなかったりすると生活が成り立たなくなっていく。

歩くときに、

- ・ 買い物の荷物が重くなった
- ・ 片手で引くショッピングカーが使いにくくなった
- ・ 少し歩くと足がしびれたり、息が上がるようになり途中で座って休みたくなった
- ・ 歩くときにバランスを崩しやすくなった
- ・ 杖では不安になった

などを感じるようになったら、無理をしないで体を支えたり、荷物の負担を軽減するための機器の使用を考える。転倒を避けることが何よりも大切である。転倒は骨折に繋がり、骨折は大幅な歩行能力

の低下に繋がる。下に代表的な形状のシルバーカーと歩行車を示すが、これらはまさに、このような人のニーズに応える機器として開発されたものである。使う人の目的や状況に合わせて様々な機種が工夫されている。歩行に何らかの不安があるため、歩行補助車の使用を検討されるわけであるが、歩行能力を検査して、「あなたの場合、これが適当」であると決める方法はまだない。そのため、以下では歩行補助車を選ぶときのおおよその目安を述べる。

Tab.ふ.2.3.1 歩行補助機器の使用目安

歩行の状況	対応機器	仕様用途
<ul style="list-style-type: none"> ・歩くことに何らかの不安を感じるようになった ・身体の支持やバランスを補助するようになった 	<ul style="list-style-type: none"> ・ T字杖 ・ ロフトランドクラッチ ・ 多点杖 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 屋内・外 ・ 屋内・外 ・ 屋内
<ul style="list-style-type: none"> ・ 買い物の荷物が重くなった ・ 片手で引くショッピングカーが使いにくくなった ・ 少し歩くと足がしびれたり、息が上がるようになり途中で座って休みたくなった ・ 歩くときにバランスを崩しやすくなった ・ 杖では不安になった 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 四輪型のショッピングカー ・ シルバーカー ・ 小型の歩行補助車 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 屋外 ・ 屋内・外 ・ 屋外
<ul style="list-style-type: none"> ・ 路面の凹凸により油断していると体のバランスを崩すようになった ・ 手で体重の一部を支えたり、バランスの維持を行うために何かにつかまる必要になった 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 歩行車 ・ 固定型歩行器 ・ 交互式歩行器 ・ 車輪付き歩行器 ・ 肘掛け式歩行器 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 屋内・外 ・ 屋内 ・ 屋内 ・ 屋内 ・ 屋内・外

2.2.4 ハンドルの高さについて

ハンドルの高さが合わないと、前屈みになり姿勢が悪くなったり体を支える力が出しにくくなったりする。特に背が高い人の場合、押し手の高さが不足する場合がある。また、歩行補助車は押し手の高さを調節できるのが普通であるが、背の高い人には対応できない機種もある。シルバーカーでは、押し手を高くすると斜め後方に伸びる機種が多くある。この方向に伸びると、押し手の位置が後輪に近くなり、後転する危険性が高くなっている。そのため、斜め後方に高くなる機種では、高さ調節の範囲に限界がある。小型の歩行補助車の場合は、小さく作られている関係から高さが不足する人の割合が増える。歩行車では体を支える割合が高くなる関係から、肘が伸びたり、逆に大きく曲げた高さは好ましくない。従って、押し手の適切な高さは比較的狭い範囲に限定される。

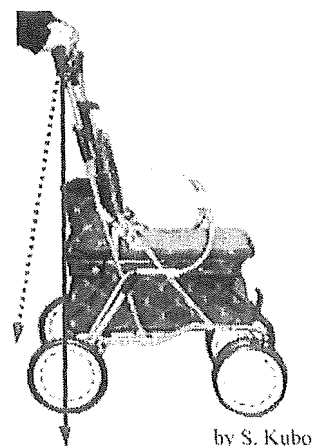


Fig.2.2.4.1 ハンドル位置及び支援力の方向

腰が曲がった人が標準型シルバーカー、あるいは4輪型ショッピングカーを押し場合、押し手の高さは単純には決まらない。極端な場合、押し手の高さは肩の高さとなる。このような姿勢で使用すると、

押し手に作用する下向きの力が大きくなっている。押し手の位置により後転の危険性が増すので注意が必要である。右上図は押し手の位置と車輪の位置の関係を示した。シルバーカーでは後輪の真上あたりに押し手の位置がある。後輪の位置と押し手の位置が安定性に影響するので、押し手にどの程度依存して歩行するかで選ぶ機種が決まる。また、以下に最適なハンドル高さの導出式を示した。

