

2017年3月20日

## 福祉機器「ヘルパーあゆみ」の人間工学的検証実験

### 1. 目的：

キョウワコーポレーションが高齢化時代に高齢者や身体障害者の椅子からの立ち上がりをサポートする目的で開発した「ヘルパーあゆみ」の効果について、人間工学的検証を行った。

#### 1.1 日時と場所：

実験は広島国際大学人間工学実験室、  
実施日は2017年3月10日（金）  
である。

#### 1.2 “ヘルパーあゆみ”の構造

ヘルパーあゆみは車いす、事務用いす、もしくは一般のソファなどの腰を掛ける用具に「腰を掛けている状態」から「立ち上がる動作を行う」際に、座面折り曲がりながらが上方に上昇して、立ち上がり動作をサポートする装置である。

この装置は高齢者や身体障害者など脚力に問題を持っている人々には非常に役に立つ装置である。



図1. 左の機器に腰を下ろし、左方向に上体を曲げると右図のように立ち上がる。

### 2. 実験方法

#### 2.1 筋電図

立ち上がり動作は主として、

(1) 大腿部—大腿直筋

(2) 下肢部—前脛骨筋

などが主要な働きをし、ほかに長腓骨・起立筋なども作用する。

本実験では、大腿直筋と前脛骨筋の筋電図 (EMG) を採測する。

## 2.2 筋電図 (EMG)

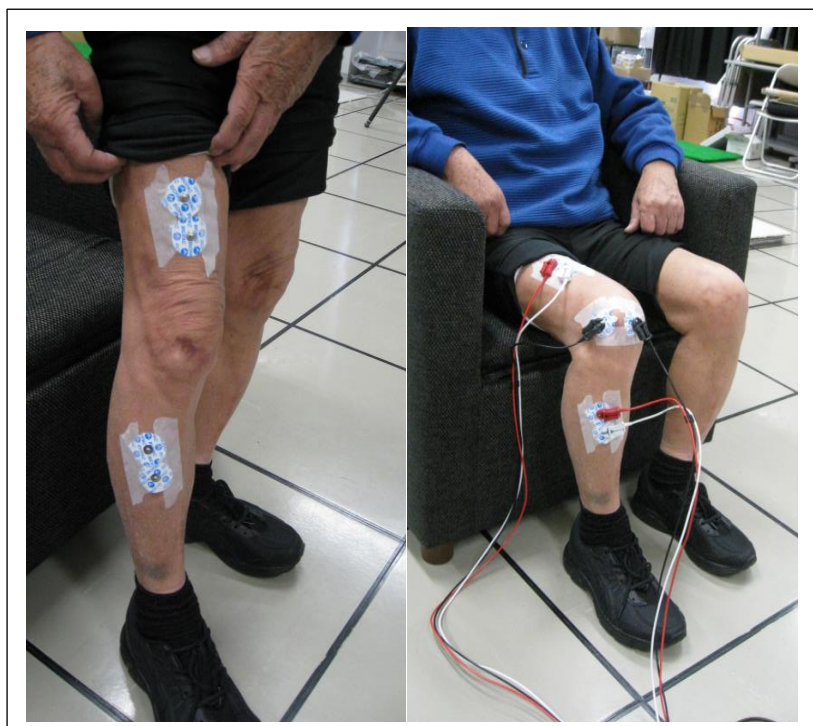


図 2. 電極装着図, 上が大腿直筋、下が前脛骨筋。

## 2.3 測定用いす

測定用椅子は図 2 の右図のような応接用椅子である。

## 3. 筋電図測定結果

### 3.1 78歳の女性の場合

図 3 は 78 歳(体重 50 kg)女性の「ヘルパーあゆみ」のサポートがない場合の筋電図、図 4 はそのサポートがある場合の筋電図である。

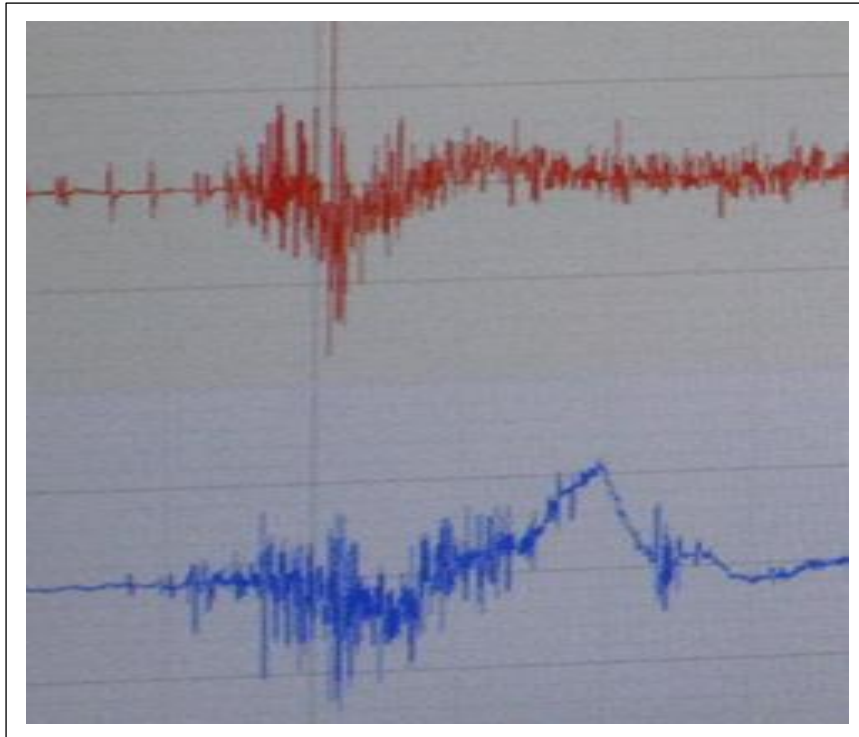


図3. 78歳の女性（サポートなしの場合）

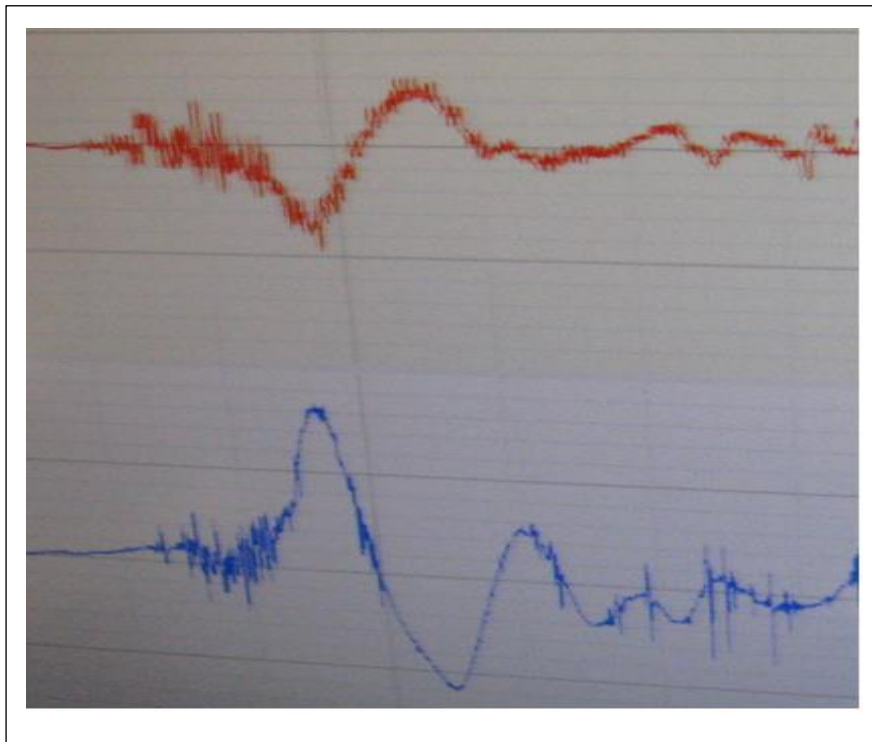


図4. 78歳の女性（サポートあり）

また、図5は81歳の男性(体重52kg)のサポートがない場合の筋電図、図6はサポートがある場合の筋電図である。

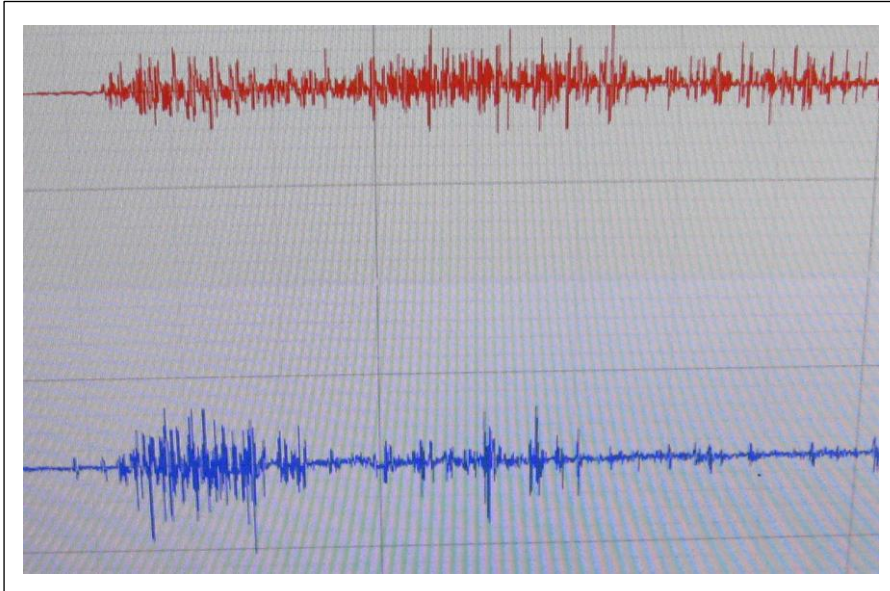


図5. 81歳の男性、サポートなし

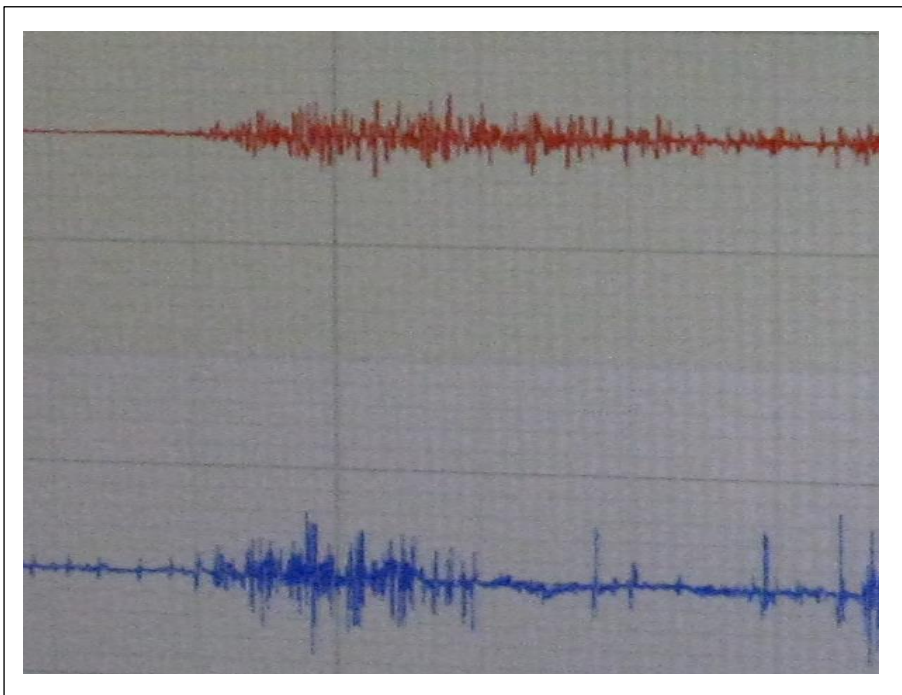


