

高齢者対応型義足システムの開発研究

Development of Prosthetic System for Elderly Amputees

北山 一郎、小西 克浩

KITAYAMA Ichiro, KONISHI Katuhiro

前川 了一、菊池 陽、西原 一嘉 (大阪電気通信大学工学部)

MAEKAWA Ryoichi, KIKUCHI Akira, NISHIHARA Kazuyoshi (Osaka Electro-communication University)

キーワード: 義足、高齢切断者、階段下り歩行
イールディング

Keywords: Prostheses, Elderly amputees,
Descending stairs, Yielding

Abstract:

Elderly amputees are growing in accordance with increase of elderly persons. Almost all of them are decreasing physical and/or mental functions, as well as some of them have severely disability by diseases those are for example diabetics and other vascular diseases.

We aim to develop new prosthetic systems which provide stable and comfortable walking for those elderly amputees

First of all, we have an interview with 10 registered prosthetists and 20 amputees.

Key words are,

- (1) wearing a socket,
- (2) upper limb function,
- (3) knee stability,
- (4) light weight,
- (5) training,
- (6) locking knee joint,
- (7) descending stairs,
- (8) descending a slope.

We investigate down stairs walking by two transtibial amputees.

1 はじめに

高齢化が進む中、切断者数の分布においても高齢者の増加が見られるようになってきた。切断者の高齢化においては、高齢による機能低下ばかりでなく、糖尿病のような血行障害を有する人もあり、この場合、残された機能（残存機能）の低下が著しい場合も少なくない。

本研究では、機能が低下した下肢切断者に対し、残された身体機能への負担を減らし、安全に歩行できることを重視した義足システムの開発を行い、広く提供することを目指す。

はじめに、義足使用者の高齢化に対応する義足のあり方を調べるため、面談調査を実施した。調査では、大腿義足使用者と、大腿義足を主に製作している義肢装具士に対し、現状における課題等について、直接意見を尋ねた。義足使用者は高齢者を含む 20 名で、義肢装具士は県内を中心に義足製作実績の多い 10 名である。

また、調査を進めて行く中で、義足による階段の下りが、義足使用者のバリアになっており、また、使用者からは、階段を交互に下ることを望む意見も多かったことから、階段の下りの歩行分析を行った。

2 調査

2.1 義肢装具士への面談調査

2.1.1 調査結果

高齢者に対する義足の課題を調べる目的で、大腿義足を主に製作している義肢装具士に対し、現状における課題等について、直接意見を尋ねた。調査は、国立身体障害者リハビリテー

ションセンターの義肢装具士をはじめ、県内および国内の代表的な義肢製作所の義肢装具士に対して実施した。

調査で得られた意見の一覧表を表1に示す。これらから得られた高齢者に対する義足の主なポイントや注目すべき意見は、次のとおりである。

- ①高齢で義足使用者となった場合と以前から使用して高年齢になった場合では、状況が異なる。
- ②70才以上では、安全性を考慮して固定膝を多く使用する。その際ソケットは差し込み式が多い。
- ③高齢者では、吸着ソケットの装着が難しい。
- ④膝の安定性が重要である。
- ⑤軽量化が重要である。
- ⑥現在遊動式を使用している人は70才くらいまで、多くの場合そのまま使用できる。
- ⑦ソケットの装着がポイントである。
- ⑧吸着式、差し込み式、肩吊り式などにするのは、上肢機能と使用者の理解の程度から判断する。
- ⑨新しいものは受け入れにくい。
- ⑩介護にも義足は役立つ。
- ⑪難しい点も多いが、シリコンライナーが使えればよい。
- ⑫機能のみを見るとC-LEGはよいと思う。
- ⑬方式としては、骨格構造で、差し込みソケット、固定膝、SACHか単軸足部の構成が基本である。
- ⑭高齢であっても遊動式膝継手の適応は広いと考えられるが、そのためには、訓練等が重要である。
- ⑮現状の固定膝は軽量ではあるが、“がた”が生じやすい。

2.1.2 まとめと考察

まとめると、高年齢になると、ソケットの装着が簡単で、転倒の危険性が少なく、全体として軽量であることが重要であることが分かる。そのため、差し込み式ソケットと固定膝を使用した義足構成が一般的である。

一方、このような方式の義足が義足全体でしめる割合は、1割かそれ以下程度であるという意見も多い。したがって、軽量で扱いやすい固定膝の開発とともに、現状の膝継手の安全性を向上させることも重要であると考えられる。