Tab.3.2.4.1 上半身の寸法データ

部位	項目	データ数	Average	Max	Min	5%tile	95%tile	SD
	前腕長	996	22.53	28.50	17.70	19.80	25.40	1.74
	上腕長	997	29.14	35.00	23.80	26.00	32.40	1.87
	肩峰高	856	128.17	149.80	104.80	115.50	141.20	7.93

単位：cm

$$\text{最適なハンドルの高さ} = \text{肩峰高} - \{ (\text{上腕長}) \sin(65^\circ) + (\text{前腕長}) \sin(23^\circ) \} \quad \dots (2.2.4.1)$$

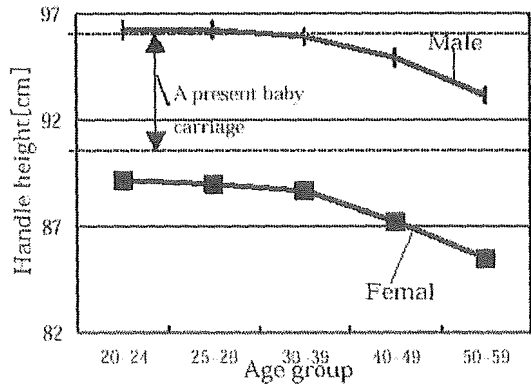


Fig. 2. 2. 4. 2 各年齢層におけるハンドル高さ

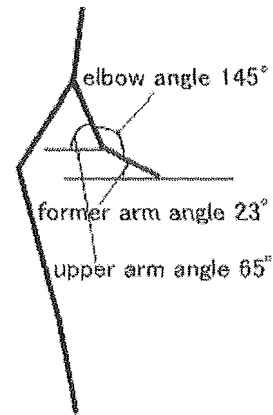


Fig. 2. 2. 4. 3 人体における支援時の最適角度 (50%tile)

20～24歳では身長が平均で男性170cm、女性が158cmあることから、170cm以上身長があると、現状のハンドル高さでは低すぎて歩きづらい。また、高齢女性には高すぎるということが言える。

2.3 人体データ

2.3.1 人体データ

2.3.1.1 座位臀膝距離

定義：膝蓋骨最前端から臀部最後端までの距離。

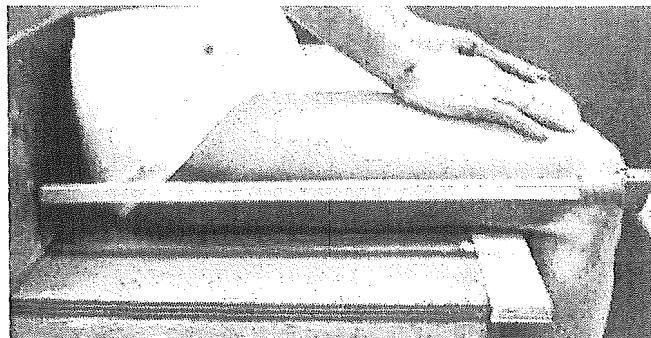
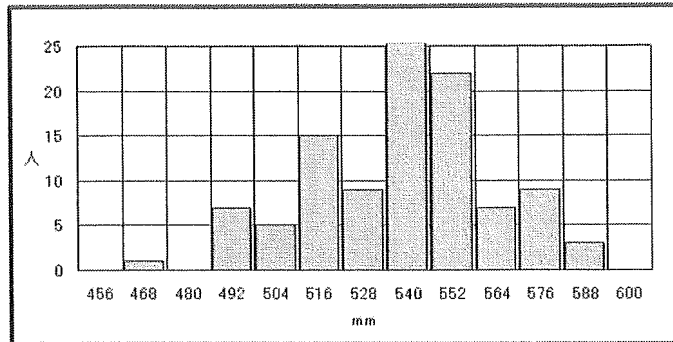


Fig. 2. 3. 1. 1 座位臀膝距離

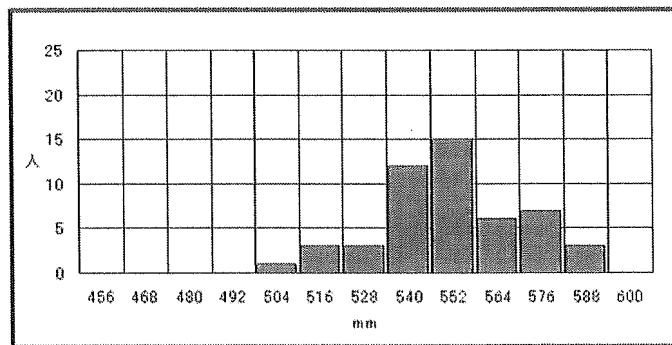
(mm)

