

## 2) 関節機構の評価

ダミーの関節抵抗特性を計測したところ、図 23 に示すように全ての関節で人体とほぼ一致した。

## 3) 警告システムの評価

表 6, 7 に示すように、警告システムの作動閾値と設定値との誤差は、関節角度では、 $\pm 10^\circ$  以内、接触力では、ほぼ痛みを感じる値の標準偏差内にあった。

また、被験者 3 名が実際に介助して警告を認知・理解できるかを調べたところ、ブザー・振動ともにすべての箇所において理解できることがわかった。

## 4) 実用評価

開発した被介助者ダミーは、図 24A のようにベッド上でのギャッチアップに対応でき、図 24B のように椅子座位を取ることできる。また、背もたれのない図 24C のようなベッド上の座位や図 24D のような様々な姿勢をとらせることが可能である。このように、開発したダミーは充分に移乗介助動作や体位変換に対応できることがわかる。これらは、ダミーにヒトと同等の関節抵抗特性を与えたことによる。

ダミーを用いた介助の有効性を調べるために、男子学生 1 名 (身長 164cm, 体重 62kg) に、ダミーと身長はほぼ同じで、体重の異なる被験者 3 名 (A ; 169cm, 52kg, B ; 169cm, 60kg, C ; 168cm, 72kg) を移乗介助させ、そのときの表面筋電を計測した。計測した移乗介助は、図 1 の対面型とかつぎ型で、ベッド高さを 500mm と設定し、介助者の負担を考慮して計測は各 2 回とした。図 25 に計測風景を示す。

筋電は右側の上腕二頭筋, 大胸筋, 脊柱起立筋, 外側広筋をサンプリング 1500Hz で計測し、動作時間と最大筋力で正規化した。図 26, 27 に計測結果を示す。