また、同調査では、高齢者に対応する義足がどのような部品で構成されているかという方式についても尋ねた。表2には、それらをまとめて示す。

アンケート調査ではなく、面談調査を実施したのは、義肢装具士が感じていることを直接

尋ねることで、高齢者に対する義足への意識（思い）を感じることができると考えたからである。そこでのキーワードは、

- ①高齢者という言葉で、簡単にひとくくりにできないこと、個人差も大きいこと、
 - ②ソケットの装着がうまくできるかどうかで、義足の構成が大きくことなること、
 - ③よい機構でも操作が複雑であれば高齢者には適応できないこと、
 - ④かなり困難なケースでも義足装着に自信があること、
 - ⑤十分時間をかけて訓練と義足適合を行うことができれば、大半は義足装着が可能であること、
 - ⑥最終的には固定膝となったとしても、どのようなケースでも、できれば遊動膝での歩行が獲得できるようにチャレンジすること、
 - ⑦現在使用している義足を変えることは難しいこと、
 - ⑧とにかく、軽量でシンプルに作りたいこと、
 - ⑨実生活では使用しても、義足製作訓練中は、杖や歩行器を使用しないようにしていること、
 - ⑩新しい膝、足部の使用にもチャレンジする気持ちを常に維持していること、
- などである。

多くの義肢装具士から、高齢者に対して限られた時間で義足の適合を行うことに対する自信と、一方では、十分な訓練等の時間があればより確実に遊動膝での歩行獲得が得られることに対するジレンマのようなものも感じられた。

2.2 使用者への面談調査

2.2.1 調査結果

義足使用者への面談調査も同時に行った。調査は、兵庫県下を中心とした大腿義足使用者のうち、高齢者を中心とした20名に対し実施した。ここでも、アンケートのような形ではなく、○義足の重さ、○安定性、○階段、○坂道、○トイレ、○入浴、○義足使用時間、○要望、改善点や問題点、○高齢に対するコメント、○日常生活での問題点などについて、これらをキーワードとして示し、それに対しての意見を聞いた。

多くのコメントを得ることができたが、詳細の点は省略して、表3のようにまとめた。65歳以上の高齢者5名、主に50代の11名、40才以下の4

名である。

これによると、義足の重さについては、現状の義足の重さに問題を感じている人は少ない。しかし、軽量化に対しては、13人/20人中の要望があった。安定性に対する要望は、これより強く、軽量化よりもさらに重要と考えている人は、11/20で、軽量安定両方を入れると17/20であった。階段については、上りに問題を感じている人は少ないが、下りは多くの人から安定性への希望が訴えられている(12/20)。20名中、階段下りを交互歩行している人は5名で、65才以上の高齢者では、交互歩行で下ることを行っている人はいなかった。

坂道の下りは、すべての義足使用者が怖いあるいは注意するとしている。下り坂が急な場合、多くの使用者は斜めにジグザグに歩くとしている。

義足の装着時間については、家庭ではほとんど着けていない人は3/20であった。予想以上に義足は、家庭内でも使用されている。トイレについては、洋式であればほとんど問題がないが、外出先で和式しかない場合は不自由であるとしている。入浴では、全員義足は使用していないが、現状多くの問題はないとしている。手すりが重要な役割を果たしている。調査を行った家の浴室の例を図1に示す。義足ははずすと片足となるので、手すりおよび椅子が重要な役割を果たす。

このほか同義足使用者の住宅(公営バリアフリー住宅)の状況を図2に示す。

要望では、①汗対策、②ソケット、③安定機構などである。

膝継手では、5名の高齢者の内、77才と76才の2名は、固定膝を使用している。2人とも以前は遊動膝をしようしていたので、70才くらいから固定膝を使用するという、義肢装具士の意見と一致している。

2.2.2 まとめと考察

まとめると、①汗の対策を最も希望する。②安定性が重要である。③軽量化も重要である。④階段や坂道を安心して歩行したい。特に階段の下りは不自由である。⑤より高齢になっても義足歩行したい。⑥和式トイレは不自由。などである。

また、義足使用者の意見として、現在遊動式義足を使用している人は、将来的にも同様の義足を使用していきたいという意見が多く、現状の遊動式の義足(たとえば、インテリジェント大腿義足)の安定性を向上させる機構の開発も、重要な研究課題としてあげられる。これについては、研究4-3の足部連動式義足の開発研究の

成果を活用し、今回の階段の実験で得られた階段下りに必要な膝の制動トルクの結果から膝継手を設計することで、開発が進展する。さらにここでは、企業等との共同研究を生かすことで、安定性の高い膝継手の開発を効率よく進めることができると考える。

2.3 調査のまとめ

以上の調査から、本研究の目的である、義足システム開発のためのキーワードを挙げると次のようになる。

(1) ソケットと装着システム

本来、高齢化とともにソケットの適合性が求められるが、装着するための機能の低下から、ソケットの適合性が下がるか、高い適合性が得にくいソケットしか使用できない状況にある。

