

(別添2)

厚生科学研究費補助金

障害保健福祉総合研究事業

「被介助者の負担計測に基づく移乗介助方法の評価」に関する研究

平成13年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 井上剛伸

平成14(2002)年4月

(別添3)

目 次

I 総括研究報告書

- 「被介助者の負担計測に基づく移乗介助方法の評価」に関する研究 1
井上剛伸

II 分担研究報告書

- 1 「介助における被介助者の負担の評価」に関する研究 6
井上剛伸
- 2 「被介助者の負担計測方法の開発」に関する研究 13
山崎信寿

III 研究成果の刊行に関する一覧表 なし

厚生科学研究費補助金（障害保健福祉総合研究事業）
総括研究報告書

被介助者の負担計測に基づく移乗介助方法の評価

主任研究者 井上剛伸 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所
福祉機器開発部福祉機器開発室長

研究要旨 移乗介助における被介助者の身体的負担および心理的負担を評価するために、被介助者ダミーの開発および心理評価スケールの開発を行うこととした。ダミーの開発では、人体の関節特性の計測に基づいて、ダミーの骨格および関節構造の試作を行った。関節特性の評価の結果、人体の関節特性とほぼ一致する結果が得られた。心理評価スケールの開発では、高位頸損者に対する聞き取り調査を行い、1) 被介助者の心理的要因、2) 被介助者の身体的要因、3) 介助者に対する要因の3つの因子を抽出した。これより、相対評価法による18項目を有する、5段階のリッカートスケールを素案として作成した。

〔研究組織〕

○井上 剛伸（国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所 室長）
山崎 信寿（慶應義塾大学理工学部教授）

A. 研究目的

移乗介助は介助者にとって負担のかかる作業であるため、その負担を軽減するための研究や検討は行われてきた。しかし、移乗介助では被介助者にかかる負担も大きい。したがって、移乗介助方法は、介助者のみならず被介助者側の負担の評価に基づく必要がある。この負担は、身体的負担と心理的負担に大別される。身体的負担としては、痛みを生じる事例や創傷を発生する事例等が報告されている。また、心理的負担では、介助機器を使うことに対する抵抗感や不安感、介助者に対する気兼ねなど様々な事例がある。

本研究では、移乗介助における被介助者の身体的・心理的負担に着目し、それらを定量的に評価することにより、被介助者にとって負担の少ない介助方法を提案することを目的とする。

身体的負担で考慮すべき、痛みや創傷の発生危険度等は定量的に評価することが難しい。しかし、それらはすべて被介助者の身体にかかる力が原因で生じるものであり、圧縮力や剪断力といった力学量を指標として評価することができる。そこで、被介助者の身体特性を模擬し、身体表面にかかる圧縮力、剪断力および関節力を計測するためのセンサを組み込んだダミーを開発することとした。心理的負担感は様々な要因が絡み合い、複雑な構造である。そこで、移乗介助における負担感に影響する要因を解明し、それらを測定可能とする心理測定スケールの開発を行うこととした。

本年度は、被介助者ダミーを設計するため

(別添 4)

の基礎データの収集と骨格構造および関節構造の開発を行った。また、重度障害者に対する移乗時の負担について聞き取り調査および意見交換を行い、心理評価における評価項目の抽出および評価用紙素案の作成を行った。

B. 研究方法

1. 被介助者ダミーの開発

被介助者ダミー開発の基礎データとして、移乗介助時の身体接触部位の調査を行った。被験者は男子学生4名であり、負担と感ずる身体部位について聞き取り調査を行った。

次に、人体の基礎データとして、手関節、前腕回旋、肘関節、肩関節、足関節、膝関節、股関節、頸部、腰部について関節抵抗トルクの計測を行った。計測したトルクより、関節抵抗特性の(最大関節角度 -10°)~(最小関節角度 $+10^{\circ}$)の範囲を折れ線で近似し、直線の傾き α と切片を抵抗トルクの誤差の2乗和が最小になるように定めた。また、肩関節の変位を明らかにするために、肩峰の前後・上下の移動量も計測した。

以上により求めたデータを基にして、ダミーの骨格および関節構造の開発を行った。

2. 心理評価スケールの開発

高位頸髄損傷者4名を対象として、日常生活において行っている移乗方法および移乗場面について、聞き取り調査を行った。さらに、移乗介助の心理的負担を評価するために必要な因子について意見交換を行った。

また、福祉用具心理評価スケールを用いて、

各方法についての心理的効果を測定した。その際、基準を“移乗できない状態”と“人手での介助方法のとき”の2種類を設定した。さらに、各項目についてその項目の重要度を0~2の3段階で回答を得た。

聞き取り調査の結果を基に、移乗介助における被介助者の心理的負担を評価するための評価因子の抽出を行った。また、心理評価スケールの結果より、スケールの基準を決定した。

以上の検討結果より、評価用紙の素案を作成した。

C. 研究結果

1. 被介助者ダミーの開発

負担を感じた身体接触個所に関する調査結果では、被介助者の負担は、関節負荷に比べ、接触負荷の影響が高いことがわかった。

表1に線形近似したトルクばね定数と作用域を示す。また、肩峰の移動量は、水平面内で、前方に約110mm、後方に30mm、前額面で上方に約90mm、移動することがわかった。

以上の特性を基に、被介助者ダミーの試作

表1 線形近似トルクばね

	トルクばね定数 α [Nm/deg]		作用域[deg]			
	屈曲側	伸展側	Min	O ₁	O ₂	Max
肩関節屈伸	0.18	0.18	-160	-97	-13	30
肩関節外転	0.24	0.00	-150	-103	0	0
肘関節屈伸	0.26	0.23	-140	-119	-33	-20
膝関節屈伸	1.63	1.22	-160	-142	-32	-10
股関節屈伸	0.94	1.07	-100	-57	21	40
腰部屈伸	1.00	0.91	-65	-38	-3	15

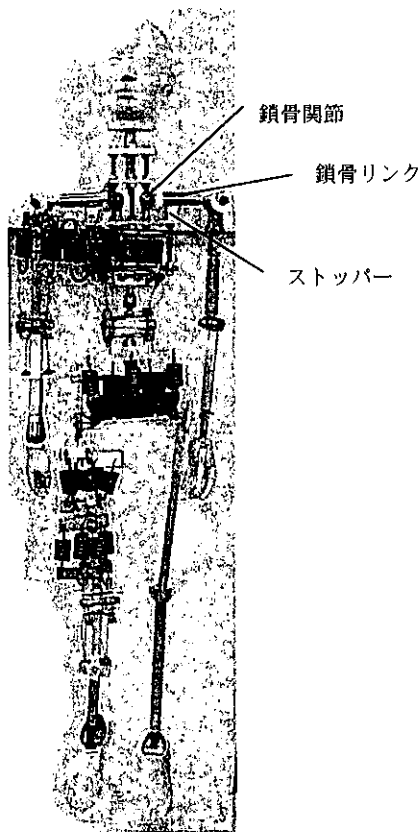


図1 ダミー全体図

を行った。基本構造を図1に示す。肩関節は鎖骨を模擬するリンク機構を設け、人体計測結果から得られた可動域を実現するためのストッパーを設けた。

計測された非線形抵抗トルクを発生させるため、図2の機構を考案した。ワイヤを予め弛緩させて配置することにより、一定角度内では抵抗トルクを発生せず、ワイヤが半径 r の円板に巻きついた後、(1)式で定めたバネの張力が作用するようにした。表1の α より算出した各関節のバネ定数を表2に示す。