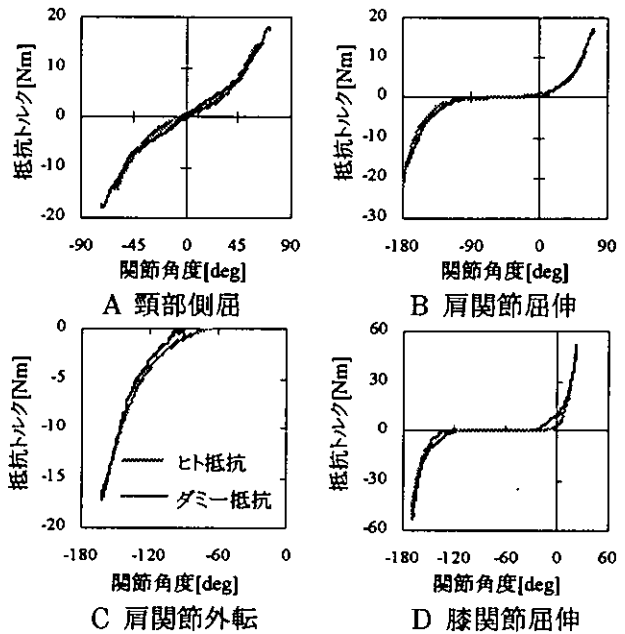


図 23 ダミー関節特性計測例

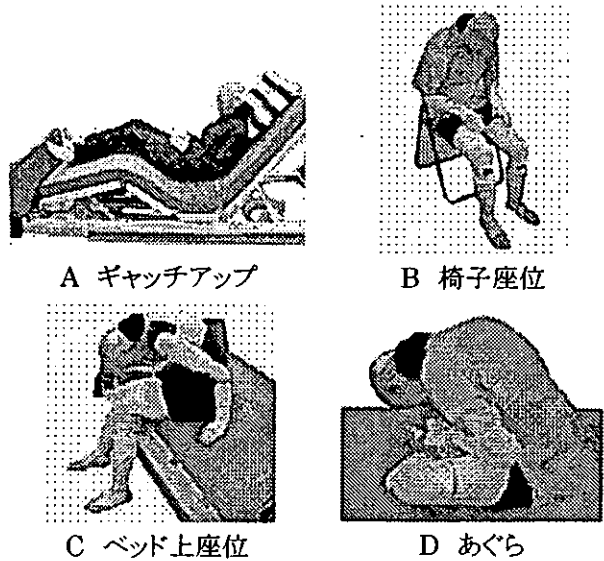


図 24 ダミーの姿勢例

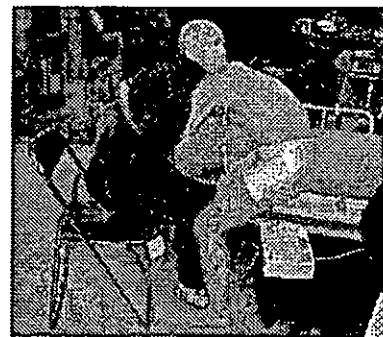


図 25 ダミーの移乗介助例

表6 関節角度警告閾値 [deg]

	運動	目標値		実測値	
肩	屈伸	-160	+40	-150	+45
	外転	-120		-120	
	回旋	-40		-35	
肘	屈伸	-150	+10	-110 ~ -145 (調節可)	-30 ~ 0 (調節可)
	回旋	-110	+110	-120	+120
手関節	屈伸	-90	+60	-90	+50
	橈尺屈	-30	+40	-25	+30

表7 接触力警告閾値 [N]

	1段階目			2段階目		
	目標	標準偏差	実測	目標	標準偏差	実測
膝	98	18	81			
上腕	90	9	87	147	19	154
胸部	65	8	73			
胸部側面	102	8	100	123	13	142