(2) 軽量で耐久性に優れた固定膝機構

膝折れを防止するためには、固定膝が有効である。現状の固定膝は軽量であるが、“がた”が生じやすいという意見も多いので、この点が開発要素である。

(3) 現行の義足の高機能化

高齢になっても現状の義足を長く装着していたという意見が多い。現状インテリジェント大腿義足などの遊動膝継手の使用者が多いことなどから、これらの義足の高機能化を実現することで、高齢になっても続けて使用できるものになると考えられる。高機能化の第一は、安全性の向上である。このための新たなシステムは重要な開発要素である。

(4) 階段やスロープなどへの対応

義足使用者は、階段の下りと坂道の下りに関して、多くの人が危険であることを認識して、注意して歩行を行っている。このことは、上記(3)の義足の高機能化とも一致するが、今後の義足開発のポイントであると考えられる。

階段の下りは坂道の下りにおいて、どのような点が問題であるのかを、歩行中の力学的なデータを取得することで分析を行う必要性がある。

本研究後半では、このための基礎データとして、階段の下り歩行中の力学的なデータと位置データを取得し、分析を行った。

図3には、大腿義足使用者による階段の下り歩行の例を示す。

表1 義肢装具士への面談調査結果(主な意見等)

Tab.1 Opinions to prosthetic system for elderly amputees by certified PO

1	高齢者全般	高齢者は①理解力、②歩行能力、③満足能力、④上肢能力等の低下、さらに、⑤全身、満足、反対足に病的な面を有することあり。
2	高齢者全般	高齢者のポイントは、①満足安定性、②軽量化、③意欲があること、④理解が低い、⑤満足の状態、⑥体力。
3	高齢者全般	高齢者満足キーワード: 安定性、本人の意欲(モチベーション)と理解。
4	高齢者全般	差し込み固定は満足全体の1割がそれ以下と思う。50才台ではどちらでも使うことができる。
5	高齢者全般	つけやすい→差込、下腿→PTB、軽いものが良い。
6	高齢者全般	満足度を以前から使用していた高齢になった場合と高齢で満足を使用するようになったのでは、大きく異なる。
7	高齢者全般	介護者のフォローがあれば、高齢者が対応できない場合でも対応可能。
8	高齢者全般	合併症があると非常に困難となる。
9	高齢者全般	使いやすいのが一番大切。
10	高齢者全般	満足は介護用としても重要な役割を果たす。満足で立つだけでも介護が楽。
11	高齢者全般	新しいものは受け入れにくい。
12	高齢者全般	病院でほとんど歩行できない場合、家では満足を着用していないようである。
13	高齢者全般	最初に使用した満足が得られ大きく影響する。
14	高齢者全般	長年使用している人の部品やシステムを替えることは難しい。
15	高齢者全般	(長期の経験として)糖尿病、脱臼、パーキンソン病、などでも、膝、股関節に拘縮や機能異常なければ満足装着歩行は可能。
16	高齢者全般	軽度の片麻痺があっても、満足装着歩行可能と思う。
17	高齢者全般	切断術(高齢)が広域で階段昇降できる能力があれば、普通の遊動膝継手に対応できる。
18	高齢者全般	十分な歩行が獲得できなくても、介護ツールとしても満足は役に立つ。満足で立つだけでも有用性が高い。
19	身体機能	血行障害は、片側から両側に至ることもある。
20	身体機能	[高齢者用の理想]遊動膝、安全、軽量。
21	身体機能	状態の良い人は、60才、あるいはそれ以下でも機能は低い。
22	身体機能	重度の片麻痺では、満足装着して歩行することは難しいと思う。
23	身体機能	多少の重複障害があっても、軽度であれば大半の場合、満足装着は可能であると思う。
24	身体機能	痴呆のために満足の使用が不適切となった場合もある。
25	身体機能	血行障害では、満足が製作できないこともある。
26	上肢機能	上肢の機能により作成するソケットの形態(吸着式、差し込み式、肩吊りバンド)が異なる。
27	上肢機能	上肢機能が低い場合、古い形式ではあるが肩吊りバンドでただソケットの上に断端を乗せるだけでもよい場合がある。
28	認知能力	操作方式の学習が大切。理解できる範囲の満足である必要がある。
29	年齢	高齢者は覚悟することへの対応が難しい。
30	年齢	70才以上はほとんど差し込み固定。
31	年齢	現在遊動膝を使用している人は、70才くらいまで大丈夫。
32	年齢	高齢切断は血行障害が7、8割占める。
33	年齢	80才くらいは固定膝にならざるをえない。
34	ソケット	差し込みがスムーズになる少しスムーズに作り、膝下で調整する。
35	ソケット	シリコンライナーは不適当と思う→手入れ必要(高齢者は手入れしない人多い、握力が弱いのでライナーめくれない)。
36	ソケット	下腿PTB、骨格が多い。理由は、アライメントがとりやすいことである。
37	ソケット	ソケット装着できない場合は肩吊りバンドでも良い。
38	ソケット	ドーニングスリーブは良いが、高価である。
39	ソケット	四辺形ソケットよりも、ICRソケットの方が、差し込みソケットに近く高齢者には良いと思う。
40	ソケット	使えればシリコンライナーが良い。
41	ソケット	TESbetなど腰ベルトも有効であるが、締め付け感を感じやがる人もある。
42	ソケット	ソケットの適合が向上すれば、ソケットは軽く感じる。
43	ソケット	オイルをうまく活用することも大切。