$$k = \frac{180}{\pi} \frac{\alpha}{r^2} [N/m] \quad \dots\dots(1)$$

2. 心理評価スケールの開発

4名の被験者のうち、3名は自宅にて天井走行リフトを使用しており、ベッド-電動車いす間の移乗に使用していた。使用頻度は毎

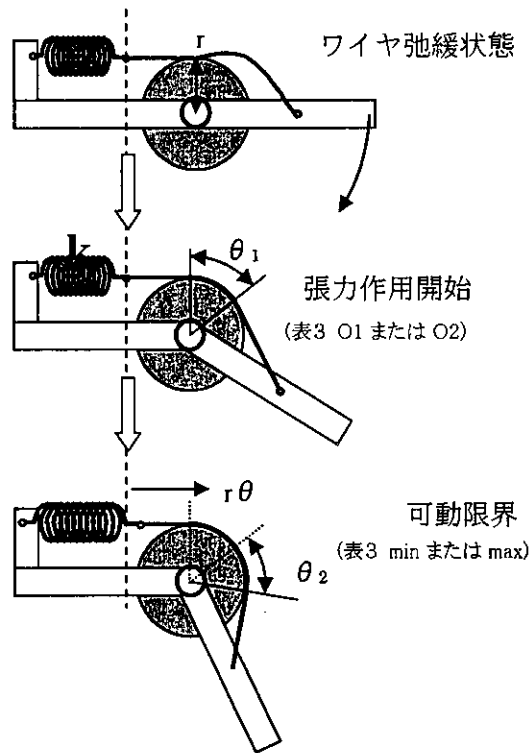


図2 抵抗トルク発生機構

日であった。この3名は主たる介助者はヘルパーであった。残る1名(被検者C)は、自宅におけるベッド-電動車いす間の移乗では、被介助者本人がプッシュアップする動作を行い、介助者がそれとタイミングをあわせて被介助者の腰部を横移動させる方法をとっていた。週1回の入浴時には天井走行式リフトを使用していた。この被験者の主たる介助者は妻である。4名とも、旅行や病院など

表2 関節円板半径とばね定数

	r[mm]	バネ定数k [N/m]	
		屈曲側	伸展側
肩関節屈伸	25	15.9 × 10 ³	1.62 × 10 ³
肩関節外転	25	21.3 × 10 ³	
肘関節屈伸	30	15.9 × 10 ³	15.9 × 10 ³
膝関節屈伸	50	12.8 × 3 × 10 ³	12.8 × 2 × 10 ³
股関節屈伸	37.5	12.8 × 3 × 10 ³	21.3 × 2 × 10 ³
腰部屈伸	37.5	21.3 × 2 × 10 ³	12.8 × 3 × 10 ³

(別添 4)

の外出時には、一人が背面から体幹を支え、もう一人が脚を支えて持ち上げる方法で、移乗を行っていた。

聞き取り調査の結果より、心理負担に関するキーワードを抽出すると以下の通りとなった。

不安・安心・危険・安全・痛み・恥ずかしさ・心配・介助者への申し訳なさ・早い・簡単・介助者の負担・窮屈感・圧迫感・皮膚の心配・恐怖・介助者に対して気をつかう・もののように扱われる

福祉用具心理評価スケールの得点では、二人介助を基準とした場合、いずれの被検者でもリフトの方が心理的効果が大きいという結果が得られた。被検者Cでは自宅で行っている移乗方法は高い得点が得られた。また、移乗できない状態を基準とした回答では、相対評価の結果と矛盾した結果や、リフトと二人介助で、差が出ない結果などがみられた。心理評価スケールのそれぞれの項目についての重要度では、1.5以上の高い重要度を示したものは、生活活動、恥ずかしさ、QOL、自信、欲求不満、安心感、とまどい、生活への対処、自立度、幸福感、能力であった。一方、1未満で重要度の低かったものは、活力、パフォーマンス、知識であった。

D. 考察

1. 被介助者ダミー関節抵抗特性の評価

人体に対してと同様の方法でダミーの関節抵抗特性を計測し、人体の関節抵抗特性と比較した結果、すべての関節についてほぼ一

致した。よって開発したダミーは人体の骨・関節構造を模擬していると考えられる。ただし、金属バネでは大きすぎ外形条件を満たすことは困難である。このため、次年度はゴムなどの弾性素材の使用も検討する。

2. 心理評価スケールの評価用紙

聞き取り調査の結果より得られたキーワードから、以下の3つの因子を抽出することができた。

1) 被介助者の心理的要因(不安, 安心, 安全, 危険, 恥ずかしさ, 心配, 早い, 簡単, 恐怖, もののように扱われる), 2) 被介助者の身体的要因(痛み, 窮屈感, 圧迫感, 皮膚の心配), 3) 介助者に対する要因(介助者への申し訳なさ, 介助者への気づかい)

また、心理評価スケールの回答結果より、負担感といったネガティブな心理的因子のみではなく、ポジティブな因子も項目に加える必要があることがわかった。

以上の考察より、安心感・危険・恥ずかしさ・時間・簡便さ・恐怖・自尊心・痛み・窮屈感・皮膚の心配・介助者への申し訳なさ・介助者への気づかい・生活活動・QOL・自信・自立度・幸福感・能力 以上18項目を設定した。

スケールについては、5段階のリッカートスケールとし、相対的な心理状態を測定することとした。

これらは、まだ調査結果の検討から得られた項目および得点方法である。今後、介助をうける当事者を交えて、ディスカッションを

(別添 4)

行い、決定していく予定である。

E. 結論

移乗介助における被介助者の身体的負担および心理的負担を評価するために、被介助者ダミーの開発および心理評価スケールの開発を行うこととした。

ダミーの開発では、移乗介助時の身体接触部位の調査、人体の関節特性の計測を行った。それに基づいて、ダミーの骨格および関節構造の試作を行った。骨格構造では複雑な肩関節をリンクにより再現し、関節構造では円板と線形ばねを用いて、非線形ばね特性を再現する機構を考案した。ダミーの関節特性は人体の関節特性とほぼ一致する結果が得られた。

心理評価スケールの開発では、基礎データ収集のために、高位頸損者に対する聞き取り調査を行った。これより、1) 被介助者の心理的要因、2) 被介助者の身体的要因、3) 介助者に対する要因の3つの因子を抽出した。福祉用具評価スケールの回答結果もあわせて、18項目を有する、5段階のリッカートスケールを素案として作成し、相対的な心理状態を測定することとした。

来年度は、ダミーにおいては、接触面の柔軟化およびセンサの開発を行い、心理評価スケールでは、その標準化を行う予定である。

尚、本研究を実施するにあたり、国立身体障害者リハビリテーションセンター病院、新井美智子氏、関口進氏の協力を得た。ここに、

感謝の意を表す。

F. 研究発表

1. 論文発表

①井上剛伸, 山崎信寿; 移乗介助機器使用時の身体的負担, バイオメカニズム学会誌, 25,3, 123-129, 2001

②山崎信寿, 山本真路, 井上剛伸; 移乗介助動作の計測と腰部負担の軽減手法, バイオメカニズム, 16 (印刷中)

2. 学会発表

①Takenobu INOUE, Nobutoshi YAMAZAKI, Geoff FERNIE; Evaluation of Transferring Methods from Bed to Wheelchair, Full papers of International Conference on Technology and Aging, 60-64, 2001

②井上剛伸, 関口進, 新井美智子, 山崎信寿; 腰部負担を指標とした車いす・ベッド間の移乗方法の評価, 第22回バイオメカニズム学術講演会予稿集, 183-186, 2001