図6. 81歳の男性、サポートあり

#### 4. 筋電図外観の結論

実験の統計分析による結論は後述することになるが、さしあつ

て、筋電図から見た結果について報告する。

男女ともに「ヘルパーあゆみ」がない場合、筋電図（EMG）の髭のような立筋（バーストと呼ぶ）が固まって発生しているが、これが筋肉が激しく活動している状況を示す。反面、「ヘルパーあゆみ」のサポートがある場合には、このバーストが小さくなっている。つまり、サポートによって筋肉の働きが小さくなっている。この両者の差異は女性の場合に顕著である。

問診によると、この女性は日常的にほとんどベッドに伏せた生活をしており、肢を使う機会が極端に少ないという。

他方、男性の場合、サポートがあると、大腿筋のバースト発生が前脛骨筋のバースト発生より1～2秒遅れている。つまりサポートにより上体が浮き上がりつつある時には上肢を全く使っていない、という状態にあり、その後下肢を使う、という状況がよくわかる。

筋電図外観からみると、以上の解釈から「ヘルパーあゆみ」は足が弱い高齢者や身体障害者には効果的な作用をもたらしている、と言える。

## 5. 筋電図の統計分析

### 5.1 統計処理

統計処理を実施するデターとして、電極を張り付けた大腿直筋と前脛骨筋の結果を

- ・立ち上がり動作時間
- ・筋電最大値
- ・筋電平均値

の3点から分析及び検討を行う。

### 5.2 大腿直筋

#### 5.2.1 立ち上がり動作時間

立ち上がり動作時間に関して、アシストがある場合（左図）となない場合（右図）との比較が、図7である。アシストアリのほうがない場合より、立ち上がり時間が格段に短縮されている。統計的には両社の差は  $p < .0001$  で圧倒的に大きい。動作が短縮している。軽々と立ち上がっている感じである。動作時間では役20%の節約になっている（表2）。



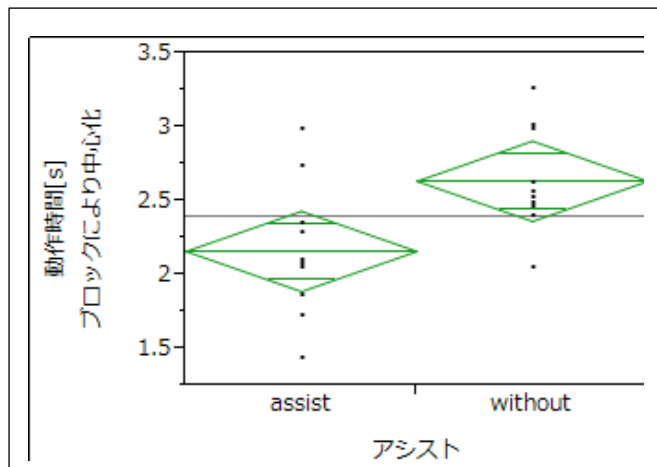


図7. アシストあり（左）となし（右）

分散分析					
要因	自由度	平方和	平均平方	F値	p値(Prob>F)
アシスト	1	1.2428303	1.24283	79.3247	<.0001*
椅子	0	0.0000000	.	.	.
誤差	18	0.2820176	0.01567		
全体(修正済み)	19	1.5248479			