44	ソケット	一般に差し込みでは吸着ほどのソケットの適合は難しいので、満足が重さがより負担となる。
45	ソケット	汗対策も重要。
46	ソケット	2重ソケットの方が扱いやすい場合がある。
47	ソケット	高齢者は立って満足をつけることが難しい。
48	ソケット	糖尿病で下腿満足の方は、断端の変化があるのでPTBカライナーが意見の分かれるところである。
49	足部	足部は軽量化された単輪が有効である。特に、HCでの、“べたん”が有効である。
50	足部	ゆっくるとき、SACHでは筋力がある。本当はグライシンがよい。スーパーアングルも悪くない。
51	足部	J-Foot(沈み込みすぎ、反発弱)よりSureFlexⅢのほうを進める。
52	足部	J-Footは履きやすく、単輪に近い感じになるので、悪くはない。つま先は比較的柔らかい。
53	足部	足部については、AKは青筋強く、BKは青筋弱い方がよいと思う。
54	足部	単輪前バンパーはしっかりしたものほしい。
55	足部	通常高齢者では、SACHはだめと思う。理由: 立脚初期の安定性に問題。
56	足部	1D10が良いのは、つま先が柔らかいので、くつを脱いで(つま先で)室内を動きやすい。
57	足部	SureFlexⅢもこのように柔らかいが、長さの問題がある。
58	足部	SureFlexⅢは、足首上げが難しい。高齢者でも女性には好まれないこともある。
59	足部	足部は、満足歩行能力の獲得の過程で使い分ける。
60	足部	階段や坂道ではそれに対応した硬さ柔らかさの足部がある。
61	足部	(一般的な満足でも言えることであるが)足部はrolloverが重要。
62	膝継手	遊動膝が多いが、最近70才を越えて固定希望の人が少しいている。
63	膝継手	大腿では固定と遊動が瞬時に切り替えられるものが望まれる。
64	膝継手	訓練が十分でない場合、結果として安全な固定膝を選択する機会が多いように思う。
65	膝継手	病院内だけでも、固定と遊動が切り替えて試すことができれば良い。
66	膝継手	立脚相中期では、安定性とスムーズさが必要。
67	膝継手	遊動、固定の切り替えは、POの作業により可能ともなると良いと思う。
68	膝継手	断端が長ければ、大半遊動が使用できる。
69	膝継手	固定は安全であるが、歩くとき体力を消耗する一歩いすになることもある。できれば遊動を使いたい。
70	膝継手	現在遊動膝を使用している人は、70才くらいまで大丈夫。
71	膝継手	通常の病院等は、安全を見越して固定が多い。
72	膝継手	[一般満足での理想の一つ]遊動中につま先が地面に触れても膝屈曲しない膝継手。
73	膝継手	3R40微調整必要。一度3R40を使用すると、遊動にかえることはできない。
74	膝継手	下腿はほとんどPTB、骨格満足である。すじ金式もある。
75	膝継手	多軸+油圧シリンダ+空圧シリンダなどの機構を有した軽いものが理想。
76	膝継手	多くの場合、遊動からはじめて、それで難しいなら固定にする。
77	膝継手	固定膝の場合、変形性関節症を伴うことになる場合も比較的多いと思う。
78	膝継手	膝固定と遊動では、体重の移動が異なる。固定から遊動へは難しい。
79	膝継手	電車での移動を考えると膝の安全性は重要。
80	膝継手	最初遊動膝からはじめて、どうしても難しい場合、固定となる。
81	膝継手	反遊動は下り坂に良いが、良い製品がない。替わりとして3R60が良いようである。
82	膝継手	小原固定膝は機能は良いが屈曲時に膝が大きく開くのが問題。
83	膝継手	ケーブルを引く方式とボタン式は使用者の身体能力に応じて使い分ける必要がある。
84	膝継手	ケーブルを引く方式では、ケーブルを引くと同時に転倒したことがある。このような場合、ボタン式がよい。
85	膝継手	機能のみまみるとG-LEGは高齢者にもよいと思う。
86	訓練	たとえば、兵庫リハは吸着、遊動多い→(理由は)トレーニンシステム、修理調整システムが完備。
87	訓練	通常の病院等は、安全性を第一に考えて固定が多い。
88	訓練	医療事故の問題もあり、訓練期間が短い場合、満足装着せずに車いすということも多いと思う。
89	訓練	[一般満足での理想の一つ]遊動中につま先が地面に触れても膝屈曲しない膝継手。
90	訓練	転倒には2種類ある→一種ではものを踏むような時、遊動相中につま先で転倒しない機能がほしい。
91	訓練	Yielding機能があれば良いが、3R80は効かせ換わることもあるのでうまく使いこなせないのでは。
92	訓練	訓練が全くできないのが普通である。
93	訓練	多くの施設ではPTもないことが多い。つまり、満足に関しては患者さんとPOのみである。
94	訓練	訓練は大切と思う。特に、高齢者は安全を確保しながら、十分訓練する必要があるが、現実にはなかなか困難である。
95	訓練	平行棒での訓練は人によっては長期にわたる。
96	平行棒・杖	経験は少ないが“杖”も有効な歩行補助具である。
97	平行棒・杖	訓練は、平行棒内で行う。歩行器を使うことはまずない。
98	平行棒・杖	杖の使用は、あまり考えたことがない。
99	平行棒・杖	体重移動の訓練に影響するので訓練中は杖はなるべく使わない。日常生活では使用しても良いと思う。
100	軽量化	70才以上の人は、軽くて欲しい要望もある。
101	軽量化	高齢者では軽量化が重要。
102	軽量化	軽くなるなら単輪足部は使わない。