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	533	25	463	587	*	491	514	535	549	574
男性	50	546	20	502	587	ns	512	534	545	556	579
女性	55	522	23	463	571	ns	489	508	523	539	554

(mm)	男女
456	0
468	1
480	0
492	7
504	5
516	15
528	9
540	27
552	22
564	7
576	9
588	3
600	0



(mm)	男性
456	0
468	0
480	0
492	0
504	1
516	3
528	3
540	12
552	15
564	6
576	7
588	3
600	0



(mm)	女性
456	0
468	1
480	0
492	7
504	4
516	12
528	6
540	15
552	7
564	1
576	2
588	0
600	0

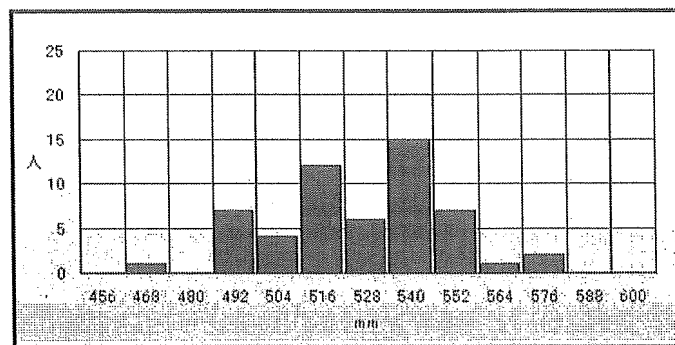


Fig. 2. 3. 1. 2 座位臀膝距離に関するデータ

2.3.1.2 肩峰高

立位での床面から橈骨点までの鉛直高さを計測する。

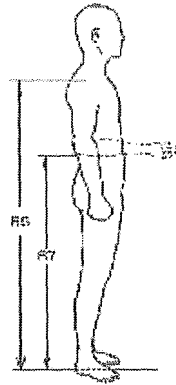
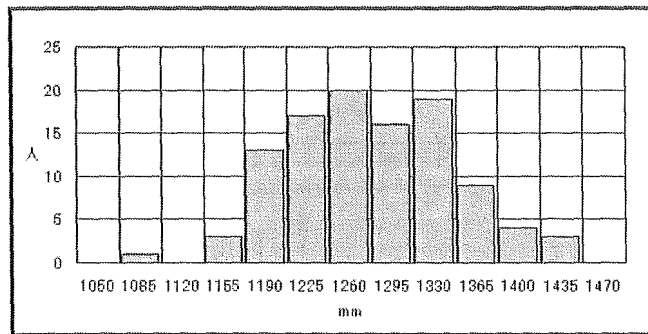


Fig. 2.3.1.3 肩峰高

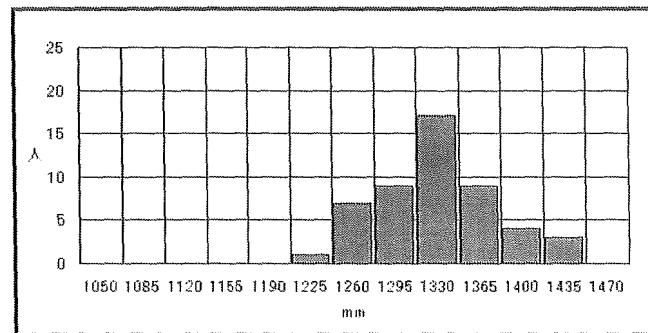
分類	人数	基本統計値					パーセンタイル値				
		平均値	標準偏差	最小値	最大値	正規性検定	5%	25%	50%	75%	95%
男女	105	1261	69	1076	1427	ns	1162	1204	1257	1314	1378
男性	50	1313	48	1225	1427	ns	1240	1288	1315	1339	1398
女性	55	1214	46	1076	1330	ns	1151	1183	1204	1242	1292

(mm)

(mm)	男女
1050	0
1085	1
1120	0
1155	3
1190	13
1225	17
1260	20
1295	16
1330	19
1365	9
1400	4
1435	3
1470	0



(mm)	男性
1050	0
1085	0
1120	0
1155	0
1190	0
1225	1
1260	7
1295	9
1330	17
1365	9
1400	4
1435	3
1470	0