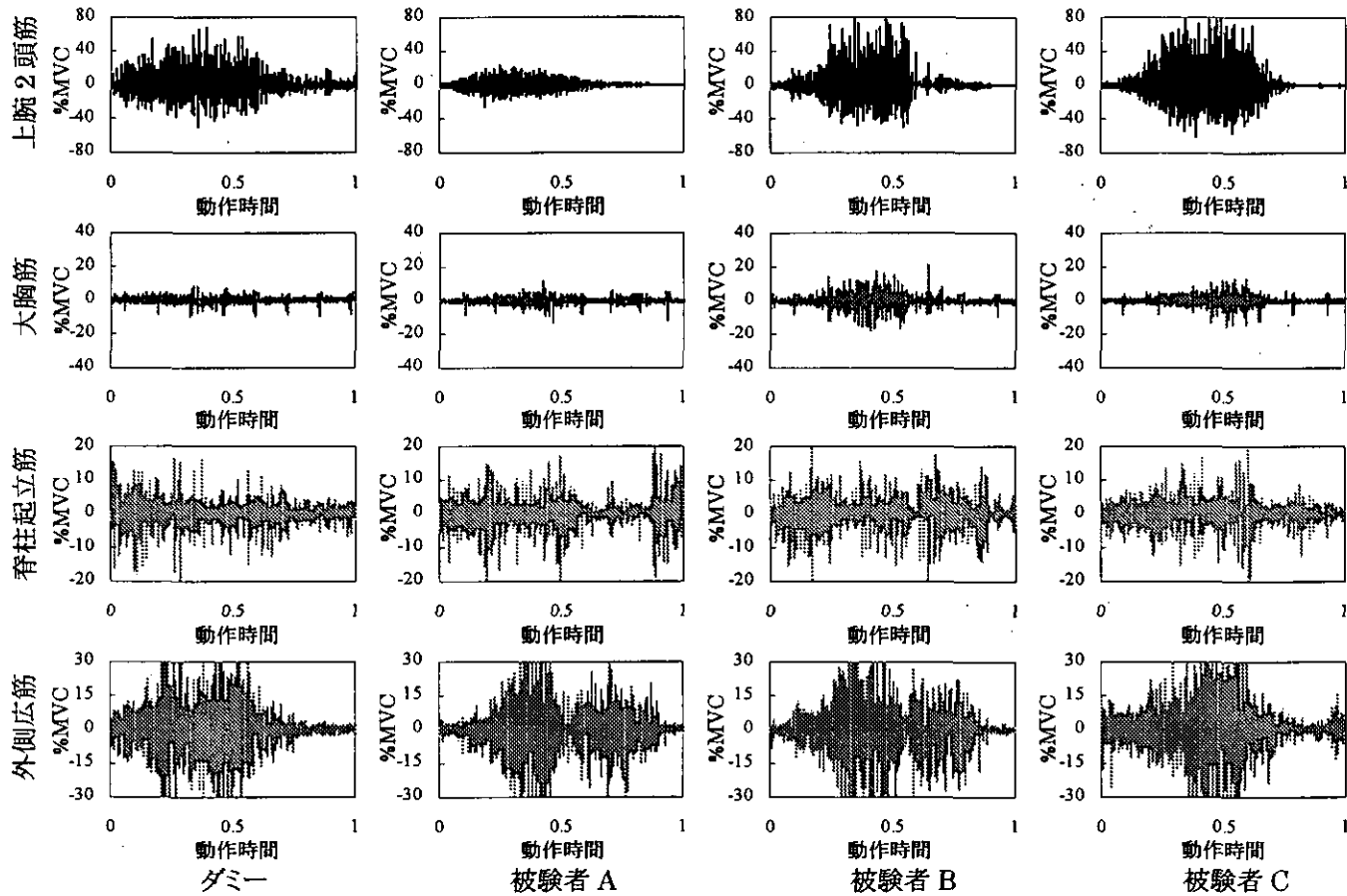


図 26 かつぎ型介助筋電図

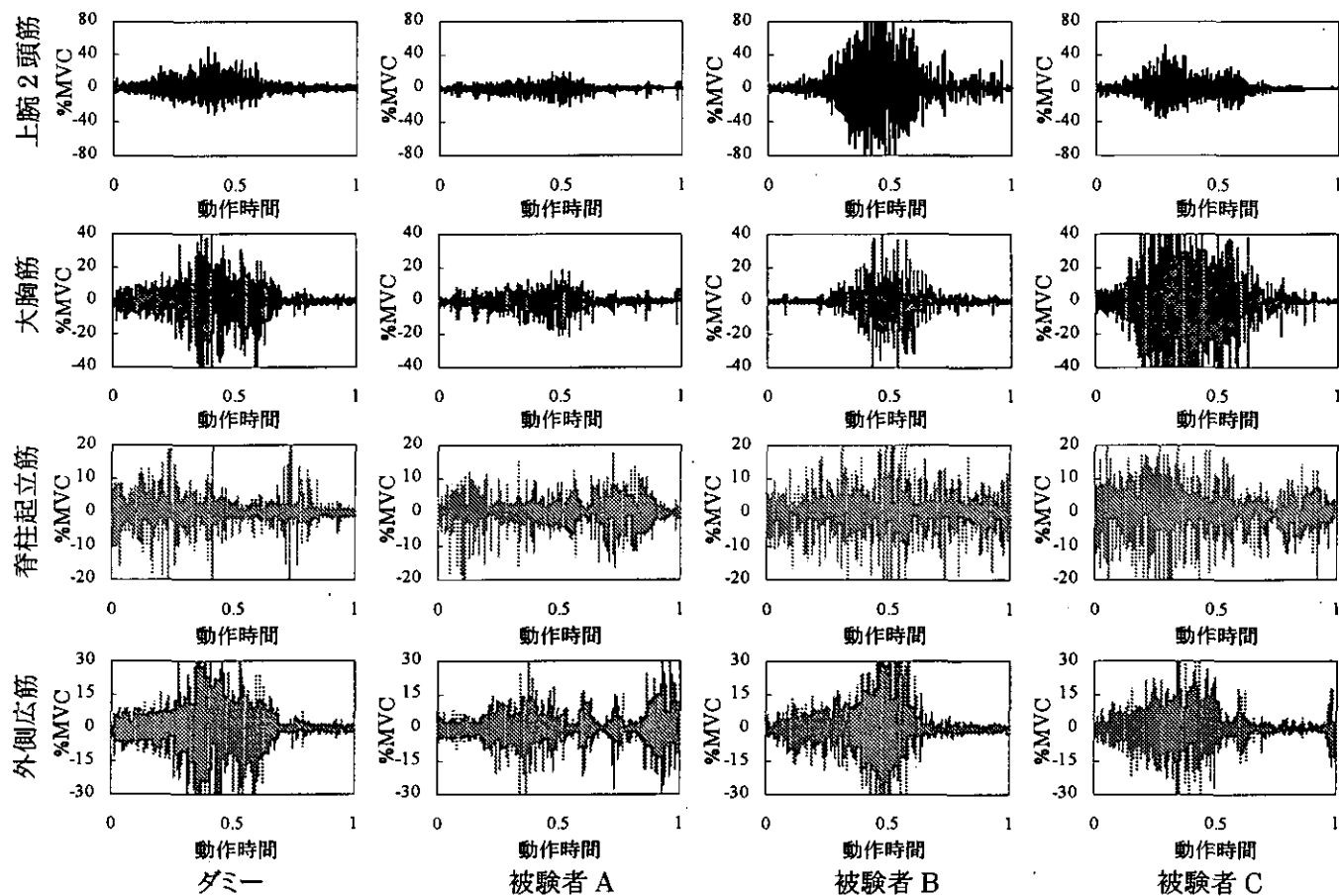


図 27 対面型介助筋電図

表8 ダミー・各被験者の胸囲 [cm]

ダミー	被験者 A	被験者 B	被験者 C
87	83	85	90

図 26 の上腕二頭筋の筋電を比較すると、被験者 B、C が被介助者のとき振幅が大きく、被験者 A のときにもっとも小さいことがわかる。これは被験者 A が完全脱力状態ではなかったことが考えられる。同様に図 27 の上腕二頭筋でも被験者 A の振幅がもっとも小さい。被験者 A は体重がダミーより重いため、本来ならばダミー介助時の振幅より大きくなるはずである。しかし、介助者からも被験者 A が最も軽かったとの回答を得た。被験者 B、C の振幅では C より軽い被験者 B がもっとも大きいことから、被験者 B がもっとも脱力していたと考えられる。このように介助経験が浅い場合には、腕で持ち上げようとするため、上腕二頭筋の活動は被介助者の脱力状態に大きく依存する。ダミー介助時の上腕二頭筋の値は被験者 B、C より小さく、妥当と考えられる。

大胸筋では、かつぎ型の振幅の方が対面型の振幅より小さいことがわかる。また、かつぎ型では若干脱力状態の被験者 B 以外、ダミーと各被験者での大胸筋の振幅に大きな違いは見られない。これは被介助者を抱きかかえるようにする対面型の特徴であり、かつぎ型では大胸筋はあまり使われないと考えられる。対面型の各振幅を見ると、被験者 A、B、ダミー、C の順に大きくなることがわかる。この順序は表 8 に示す被介助者の胸囲順であることから、大胸筋は介助者の腕のまわしやすさによって決まると考えられる。

脊柱起立筋の振幅は、どれも大きな違いは見られないが、若干対面型の被験者 B、C の振幅が大きくなっている。これにより、介助者の脊柱起立筋の活動は、被介助者の体重に依存していることがわかる。