表2 高齢者のための現状の義足構成
Tab. 2 Prosthetic systems for elderly amputees

義足方式	構造	ソケット	補助装置	義足手	足部	ポイント(義足)	ポイント(使用者)	留意
大腿義足	方式Ⅰ (最も多いもよう)	骨格構造 差し込み ※半吸着もトライ	懸垂ベルト	Otto Bock 3R40 テンチン付	①SACH (Otto Bock 1D10) ②単軸 (2R51+1H38) ※単軸の方が多いもよう	○軽量 (2.5kg以下) ○できるかぎりチタン使	○軽力低下 ○一操作低下 ○血行障害も多い ○調整受けられない	○少しガタがくる
	方式Ⅱ	骨格構造 差し込み	懸垂ベルト	LAPOC SL0701 テンチン付	①SL1010 上記使う場合もある	○軽量 (2.5kg以下)	同上	○比較的ガタがある
	方式Ⅲ	骨格構造 差し込み	懸垂ベルト	アラフォー0191710 テンチン付 ※価格表では019355	方式Ⅰと同様	○膝屈曲歩行との調立	同上	○重い、○ガタは少ない ○最近のものは重量ブレーキの効き悪いので使いにくい
	方式Ⅳ	骨格構造 できれば吸着	懸垂ベルト	Otto Bock 3R17 テンチン付	方式Ⅰと同様	○固定運動四方可能 ○足部は単軸	同上	○40より重い、固定運動が切り替えられるのがよい。
	方式Ⅴ	骨格構造 TCが差し込み	懸垂ベルト	小原34S-050固定脚	方式Ⅰと同様	○レバーをうまく握め込	同上	○ボタン押せないひともある
	方式Ⅵ	骨格構造 差し込み	懸垂ベルト	LAPOC SL0720 テンチン付	①SL1010 方式Ⅰと同様もある	○半運動	同上 ○半運動を生かす	○調査施設では使用例は少ない
	方式Ⅶ	軟構造 差し込み	懸垂ベルト	軟構造固定脚	方式Ⅰと同様 ○あるいは従来型足部	○減っている	同上 ○以前からずっと使用	
下腿義足	方式Ⅰ	軟構造 差し込み ※少しスリットに作り残して調節			①単軸 (古い人) ②SACH (新しい人)	○軽量 (約0.8kg、骨格1kg)	○軽量 (1kg以下) ○足部は単軸も多い	○非常に軽くできる
	方式Ⅱ	骨格構造 差し込み (PTB)	ベルト		①1D10多い	○軽量 (約1kg～1.2kg)	○軽量 (1kg以下) ※骨格でも軽で軽量可 ○足部単軸もある	
	方式Ⅲ	軟構造 差し込み	ベルト		①1D10	○軽量 (約1kg)		
	方式Ⅳ	骨格構造 TC	ベルト		単軸多い	○軽量	○操作性	

※(参考)厚生労働省「補装具の種目、受託報酬の額等に関する基準」における義足用部品、ロック式義足は次の通り：
オットーボック 3R17、3R39、3R40、プラットフォーム 019355、ベッサーU-754B、U-10400、ホスマー 60471、ラポック M0726、M0728、SL0701、SL0710、SL0720-A、小原34S-050、警愛A3-1-1、A3-1-2、A3-2-1、A3-2-2、高峰TG1005、TG1013、TG1014、TG1023、TK-1C1等

表3 義足使用者への面談調査結果 (主な事項に対する意見等)
Tab. 3 Opinions to prosthetic system by some prosthetic users