(mm)	女性
1050	0
1085	1
1120	0
1155	3
1190	13
1225	16
1260	13
1295	7
1330	2
1365	0
1400	0
1435	0
1470	0

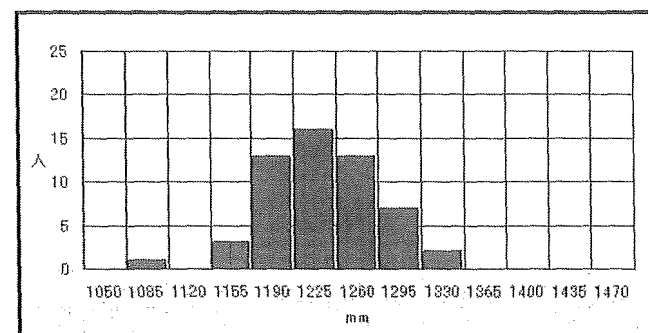


Fig. 2.3.1.4 肩峰高に関するデータ

2.3.1.3 上腕長

肩峰点から橈骨点までの直線距離を計測する。

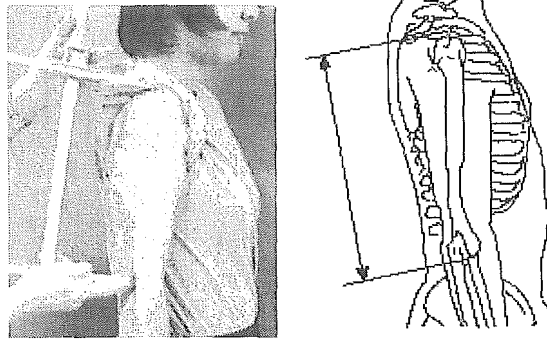
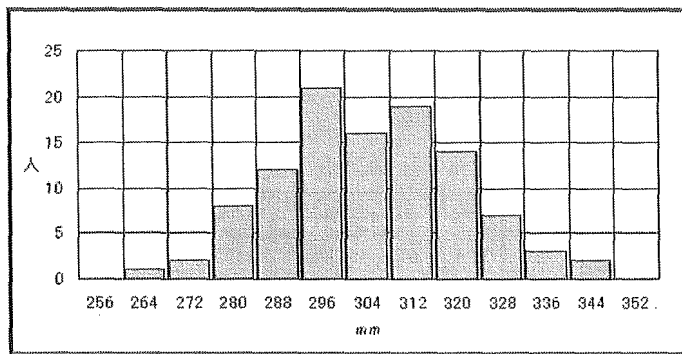


Fig. 2.3.1.5 上腕長

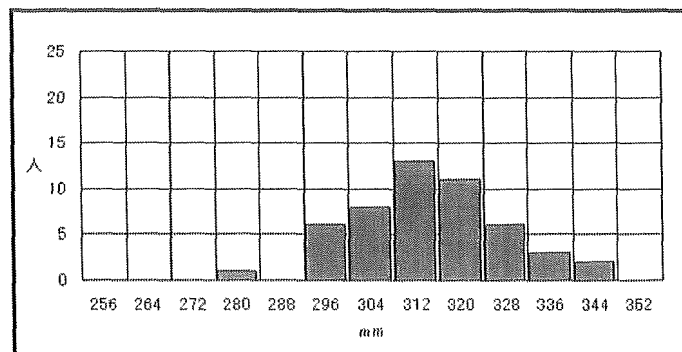
(mm)

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	301	16	257	341	ns	277	291	300	312	328
男性	50	311	13	280	341	ns	290	301	311	318	331
女性	55	292	13	257	326	ns	272	282	292	300	314

(mm)	男女
256	0
264	1
272	2
280	8
288	12
296	21
304	16
312	19
320	14
328	7
336	3
344	2
352	0



(mm)	男性
256	0
264	0
272	0
280	1
288	0
296	6
304	8
312	13
320	11
328	6
336	3
344	2
352	0



(mm)	女性
256	0
264	1
272	2
280	7
288	12
296	15
304	8
312	6
320	3
328	1
336	0
344	0
352	0