分担研究報告書

介助における被介助者の負担の評価

主任研究者 井上剛伸 国立リハセンター研究所福祉機器開発部室長

研究要旨 移乗介助は介助者のみならず、被介助者にも大きな負担となる。本研究では、移乗介助における被介助者の心理的負担に着目し、その評価を行うことを目的とする。今年度は、心理的負担を測定しうる評価スケールの開発を目指し、高位頸髄損傷者に対する移乗介助についての聞き取り調査を実施した。その結果、3つの因子が挙げられ、それらに対する18の質問項目を決定した。また、福祉用具心理評価スケールの測定結果より、移乗方法の相対評価をおこなうスケールとし、5段階のリッカートスケールを採用した。

A. 研究目的

移乗介助は介助者にとって負担のかかる作業であるため、その負担を軽減するための研究や検討が行われてきた。しかし、移乗介助では被介助者にかかる負担も大きい。したがって、移乗介助方法は、介助者のみならず被介助者側の負担の評価に基づく必要がある。この負担は、身体的負担と心理的負担に大別される。身体的負担としては、痛みを生じる事例や創傷を発生する事例等が報告されている。また、心理的負担では、介助機器を使うことに対する抵抗感や不安感、介助は手でやるものという先入観、介助者に対する気兼ねなど様々な事例がある。

本研究では、移乗介助における被介助者の心理的負担に着目し、定量的に評価することにより、被介助者にとって負担の少ない介助方法を提案することを目的とする。心理的負担感は様々な要因が絡み合い、複雑な構造である。そこで、移乗介助における負担感に影響する要因を解明し、それらを測定可能とする心理測定スケールの開発を行う。本年度は重度障害者に対する聞き取り調査および意

見交換を行い、評価項目の抽出および評価用紙の素案を作成した。

B. 研究方法

1. 移乗方法に関する調査

高位頸髄損傷者4名を対象として、日常生活において行っている移乗方法、および移乗場面についての聞き取り調査を行った。調査項目は以下の通り。

- 1) 移乗方法
- 2) 移乗場面
- 3) 頻度
- 4) 介助者
- 5) 身体的負担・心理的負担

さらにそれらの調査から、移乗介助の心理的負担を評価するために必要な項目についても、意見交換を行った。

また、福祉用具心理評価スケール¹⁾を用いて、各方法についての心理的インパクトを測定した。回答は以下の3つの条件で行った。

- 1) 移乗できないことを基準としたリフト使

(別添 5-1)

用による移乗の心理的インパクト

- 2) 移乗できないことを基準とした人手による移乗の心理的インパクト
- 3) 人手による移乗を基準としたリフト使用による移乗の心理的インパクト

それとともに、それぞれの質問項目の重要度を3段階で回答してもらい、項目についての意見交換を行った。さらに、スケールの答えやすさ等についても意見を抽出した。

2. 評価因子の抽出と基準の設定

聞き取り調査の結果および田中ら²⁾の移乗介助に関する研究結果を基に、移乗介助における被介助者の心理的負担を評価するための評価因子の抽出を行った。

また、心理評価スケールの結果より、スケールの基準を決定した。

3. 評価用紙の作成

以上の検討結果より、評価用紙の素案を作成した。

1. 移乗方法の調査結果

1.1. 調査対象

調査対象の属性を表1に示す。いずれも高位頸髄損傷者であり、四肢および体幹の機能に障害がある。4人とも電動車いすを使用しており、被検者Bはチンコントロール式、その他は上肢によるジョイスティック操作である。4人とも、天井走行式リフトを使用していた。

1.2. 被検者Aの結果

移乗介助方法とその場面は以下の通りであった。

1) 天井走行式リフト

- ・ ベッドー車いす (脚分離型スリング)
- ・ ベッドーシャワーチェア (脚分離型)
- ・ 手動車いすー電動車いす (脚分離型, シート型)
- ・ シャワーチェアー浴槽 (ベルト型)

※ 介助者：ヘルパ

2) 二人介助 (体幹・脚を持つ方法)

表1 聞き取り調査対象者の属性

C. 研究結果

- ・ 病院, 旅行, 美容院など

	A	B	C	D	
性別	女性	男性	男性	男性	
年齢	35	36	52	38	
病名 (障害名)	第4頸椎損傷	第3/4頸椎完全損傷	C5圧迫骨折による 頸椎損傷C6レベル	C3/4不全	
受傷年月日	H3.1.27	S58.12	S51.7.25	S63.7.31	
ADL 状況	食事	自立	全介助	自立 (一部介助)	自立
	入浴	全介助	全介助	全介助	全介助
	更衣	全介助	全介助	全介助	全介助
	排便	全介助	全介助	排尿一部介助 排便全介助	全介助
	整容	全介助	全介助	一部介助	一部介助

(別添 5-1)

※ 介助者：ヘルパー、病院スタッフ、
ホテルスタッフ、航空会社スタッフ、
美容院スタッフ等

日常生活ではリフトによる移乗だが、
リフトの無い場所に行った場合には、脇の
下と脚を支える方法で、二人の介助者で移
乗を行っていた。

リフトでの移乗については、誤操作の不
安があるとのこと。これには、介助者の要
因も有り、中年の女性のヘルパーではリフ
トの操作を理解できない人がいるとのこと
であった。車いすの腰部ベルトをつけたま
まつり上げられた経験や、スリングのベル
トがはずれて落下した経験がある。ベルト
型の場合、痛みを伴う場合があり、それは
大きな負担感につながる。また、二人介助
での移乗では、介助者の要因が大きく、非
力な女性では移乗中にぶつかる危険性があ
り不安を感じるとのことであった。介助者
の男女の比較では、男性の方が安心でき
るとの回答であった。恥ずかしさは特にな
い。

介助者に対する感情では、ヘルパーなど
金銭の授受がある場合や病院の専門職、ボ
ランティアに対しては特に何も思わない。
しかし、美容院などでは申し訳なさを感じ
る場合がある。

1.3. 被検者Bの結果

移乗介助方法とその場面は以下の通りで
あった。

1) 天井走行式リフト

・ベッド-電動車いす(ベルト型スリング)

※ 介助者：ヘルパ

2) 三人介助(側方より体幹・腰・脚を持つ)

・ベッド-浴槽(入浴サービス)

※ 介助者：入浴サービス業者

3) 二人介助(体幹・脚を持つ方法)

・旅行、病院、車いす業者など

※ 介助者：ヘルパー、病院スタッフ、
ホテルスタッフ、航空会社スタッフ、
車いす業者等

日常生活においては、リフトを使った移
乗がほとんどである。週2回の入浴サービ
スを受けており、その際三人介助でベッドと簡
易浴槽の間で移乗を行っている。旅行などで
リフトの無い場所では、二人介助で移乗を行
っていた。

最も心理的な不安が少ない方法はリフト
での移乗であった。その理由としては、落ち
る危険が無い、着座がきれいに行けるなどを
挙げていた。リフトでの移乗時に、殿部のチ
ェックなども行っており、長時間吊られたま
まであると、痛みがあるとのことであった。
10cmほど落下した経験がある。また、床
走行式リフトの使用経験もあり、それにつ
いては、不安感が非常に大きかった。人での
介助では、転落の危険や褥瘡をつくる危険が
心配である。特に女性の介助者の場合には心
配である。

介助者に対する申し訳なさは受傷当時あ
ったが、最近は無くなったとのことである。
また、リフトに関してもののように扱われる
との感覚は得になく、利点の方が勝っている
とのことであった。

1.4. 被検者Cの結果

移乗介助方法とその場面は以下の通りで
あった。

1) 一人介助(本人はプッシュアップ)

・ベッド-電動車いす

(別添 5-1)