No.	年齢	性別	現義足の重さ	軽量化の要望	安定性最重要	階段下り	階段上り	坂道下り	坂道上り
1	77	男	×(問題なし)	×(問題なし)	○(安定性+軽量化)	×(安定希望)	×	×(注意する)	×
2	76	女	×(問題なし)	○(要望あり)	○(はい)	×(安定希望)	×	×(注意する)	×
3	73	男	×(問題なし)	○(要望あり)	×(軽量化)	×(安定希望)	○(手すり)	×(注意する)	○
4	72	男	×(問題なし)	×(軽い傾りない)	○(はい)	○(注意する)	○	×(注意する)	○
5	66	男	×(問題なし)	○(要望あり)	○(はい)	○(傾いた)	○	△(少し怖い)	△
6	59	男	×(問題なし)	×(問題なし)	○(はい)	×(安定希望)	△(手すり)	×(注意する)	×
7	59	男	△(疲れた時)	○(要望あり)	○(はい)	×(安定希望)	×(つらい)	×(少し怖い)	○
8	54	男	×(問題なし)	○(要望あり)	○(安定性+軽量化)	○(交互)	○	×(注意する)	○
9	53	女	×(問題なし)	○(要望あり)	○(安定性+軽量化)	×(安定希望)	×	×(注意する)	○
10	52	男	×(問題なし)	○(要望あり)	○(安定性+軽量化)	○(交互)	○	×(注意する)	○
11	51	男	×(問題なし)	○(要望あり)	○(安定性+軽量化)	×(安定希望)	○	×(注意する)	○
12	51	男	×(問題なし)	○(要望あり)	○(はい)	×(安定希望)	○	×(注意する)	○
13	50	女	△(疲れた時)	△(時々)	○(はい)	×(安定希望)	△(手すり)	×(注意する)	○
14	50	男	△(少し)	○(要望あり)	○(はい)	×(安定希望)	△(手すり)	×(注意する)	○
15	49	男	×(問題なし)	○(要望あり)	○(はい)	○(交互)	○	×(注意する)	○
16	47	男	×(問題なし)	×(問題なし)	○(はい)	×(安定希望)	○	×(注意する)	○
17	37	女	×(問題なし)	○(要望あり)	○(はい)	○(交互)	○	×(注意する)	○
18	35	女	×(問題なし)	×(特に問題なし)	○(安定性+軽量化)	×(安定希望)	○	△(少し怖い)	○
19	30	男	×(問題なし)	×(特に問題なし)	△(どちらかと言えば)	○(交互)	○	△(少し怖い)	○
20	29	男	×(問題なし)	×(特に問題なし)	×	△(1段階づつ)	○	△(少し怖い)	○

No.	年齢	義足装着	トイレ	風呂	要望1	要望2	要望3	義足	高齢化について
1	77	大半	○(和式不自由)	○(改良)	手すり設置希望	長く使用したい		SL701+単軸	70才から固定
2	76	大半	×(不自由)	○(手すり)	ソケット適合			SL701+SACH	続けて使用したい
3	73	大半	○(和式不自由)	○	体重増やさず長く使いたい			3R15(チタン)	続けて使用したい
4	72	屋内着けない	○(和式不自由)	○	現状満足			IP空圧	時々松葉杖使用
5	66	大半	○(和式不自由)	△(スリッパ)	不整地			3R60	ソケット合にくい
6	59	大半	○(和式不自由)	○(手すり)	手すり	義足の音	汗	筋金式運動	気分的には安定した
7	59	夕食後は必ず	△(和式不自由)	○(スリッパ)	ソケット装着	転倒		TotalKnee	けがに注意
8	54	大半	○(和式不自由)	○	荷重ブレーキ以外の安定機構	階段交互上り	小走り走行	IP空圧	健足、疲労
9	53	大半	○(和式不自由)	○	踵高さ対応	実用的な訓練	カマコ状道路	IP空圧	健足ついでにくい
10	52	ほぼ大半	○(和式不自由)	○	荷重ブレーキ以外の安定機構	不整地	汗	IP空圧	疲れる
11	51	ほぼ大半	○(和式不自由)	○	不整地対応	エスカレーター	ソケット	IP空圧	転倒注意
12	51	ほぼ大半	○(和式不自由)	○	膝安定機構	汗	足部底屈	IP空圧	健足への負担
13	50	大半	○	○(手すり)	転倒	汗		IP空圧	疲れた時重く感じる
14	50	屋内着けない	○	○(手すり)	汗	むれ		IP空圧	義足より高機能となること期待
15	49	屋内着けない	○	○	断端傷			IP空圧	腰の疲れ
16	47	大半	○(和式不自由)	○	日本式生活	冠婚葬祭		IP空圧	軽量、安定大切になる
17	37	ほぼ大半	○(和式不自由)	○	ストッキング破れ	膝屈曲角	カハ'段差	ラネック4節膝	将来健足心配
18	35	大半	○	○	良いソフトカバー	耐久性	多機能化	IP空圧	健足への負担
19	30	大半	○	○	走行	ソケット		IP空圧	—
20	29	大半	○	○	走行	ソケット		IP空圧	—