表1. 立ち上がり動作の分散分析

各水準の平均					
水準	数	平均	標準誤差	下側95%	上側95%
assist	10	2.16140	0.12947	1.8894	2.4334
without	10	2.63615	0.12947	2.3641	2.9082

平均の標準誤差および信頼区間は、各グループの誤差分散がすべて等しいと仮定したときのものです

### 5.2.2 大腿直筋の最大筋電の比較

図8に示す通り、アシストあり（左）がない（右）に比べて格段に小さい。つまりアシストがあると立ち上がりの労力が小さくて済む。この差は  $p < .0001$  で有意であり、62%の労力の節約になっている。

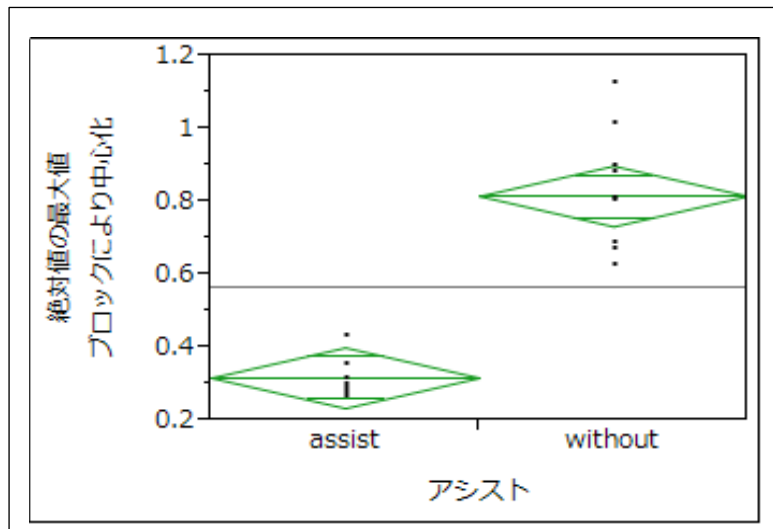


図 8. 大腿直筋の最大筋電の比較

表 2. 大腿直筋最大筋電の分散分析

分散分析					
要因	自由度	平方和	平均平方	F値	p値(Prob>F)
アシスト	1	1.2428303	1.24283	79.3247	<.0001*
椅子	0	0.0000000	.	.	.
誤差	18	0.2820176	0.01567		
全体(修正済み)	19	1.5248479			

表 3. 大腿直筋最大筋電の分散分析

各水準の平均					
水準	数	平均	標準誤差	下側95%	上側95%
assist	10	0.317165	0.03958	0.23401	0.40032
without	10	0.815729	0.03958	0.73257	0.89889