※ 介助者：妻

2) 天井走行式リフト

- ・ ベッドー浴室（シート型スリング）
- ・ ベッドー電動車いす（脚分離型）

※ 介助者：妻

3) 一人介助（対面式かつぎあげ型）

- ・ 旅行などベッドー電動車いす間

※ 介助者：妻

4) 二人介助（体幹・脚を持つ方法）

- ・ 病院など

※ 介助者：妻、病院スタッフ等

自宅でのベッドー車いす間の移乗では一人介助+本人のプッシュアップで行っている。週1回入浴時には天井走行式リフトを使用していた。その他、旅行など介助者が妻しかいない場面では、対面式かつぎあげ型の一人介助による移乗、病院など妻以外の介助者がいる場合は二人介助の方法をとっていた。

自宅で行っている一人介助の方法は、早く、簡単かつ安全とのことであった。但し、介助者と被介助者のタイミングがあわないと介助者の負担が大きくなるので、気をつけている。

リフトは安心できるが、スリングの取付が面倒とのことであった。また、窮屈感や圧迫感がある。入浴時に使用なので、地肌にスリングを取り付けるため、皮膚の損傷の心配をしていた。

対面式の一人介助は、怖いとのことであった。転倒の恐怖とともに、介助者の腰を心配していた。介助者に対して気をつかう。

二人介助では病院のスタッフであれば安心できるが、それ以外の人で特に非力な介

助者の場合、車いす等にこする可能性があり、褥瘡を心配していた。

リフトでの移乗はもののように扱われると感じるかとの問いに対して、家の中なので割り切っているとのことであった。デパートでそれをやれといわれると、いやだとのこと。痛みは特になし。

1.5. 被検者Dの結果

移乗介助方法とその場面は以下の通りであった。

1) 天井走行式リフト

- ・ ベッドー電動車いす（ベルト型）

※ 介助者：ヘルパ

2) 二人介助（体幹・脚を持つ方法）

- ・ 旅行、病院など

※ 介助者：ヘルパー、ホテルスタッフ、病院スタッフ等

3) 一人介助（対面式）

- ・ ベッドー電動車いす（今はやっていない）

※ 介助者：母、弟

日常生活では天井走行式リフトによる移乗が主である。旅行や病院等では、2人または3人で持ち上げて移乗をしている。退院後3年は一人介助での移乗を日常的に行っていた。

リフトが最も心理的負担が少ない。人手による移乗は相手に対する申し訳なさや、相手にかかる負担を心配するとのことであった。特に、一人介助を行っていた頃には、リフトを入れてほしいと思ったとのことであった。また、介助者の体力も重要な要因で、非力な介助者の時は不安である。恥ずかしさもやや感じていた。

2. 移乗介助方法の心理的効果

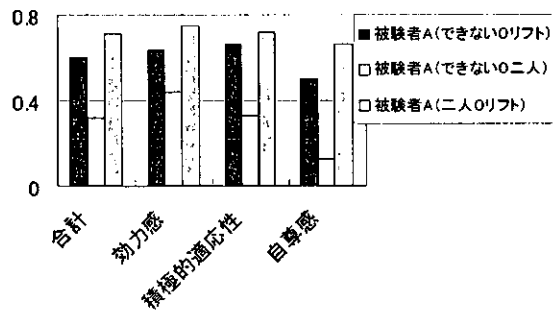


図1 心理評価スケールの結果(被験者A)

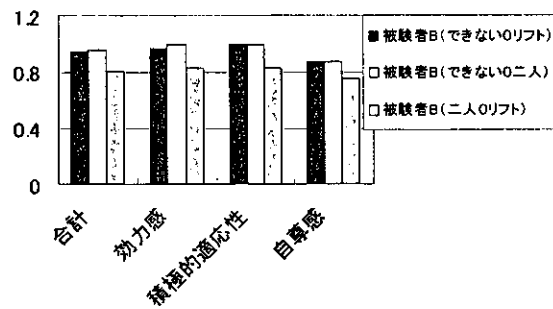


図2 心理評価スケールの結果(被験者B)

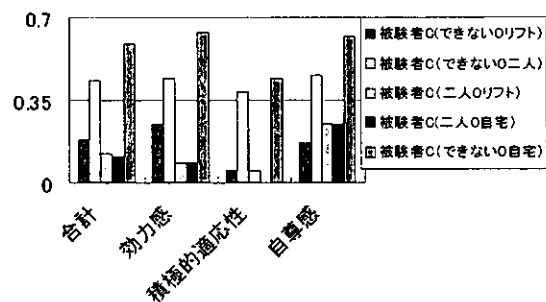


図3 心理評価スケールの結果(被験者C)

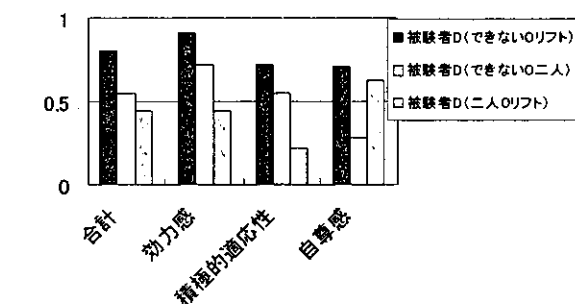


図4 心理評価スケールの結果(被験者D)

各被験者の福祉用具心理評価スケールの結果を図1～4に示す。ここで被験者Cは自宅での移乗方法がリフトでは無いため、その方法についても回答をお願いした。

被験者Aでは、二人介助よりもリフトを使

用した方が、心理的効果が大きいという結果が得られた。また、リフトでの移乗について、移乗できないことを基準とした時よりも、二人介助を基準とした方が大きな値をとった。

被験者Bでは、3つの条件とも高い値をとっていた。移乗できないことを基準とした場合はほぼ満点の1.0に近い値であった。二人介助とリフトを比較した場合、リフト使用のほうが心理的効果が大きいという結果となった。

被験者Cでは、移乗できないことを基準としたときの自宅での方法が最も大きな値となり、続いて二人介助の方法であった。二人介助を基準とした場合は、低い点数となったが、リフトも自宅の方法も二人介助よりも心理的効果が大きいという結果が得られた。

被験者Dでは、移乗できないことを基準としたリフトでの移乗が、最も高い得点となった。二人介助とリフトでの移乗を比較すると、リフトの方が心理的効果は高いという結果となった。

3. 評価項目の重要度

図5に心理評価スケールのそれぞれの項目についての重要度の回答の平均を示す。1.5以上の高い重要度を示したものは、生活活動、恥ずかしさ、QOL、自信、欲求不満、安心感、とまどい、生活への対処、自立度、幸福感、能力であった。一方、1未満で重要度の低かったものは、活力、パフォーマンス、知識であった。