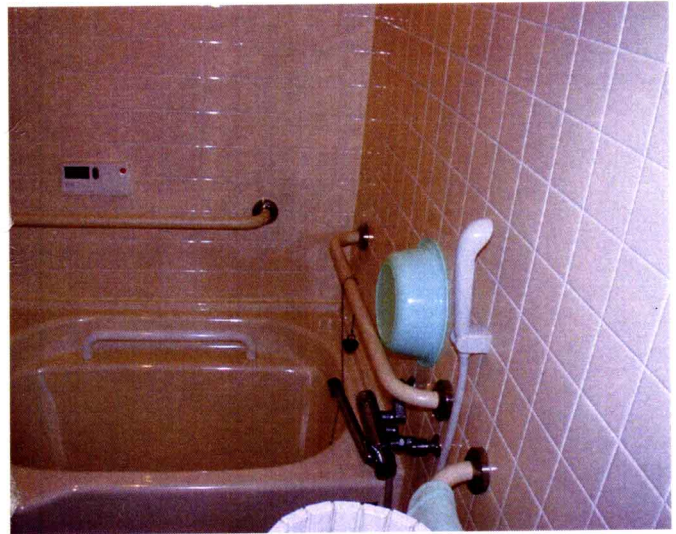


図1 浴室（手すりと椅子がポイント）
Fig.1 Bathroom with a chair and handrails

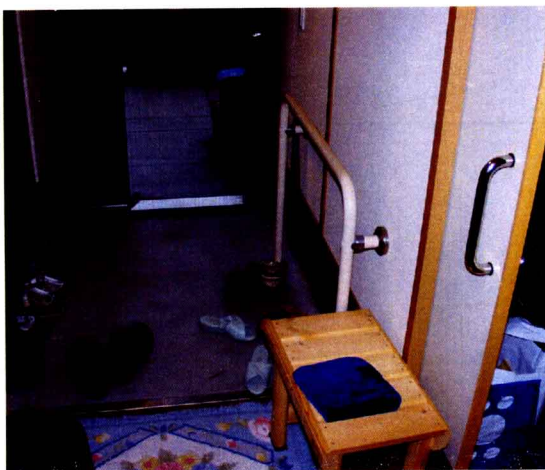


図2 玄関（左：手すり、椅子）とトイレ（右：アプローチが容易）
Fig.2 Porch and toilet



右大腿義足による階段の下り
(右前腕を失っているのでさらに階段下が困難)
図3 階段の下り歩行
Fig.3 Descending stairs with
a prosthesis(right side)

3 義足使用者による階段の歩行

3.1 目的と方法

大腿義足使用者に対する面談調査では、階段の下りおよび坂道の下りの各歩行に対し、安定性を希望する意見が多かった。

これらの歩行において、どのような点が問題であるのかを知る目的で、義足使用者の歩行の分析を行った。本年度は、そのはじめとして階段の下りの歩行分析を下腿義足使用者に対して実施した。ここで、分析の対象を下腿義足使用者としたのは、下腿義足使用者の膝の使い方を分析することで、膝にどのような機能を必要とするかを知ることができると考えたからである。健常者と大腿義足使用者では、膝継手のみではなく、足継手や足部の機能にも大きな差があるため、下腿義足使用者の分析から始めることとした。

図4に分析システムを図5に分析中の写真を示す。

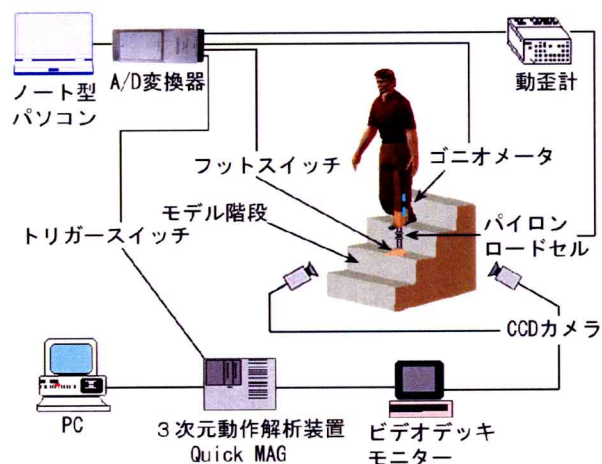


図4 階段歩行の分析装置
Fig.4 Gait analyzing system for stairs

3.2 結果と考察

階段から平地歩行への移行部分の分析結果例として力とモーメントを図6に示す。

また、階段下りのスティックピクチャーを図7に、その際の、荷重ベクトルを図8に示す。

図7、図9からも分かるように、階段の下りは、平地歩行と比べて荷重ベクトルの動きがかなり大きく異なる。特に、立脚相後半は、平地歩行ではみられないほど後ろにベクトルの方向が移動することが分かる。また、図6におけるセンサーのモ