平均の標準誤差および信頼区間は、各グループの誤差分散がすべて等しいと仮定したときのものです

### 5.2.3 大腿直筋筋電の積分値の比較

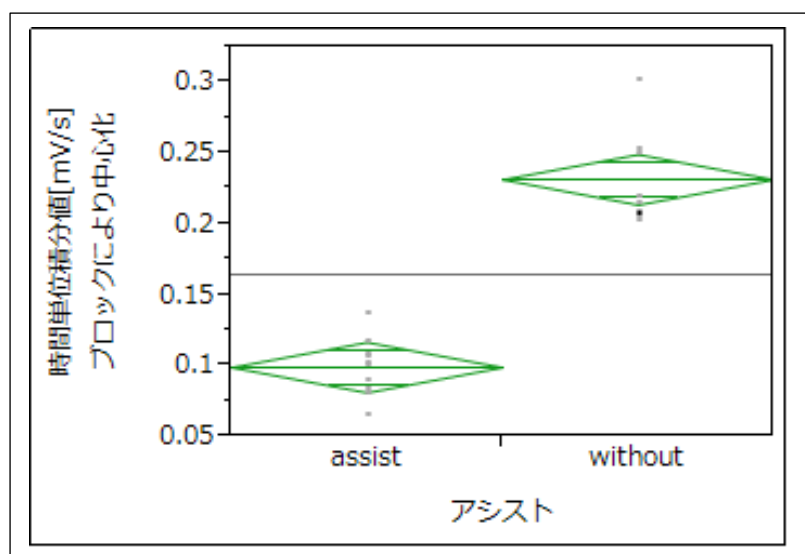


図 9. 大腿直筋筋電積分値の比較

表 4. 大腿直筋の筋電積分値の分散分析

分散分析					
要因	自由度	平方和	平均平方	F値	p値(Prob>F)
アシスト	1	0.08809025	0.088090	122.4766	<.0001*
椅子	0	0.00000000	.	.	.
誤差	18	0.01294634	0.000719		
全体(修正済み)	19	0.10103659			

積分値比較で大きな有意差がある。

表 5. 大腿直筋積分値の平均値 (アシスト効果 68%)

各水準の平均					
水準	数	平均	標準誤差	下側95%	上側95%
assist	10	0.098905	0.00848	0.08109	0.11672
without	10	0.231638	0.00848	0.21382	0.24946

平均の標準誤差および信頼区間は、各グループの誤差分散がすべて等しいと仮定したときのものです



## 5.24 大腿直筋平均筋電の比較

大腿直筋の平均筋電のアシストあり（左）となし（右）の結果は

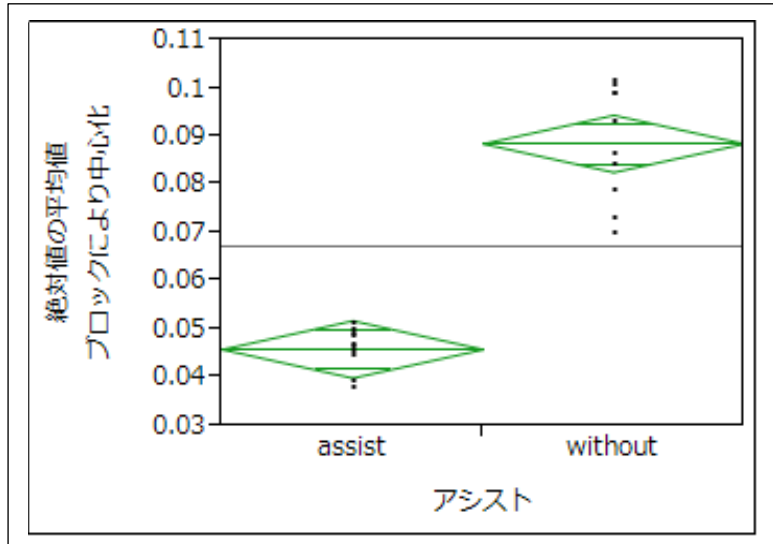


図 10. 大腿直筋の平均筋電

表 6. 大腿直筋平均筋電の分散分析

分散分析					
要因	自由度	平方和	平均平方	F値	p値(Prob>F)
アシスト	1	0.00907210	0.009072	114.0132	<.0001*
椅子	0	1.5407e-32	.	.	.
誤差	18	0.00143227	0.000080		
全体(修正済み)	19	0.01050437			

表 6 のとおり、 $p < .0001$  で有意である

表 7. 大腿直筋

各水準の平均					
水準	数	平均	標準誤差	下側95%	上側95%
assist	10	0.098905	0.00848	0.08109	0.11672
without	10	0.231638	0.00848	0.21382	0.24946