D. 考察

1. 評価因子の抽出

聞き取り調査の結果より、心理負担に関す

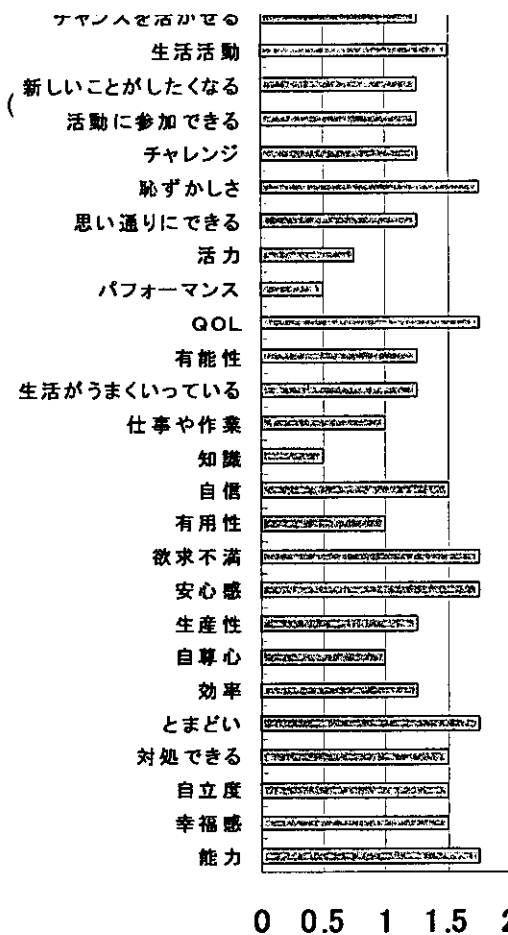


図5 心理評価スケールの項目重要度
 るキーワードを抽出すると以下の通りとなる。

不安・安心・危険・安全・痛み・恥ずかしさ・心配・介助者への申し訳なさ・早い・簡単・介助者の負担・窮屈感・圧迫感・皮膚の心配・恐怖・介助者に対して気をつかう・もののように扱われる

これらのキーワードから因子を抽出すると、1) 被介助者の心理的要因(不安, 安心, 安全, 危険, 恥ずかしさ, 心配, 早い, 簡単, 恐怖, もののように扱われる), 2) 被介助者の身体的要因(痛み, 窮屈感, 圧迫感, 皮膚の心配), 3) 介助者に対する要因(介助者への申し訳なさ, 介助者への気づかい)の3つの項目に分けることができる。これらは、被検者との意見交換においても、指摘された項目である。移乗介助における被介助者の心理的負担を評価するにあたり、これらの因子は必要である。

また、心理評価スケールの回答結果より、生活活動、QOL、自信、自立度、幸福感、能力といった、正の心理的効果に移乗介助方法は影響を与えることが明らかになった。したがって、負担感といったネガティブな心理的因子のみではなく、ポジティブな因子も項目に加える必要がある。

2. 基準の設定

心理的評価を行うにあたり、スケールをどのように決めるかは重要である。心理評価スケールでは、-3~3の7段階のリッカートスケールを採用している。しかし、このようなスケールでは、どの状態を0とするかによって得点が変わってしまう。本年度の調査では、移乗できないことを基準とした回答と、人手による介助を基準とした場合の2種類のデータを取得した。移乗できないことを0とした場合、被検者Bにみられるように、いずれの方法も、心理的効果が高くでてしまい、それぞれの方法で明確な差がでない可能性がある。その点では何らかの移乗方法を0として、その方法との相対的な得点を評価する方が的確な結果が得られる。しかし、相対評価になってしまい、絶対的な値として各方法を一度に評価することは不可能となる。

田中らは、リフトの導入前と後を比較して、その変化を問うている。それによりリフトを利用することによる心理的負担を評価することを行っている。相対的に移乗方法を比較することにより、その優劣をつけることで、各種移乗方法を評価することは可能であり、本研究においても、相対的比較法を採用することとした。

3. 評価項目および得点方法

(別添 5-1)

以上の考察より、評価項目を以下のように設定した。

安心感・危険・恥ずかしさ・時間・簡便さ・恐怖・自尊心・痛み・窮屈感・皮膚の心配・介助者への申し訳なさ・介助者への気づかい・生活活動・QOL・自信・自立度・幸福感・能力 以上18項目

スケールについては、5段階のリッカートスケールとし、0はある移乗方法を設定し、その方法との相対的な心理状態を測定することとした。

これらは、まだ調査結果の検討から得られた項目および得点方法である。今後、介助をうける当事者を交えて、ディスカッションを行い、決定していく予定である。

E. 結論

移乗介助における被介助者の心理的負担を評価するためのスケールづくりを目指し、高位頸髄損傷者を対象として、移乗方法に関する調査を実施した。その結果、被介助者自身の心理的要因に加えて、被介助者の身体的要因、被介助者の要因の3つの因子が抽出された。

心理評価スケールにおける移乗介助方法に関する回答から、ポジティブな心理的因子の必要性が指摘された。また、スケールの得点化において、移乗方法を相対的に評価することの有効性が示された。

以上の検討結果より、18項目の5段階リッカートスケールによる評価用紙の素案を作成した。

今後、被介助者を交えたディスカッションをへて、評価用紙の修正を行っていく予定で

ある。

F. 参考文献

- 1) 井上剛伸, 南雲直二, 石濱裕規, 横田恒一, Jeff JUTAI, Hy DAY; 福祉用具心理評価スケール(PIADS 日本語版)の開発, 第15回リハ工学カンファレンス講演論文集, 259-262, 2000
- 2) 田中繁, 他; ニーズ調査分析(福祉用具利用効果の客観化に関する調査)研究報告書, 新エネルギー・産業技術総合開発機構, 学校法人 国際医療福祉大学, 2000

G. 研究発表

1. 論文発表

- ①井上剛伸, 山崎信寿; 移乗介助機器使用時の身体的負担, バイオメカニズム学会誌, 25,3, 123-129, 2001
- ②山崎信寿, 山本真路, 井上剛伸; 移乗介助動作の計測と腰部負担の軽減手法, バイオメカニズム, 16 (印刷中)

2. 学会発表

- ① Takenobu INOUE, Nobutoshi YAMAZAKI, Geoff FERNIE; Evaluation of Transferring Methods from Bed to Wheelchair, Full papers of International Conference on Technology and Aging, 60-64, 2001
- ② 井上剛伸, 関口進, 新井美智子, 山崎信寿; 腰部負担を指標とした車いす・ベッド間の移乗方法の評価, 第22回バイオメカニズム学術講演会予稿集, 183-186, 2001

分担研究報告書

被介助者の負担計測方法の開発に関する研究

分担研究者 山崎信寿 慶應義塾大学理工学部機械工学科教授

研究要旨 介助作業による被介助者への負担を評価するために、身体特性を模擬し、介助時の接触力と関節負荷を評価しうるセンサ付ダミーを開発する。本年度は基本的な骨格と関節構造を再現するための試作・検討を行った。試作した全身ダミーの体幹および四肢関節抵抗特性は、人体の関節抵抗特性とほぼ一致した。

A. 研究目的

被介助者の身体負荷を計測・評価しうる人体ダミーの開発を最終目的とし、本年度は、その基礎的設計方針を得る。介助動作例として、移乗介助動作をとり上げ、介助者と被介助者の身体接触部位および負担の種類を調査する。また、人体と同様の関節抵抗特性および自由度を有するダミーの骨格と関節構造を検討する。

B. 研究方法

1. 介助時の身体接触部位の調査

男子学生4名を被介助者として、図1に示す5種類の移乗介助を行い、負担と感ずる個所を身体表面・関節部位それぞれに対して聞き取り調査した。



図1 移乗介助動作

2. ダミー骨格構造の基礎調査

2.1 ダミーの身体寸法

男性 50・59 歳 50%タイル値¹⁾(身長 165cm、体重 64kg)を基本寸法として骨格寸法を定めた。肘関節と膝関節は1自由度とし、その他の関節は3自由度とした。肩関節は、上腕骨、肩甲骨、鎖骨、胸郭からなる複合関節であるため、肩自体が前後・上下に移動する。そこで被験者(身長 163cm、体重 60.5g)の肩峰に標点を付け、三次元座標計測機(Oxford Metrix:Vicon)を用いて肩峰の移動量を計測した。