外側広筋の振幅には、各動作、各被介助者間で大きな違いは見られない。

以上のように、開発したダミーは介助者の筋活動から見ても、脱力状態の被介助者と同等の動作で扱うことができ、訓練効果は十分にあると考えられる。

## D. 結論

全介助が必要な高齢者男性相当全身ダミーを開発した。ダミーの寸法・重量分布の誤差は 10%以下であり、全身 9 関節 22 自由度の非線形関節抵抗特性は実際のヒトとほぼ一致した。また、痛み閾値を再現したセンサは、被介助者が負担と感じる 21 箇所に配置した。この検出結果を振動およびブザーによって介助者へフィードバックすることは有効であり、これにより動作評価と十分な訓練効果を期待できる。

## 参考文献

- 1) 原田隆司, 土田和義: 衣服伸びと衣服伸び, 繊維機械学会誌, vol.36, No.6, pp.275-279 (1983)

### Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Takenobu INOUE, Atsushi TSUKADA, Takanori AIKAWA, Hideyuki HIROSE, Toru TAMURA, Kazuyuki ITOH, Koichi YOKOTA, Misato NIHEI, Hiroki ISHIHAMA,	Bottlenecks and their solutions for development of assistive technologies	Assistive Technology – Shaping the Future AAATE2003, IOS Press,		732-736	2003
田中隆之, 山崎 信寿	身体関節抵抗特性の計測	人間工学会第 33 回関東支部大会 講演集		11-12	2003

20030282

以降は雑誌/図書等に掲載された論文となりますので、  
「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。