平均の標準誤差および信頼区間は、各グループの誤差分散がすべて等しいと仮定したときのものです

筋電平均値レベルでは、アシストの効果は 58%の労力節約になる。

### 5.3 前脛骨筋のアシスト有無の分散分析

#### 5.3.1 前脛骨筋の動作時間の分析

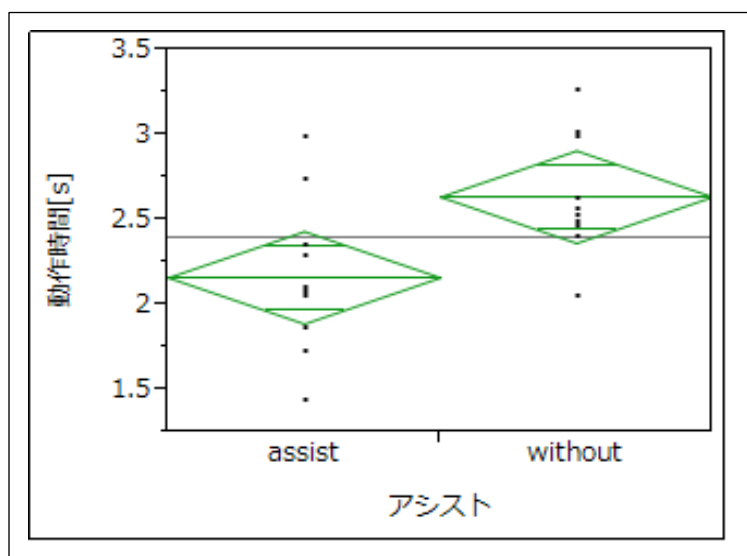


図 11. 前脛骨筋での動作時間

前脛骨筋、つまり膝より下の筋肉に関して、起き上がり時間を比較したのが、図 10 である。差は大きくはないが、 $p < 0.0184$  で、有意差が存在する。つまり、アシストアリが立ち上がり動作が早い。

表 8. 前脛骨筋の動作時間の分散分析

分散分析					
要因	自由度	平方和	平均平方	F値	p値(Prob>F)
アシスト	1	1.1269378	1.12694	6.7232	0.0184*
誤差	18	3.0171634	0.16762		
全体(修正済み)	19	4.1441012			

#### 5.3.2 前脛骨筋の最大筋電の比較

最大筋電の比較は図 11 のとおり、アシストありがない場合より最大筋電が小さい。労力が節約されている。

両者の差は、 $p < 0.0001$  で、大きな有意差が存在する。また表 8 のとおり、アシストありはなしより約 50% の労力を節約している。

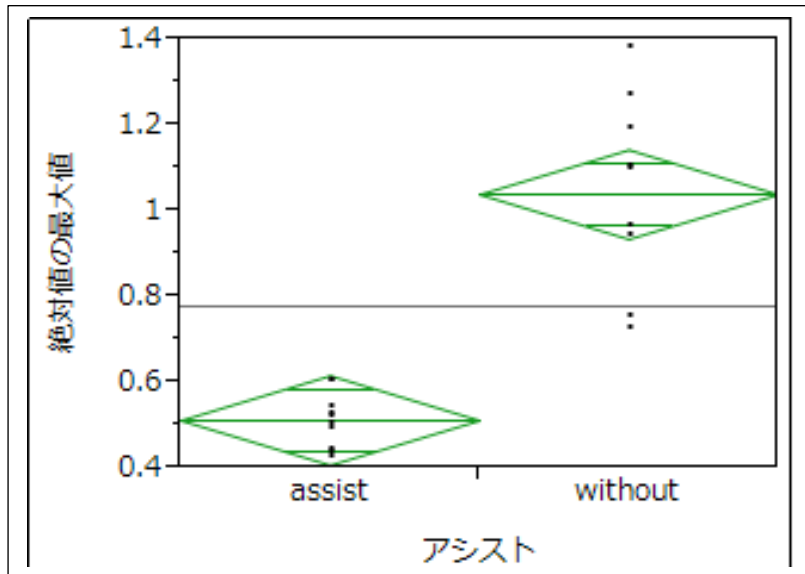


図 1 2。前脛骨筋最大筋電の比較

表 9．前脛骨筋最大筋電の分散分析

分散分析					
要因	自由度	平方和	平均平方	F値	p値(Prob>F)
アシスト	1	1.3886924	1.38869	56.3539	<.0001*
誤差	18	0.4435625	0.02464		
全体(修正済み)	19	1.8322550			