2.2 関節抵抗特性

関節抵抗特性とは、脱力状態における、他動的運動時の関節角度と抵抗トルクの関係である。一般に可動域の限界付近では、軟部組織の影響を受け、抵抗トルクが急激に増大する。この関節抵抗特性は、年齢による差より個人差が大きい。

前述の被験者に脱力状態を指示し、表1に示す関節について他動的に屈伸させ、関節抵抗特性を計測した。抵抗力は押し込み荷重計(特殊計測:TK101B)で、その時の関節角度は傾斜計(ムラック:IIDC360、緑測器:UV-1W)または三次元座標計測機で計測した。抵抗トルクは、関節から荷重点までの距離と荷重から算出した。

関節抵抗特性の一例を図2に示す。関節角度は伸展方向を正とする。関節抵抗特性の近似関数として、下記の指数関数を用いた²⁾。

$$T = k_1 \exp\{k_2(\theta - k_3)\} - k_4 \exp\{k_5(k_6 - \theta)\} \dots (1)$$

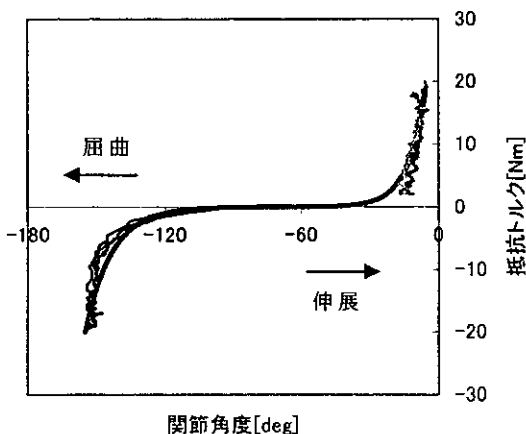
ここで、 T は抵抗トルク(Nm)、 θ は関節角度(rad)である。ただし、曲線のあてはめには係数が冗長であるため、経験的に k_1 と k_4 を1とした。また k_2, k_3, k_5, k_6 は、関節抵抗特性の i 時点の計測値(T_i, θ_i)から $k_2, k_5 > 0$ を条件とし、計測値との誤差 $\sum \{T(\theta_i) - T_i(\theta_i)\}^2$ を最小にするように求めた。

2.3 関節抵抗特性の線形近似

関節抵抗トルクは関節可動域限界付近で急激に増大するため、図3のように関節抵抗特性の(最大関節角度 -10°)~(最小関節角度 $+10^\circ$)の範囲を折れ線で近似し、直線の傾き α と切片 O_1, O_2 を抵抗トルクの誤差の2乗和が最小になるように定めた。

表1 関節抵抗特性の計測項目

関節	負方向	正方向	関節	負方向	正方向
手関節	屈曲	伸展	股関節	屈曲	伸展
	橈屈	尺屈		外転	
前腕	回外	回内		外旋	内旋
肘関節	屈曲	伸展	頸部	屈曲	伸展
肩関節	屈曲	伸展		側屈(右側のみ)	
	外転			回旋(左回のみ)	
	外旋		腰部	回旋(左回のみ)	
足関節	屈曲	伸展		屈曲	伸展
膝関節	屈曲	伸展		側屈(右側のみ)	



— 近似式 $T = \exp\{7.4(\theta - 0.5)\} - \exp\{5(-2.1 - \theta)\}$

図2 肘関節抵抗特性

C. 研究結果と考察

1. 接触部位の調査

図1に示す5種類の移乗動作について、負担を感じた身体接触個所と、その回答率を図4に示す。かかえ上げ型時の腰部背面(ベルト位置)や、前後型の腋下などは、4名の被験者全員が負担を感じている。一方、関節の引張や過伸展に対する負担の訴えは、ほとんどない。

これにより、被介助者の負担は、関節負荷に比べ、接触負荷の影響が高いと考えられる。

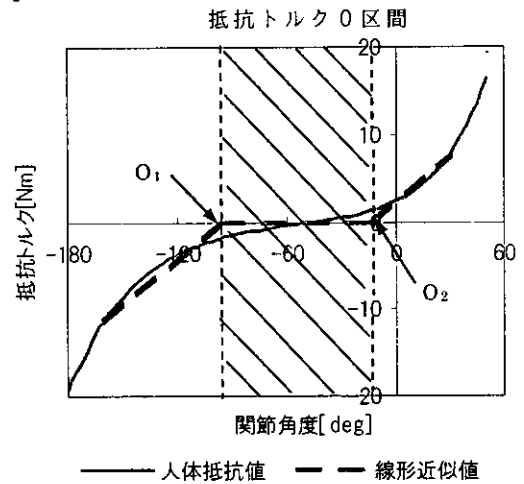


図3 線形化関節抵抗特性(肩関節)

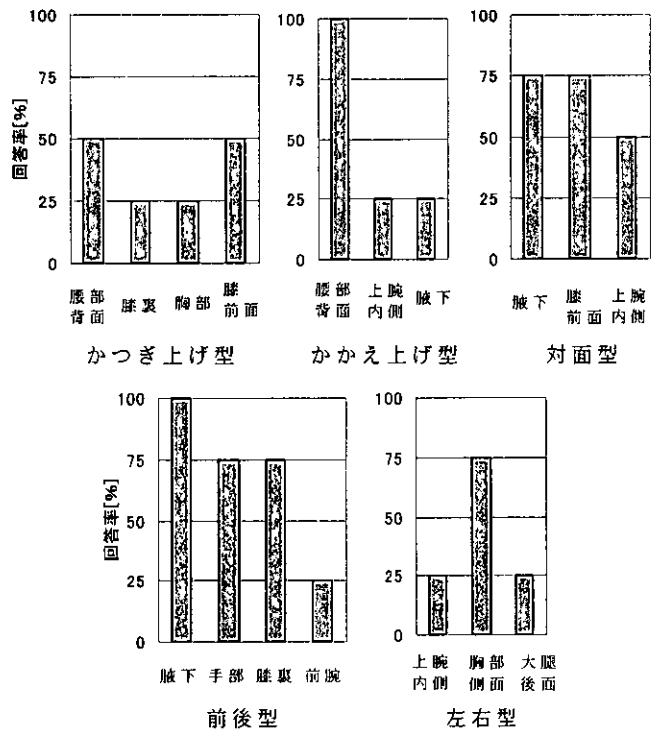


図4 被介助者が負担を感じる接触個所

2. ダミー骨格の試作

2.1 基本構造

図5に製作したダミーの全体図を示す。頸部と手関節部分にはユニバーサルジョイント(三好キカイ: B-10, B-8)を、腰部、股関節、足関節にはリンクボール(THK: RBI-10BD, RBL-10BD, RBI-8BD)を、肘関節と膝関節にはロッドエンド(THK: POS-10)を用いた。また、可動域の大きい肩関節には、リンクボール(THK: RBL-10BD)とロッドエンド(PHS-10)を直列に用いた。

肩峰の移動量は、水平面内で、前方に約110mm、後方に30mm、前額面で上方に約90mm、移動することがわかった。肩峰は、胸鎖関節を回転中心として移動すると考えられ、前額面での胸鎖関節-肩峰距離を180mmとした。この距離を回転半径として、前述の移動量から回転角度を求めると、前方に約40°、後方に約10°、上方に約30°、下方に0°、回転することになる。このためダミーの鎖骨相当リンクは、上記の角度で動くようにストッパーで制限した。