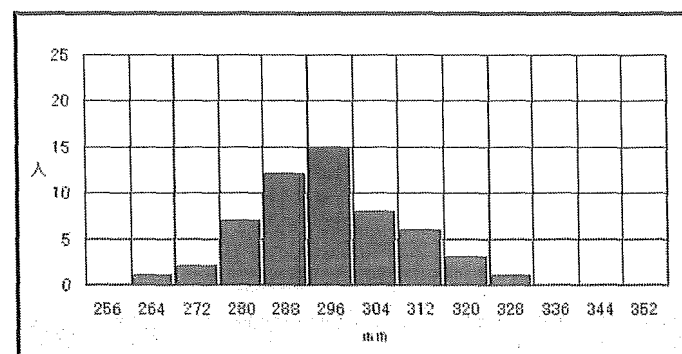


Fig. 2.3.1.6 上腕長に関するデータ

2.3.1.4 前腕長

橈骨点から橈骨茎突点までの直線距離を計測する。

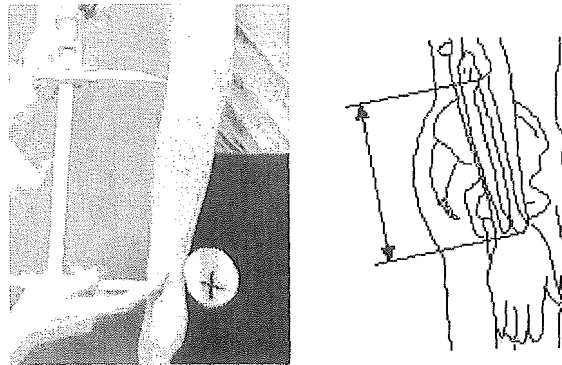
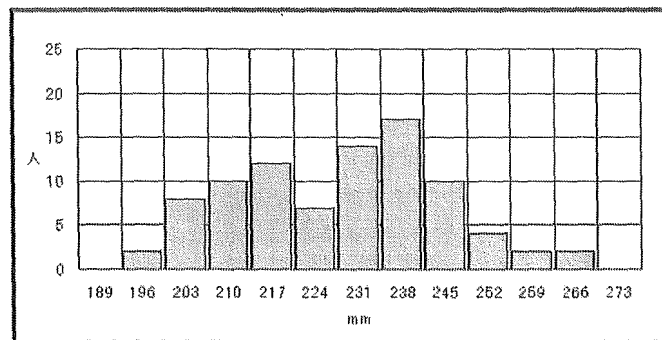


Fig. 2.3.1.7 前腕長

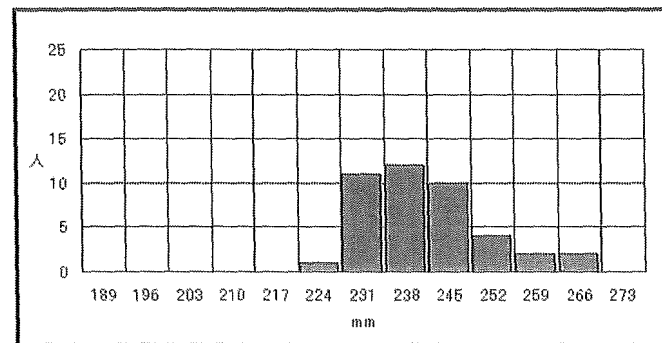
(mm)

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	88	225	16	190	260	*	200	212	226	237	250
男性	42	238	10	220	260	ns	225	230	237	243	257
女性	46	213	12	190	237	*	199	204	212	222	234

(mm)	男女
189	0
196	2
203	8
210	10
217	12
224	7
231	14
238	17
245	10
252	4
259	2
266	2
273	0



(mm)	男性
189	0
196	0
203	0
210	0
217	0
224	1
231	11
238	12
245	10
252	4
259	2
266	2
273	0



(mm)	女性
189	0
196	2
203	8
210	10
217	12
224	6
231	3
238	5
245	0
252	0
259	0
266	0
273	0

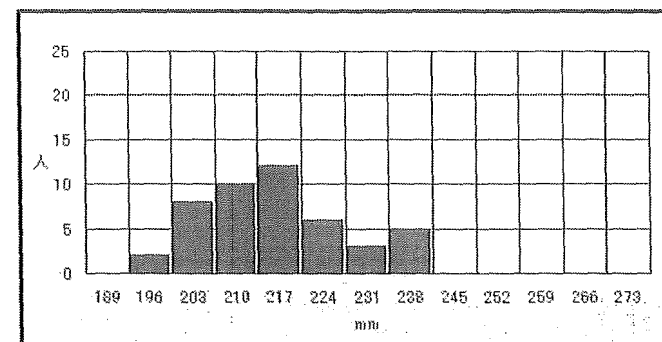


Fig. 2.3.1.8 前腕長