表 1 0．前脛骨筋の筋電平均

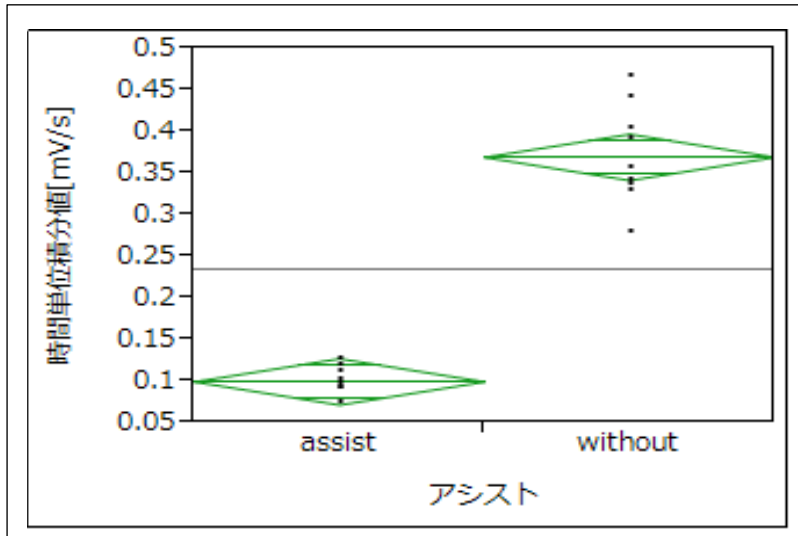
各水準の平均					
水準	数	平均	標準誤差	下側95%	上側95%
assist	10	0.51168	0.04964	0.40739	0.6160
without	10	1.03869	0.04964	0.93440	1.1430

平均の標準誤差および信頼区間は、各グループの誤差分散がすべて等しいと仮定したときのものです

### 5.3.3 前脛骨筋の筋電積分値

積分値とは、一定の動作を行う間の筋電の総和、つまり労力の総和を意味する。前脛骨筋の筋電積分値の比較は、図12のとおり、

図12. 前脛骨筋の筋電積分値の比較



アシストがない場合より、格段に小さい。つまり労力をかなり節約している。両者の差の検定は表9のとおり、 $p < .0001$ で大きく

表11. 前脛骨筋の筋電積分値の分散分析

分散分析					
要因	自由度	平方和	平均平方	F値	p値(Prob>F)
アシスト	1	0.36461611	0.364616	208.2508	<.0001*
誤差	18	0.03151531	0.001751		
全体(修正済み)	19	0.39613142			

有意な有意差が存在する。

また表10の平均値比較からアシストありはない場合に比べて74%の労力の節約を行っている。

表 12. 前脛骨筋の筋電の平均

各水準の平均					
水準	数	平均	標準誤差	下側95%	上側95%
assist	10	0.099542	0.01323	0.07174	0.12734
without	10	0.369585	0.01323	0.34179	0.39738

平均の標準誤差および信頼区間は、各グループの誤差分散がすべて等しいと仮定したときのものです

### まとめ

総合的なまとめでは、アシスト作用は大きな効果がある。労力の節約が 60～70%にもあり、この装置は高齢者や身体障害者にとって有効である。

### <アシスト有無の比較>

大腿直筋	動作時間	p < .0001**
	筋電最大値	p < .0001**
	筋電積分値	p < .0001**
	節約パーセント	63%の労力の節約
前脛骨筋	動作時間	p < .05*
	筋電最大値	p < .0001**
	筋電積分値	p < .0001**
	節約パーセント	74%の労力の節約効といえる。