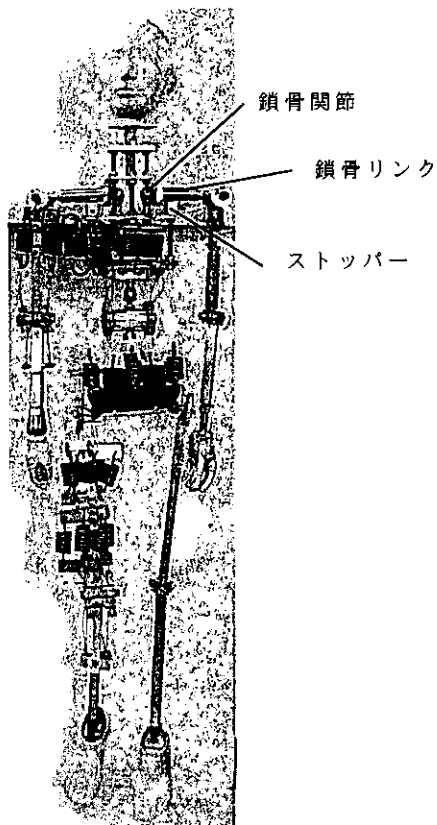


図5 ダミー全体図

2.2 人体の関節抵抗特性計測結果

表2に人体の関節抵抗特性近似関数(1)式の係数と関節角度の最大値・最小値を示す。また、表3に線形化したトルクバネ定数と作用域を示す。

表2 抵抗係数と最大・最小関節角度

	k1	k2	k3	k4	k5	k6	min	max
	[Nm] [1/deg]	[rad]	[Nm] [1/deg]	[rad]	[deg]			
手関節屈伸	1	2	0.65	1	2.8	-1.1	-100	92
手関節橈尺屈	1	3.9	-0.1	1	4.2	-0.5	-52	20
肘関節屈伸	1	7.4	-0.5	1	5	-2.1	-152	-6
肩関節屈伸	1	2.2	-0.4	1	1.6	-1.3	-180	50
肩関節外転	0	0	0	1	2.2	-1.5	-163	0
肩関節外旋	0	0	0	1	1.8	0.06	-75	0
足関節屈伸	1	3	-0.4	1	3	-0.6	-72	31
膝関節屈伸	1	4.8	-0.9	1	5.3	-2.2	-168	-10
股関節屈伸	1	4.8	0.08	1	2.3	-0.1	-112	48
股関節外転	0	0	0	1	4.7	-0.1	-50	0
股関節内外旋	1	2.6	-0.1	1	4.6	0.11	-36	53
前腕回旋	1	2.1	1.68	1	2.3	-2.1	-121	102
頸部屈伸	1	2.1	0.03	1	2.3	-0	-68	81
頸部側屈	1	2.2	-0.2	1	2.2	0.17	-60	60
頸部回旋	1	1.5	0.82	1	1.5	-0.8	-117	117
腰部回旋	1	3.3	-0.3	1	3.3	0.33	-36	36
腰部屈伸	1	5.2	-0.3	1	3.9	-0.3	-75	26
腰部側屈	1	2.5	-0.8	1	2.5	0.77	-37	37

表3 線形近似トルクバネ

	トルクバネ定数 α [Nm/deg]		作用域 [deg]			
	屈曲側	伸展側	Min	O ₁	O ₂	Max
肩関節屈伸	0.18	0.18	-160	-97	-13	30
肩関節外転	0.24	0.00	-150	-103	0	0
肘関節屈伸	0.26	0.23	-140	-119	-33	-20
膝関節屈伸	1.63	1.22	-160	-142	-32	-10
股関節屈伸	0.94	1.07	-100	-57	21	40
腰部屈伸	1.00	0.91	-65	-38	-3	15

2.3 抵抗トルク発生機構

図3に示す非線形抵抗トルクを発生させるため、図6の機構を考案した。ワイヤを予め弛緩させて配置することにより、一定角度内では抵抗トルクを発生せず、ワイヤが半径 r の円板に巻きついた後、(2)式で定めたバネの張力が作用するようにした。表3の α より算出した各関節のバネ定数を表4に示す。

$$k = \frac{180}{\pi} \frac{\alpha}{r^2} [N/m] \quad \dots\dots(2)$$

表4 関節円板半径とばね定数

	r[mm]	バネ定数k [N/m]	
		屈曲側	伸展側
肩関節屈伸	25	15.9×10^3	1.62×10^3
肩関節外転	25	21.3×10^3	
肘関節屈伸	30	15.9×10^3	15.9×10^3
膝関節屈伸	50	$12.8 \times 3 \times 10^3$	$12.8 \times 2 \times 10^3$
股関節屈伸	37.5	$12.8 \times 3 \times 10^3$	$21.3 \times 2 \times 10^3$
腰部屈伸	37.5	$21.3 \times 2 \times 10^3$	$12.8 \times 3 \times 10^3$

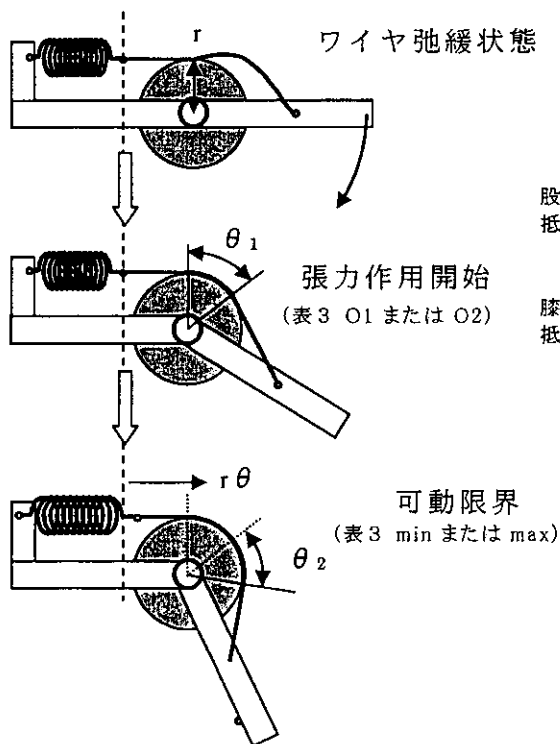
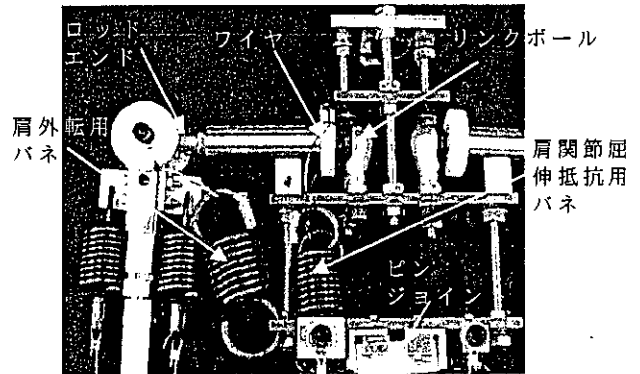


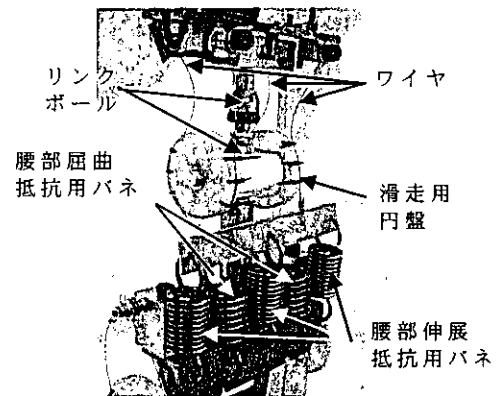
図6 抵抗トルク発生機構

2.4 関節構造

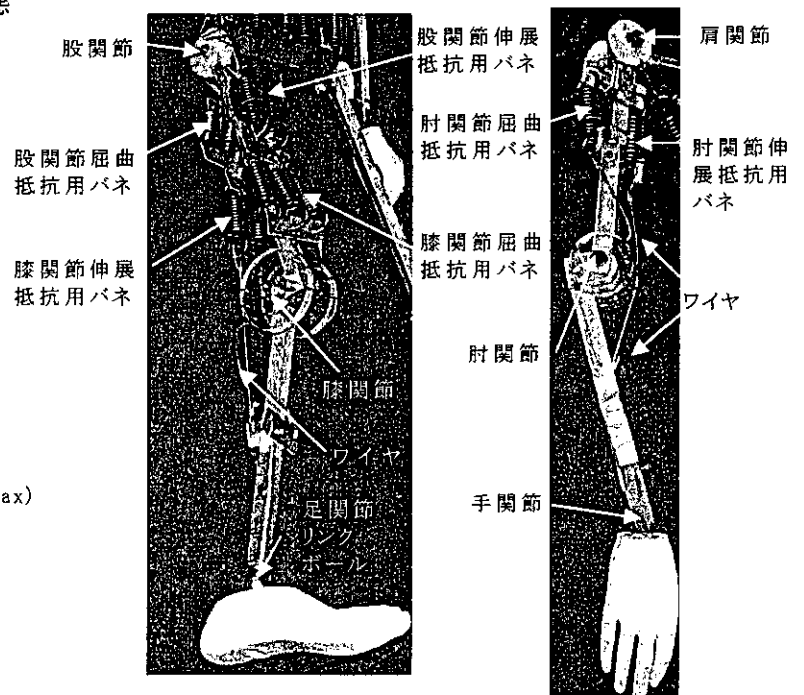
表4の各関節に図6の構造を用いて、円板とバネを取り付けた。図7に各関節の構造を示す。



胸・肩部構造



腰部構造



脚部構造

腕部構造

図7 ダミー各部構造

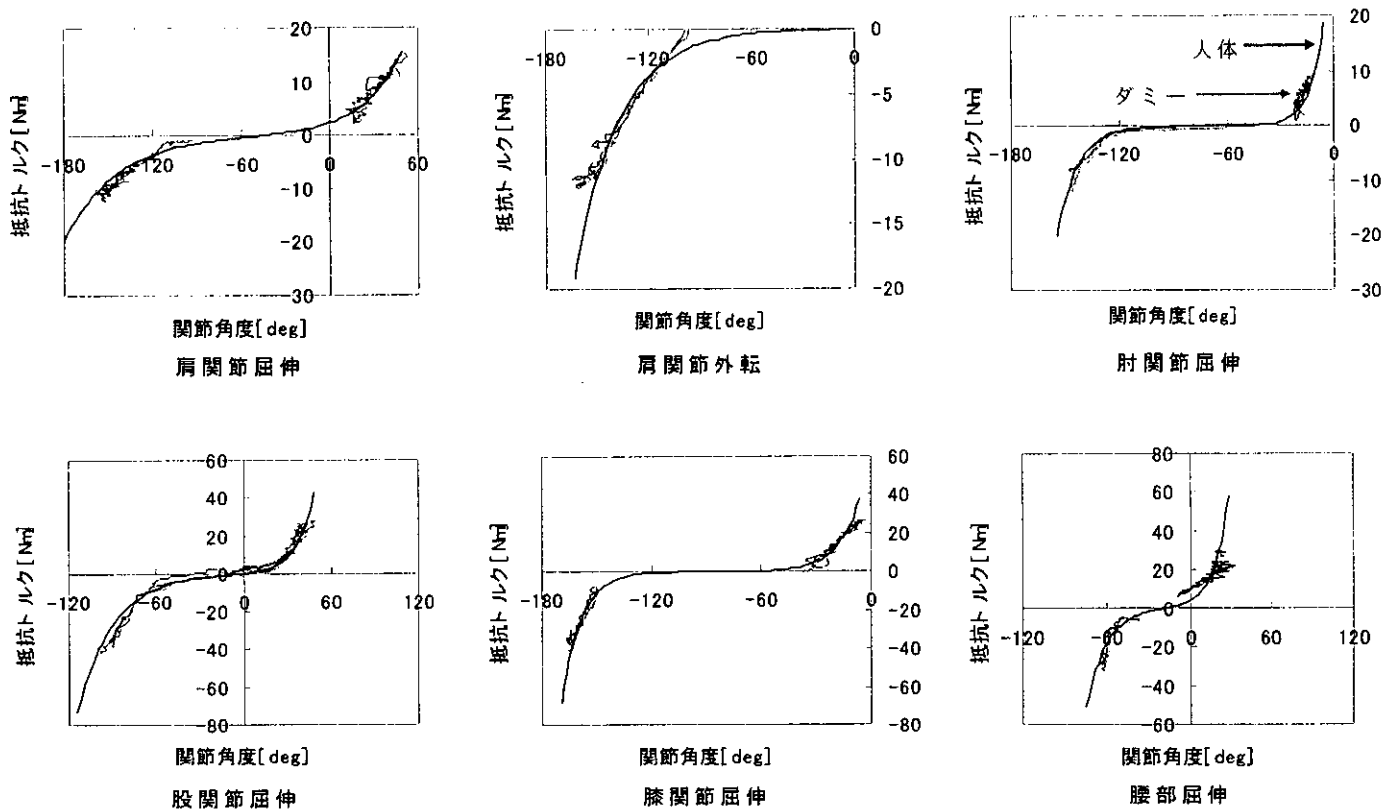


図8 人体抵抗値とダミー抵抗値

2.5 ダミー関節抵抗特性の評価

人体に対してと同様の方法でダミーの関節抵抗特性を計測し、人体の関節抵抗特性と比較した結果、図8に示すように、すべての関節についてほぼ一致した。よって開発したダミーは人体の骨・関節構造を模擬していると考えられる。ただし、金属バネでは大きすぎ外形条件を満たすことは困難である。このため、次年度はゴムなどの弾性素材の使用も検討する。

D. 結論

試作した関節構造により人体の関節抵抗特性を模擬することができた。被介助者が負担と感じる身体部位は、膝関節周囲、腰部背面(ベルト位置)、腋下、手部であった。したがって、介助者に対しては、この部位を特に柔軟化すると共に、被介助者ダミーには、接触負荷用センサを配置する必要がある。

次年度は、接触個所を柔軟化した体表面を

取り付け、実際に介助動作に使用してセンサとそのフィードバック方法の検討を行う予定である。

E. 参考文献

- 1) 人間生活工学研究センター：日本人の人体計測データ、(1997)
- 2) 人間生活工学研究センター編：「人間の動作等に係わる動的特性の計測評価」(関節特性計測)調査報告書、(2000)

F. 研究発表

1. 論文発表

- ① 井上剛伸，山崎信寿；移乗介助機器使用時の身体的負担，バイオメカニズム学会誌，25, 3, 123-129, 2001
- ② 山崎信寿，山本真路，井上剛伸；移乗介助

動作の計測と腰部負担の軽減手法, バイオメカニズム, 16 (印刷中)

2. 学会発表

- ① Takenobu INOUE, Nobutoshi YAMAZAKI, Geoff FERNIE; Evaluation of Transferring Methods from Bed to Wheelchair, Full papers of International Conference on Technology and Aging, 60-64, 2001
- ② 井上剛伸, 関口進, 新井美智子, 山崎信寿; 腰部負担を指標とした車いす・ベッド間の移乗方法の評価, 第22回バイオメカニズム学術講演会予稿集, 183-186, 2001