ーメントから、膝関節周りのトルクを計算すると、約50Nmの値が得られる。同じ被験者で、平地歩行では最大膝周りトルクが約30Nmであることから、階段の下りにはかなり大きな関節トルクを必要することがわかる。

この結果は、今後の階段の下りを安全に行うための義足開発に生かせると考えられる。

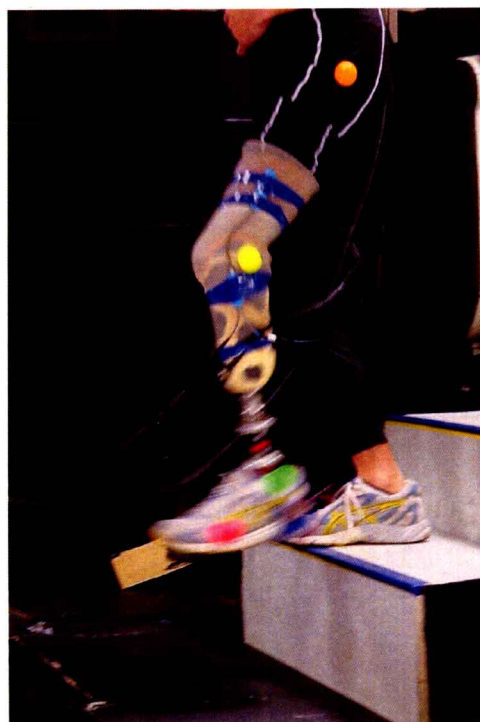


図5 下腿義足による階段の下り歩行
Fig.5 Descending a flight of stairs

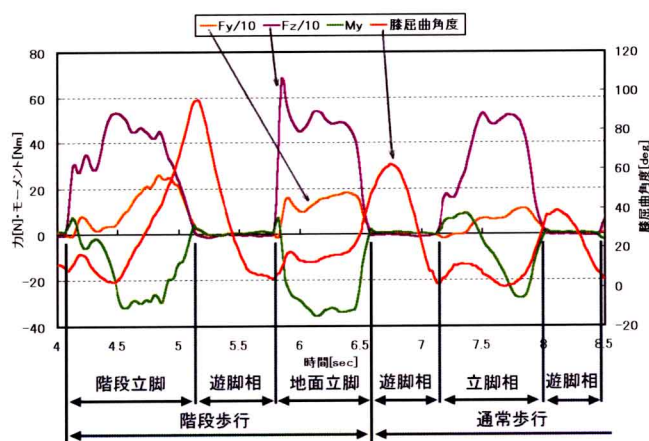


図6 下腿義足による階段の下り歩行の結果
Fig.6 Moment and loads during descending

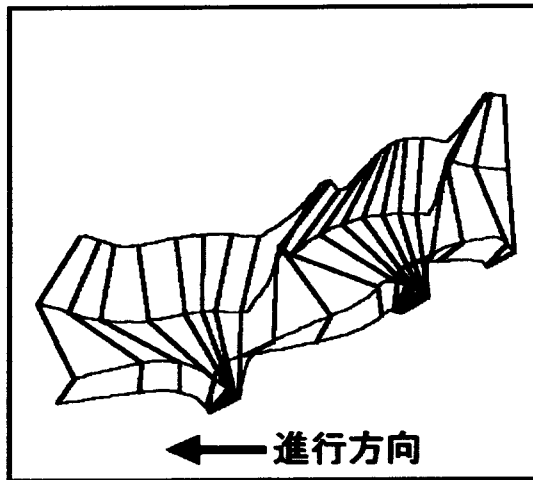


図7 階段下り歩行のスティックピクチャー
Fig. 7 Trace of markers during descending stairs

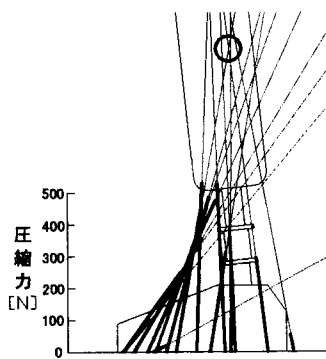


図8 階段下りの際の荷重ベクトルの動き
Fig. 8 Trace of reaction force vectors

4 おわりに

義足使用者の高齢化に対応する義足のあり方を調べるため、義足使用者と義肢装具士に対する面談調査を実施した。

義肢装具士への面談調査では、高齢で義足使用者となった場合と以前から使用していて高齢になった場合では大きく異なること、基本的には70才以上では固定膝が一般的であること、ソケットの装着やその他操作が理解しやすいことが大切であることなど、多くのポイントを得ることができた。

また、義足使用者への調査では、汗の対策、安定性、安全性が重要であること、軽量化が重要で

あること、階段や坂道を安心して歩行したいこと、特に、階段の下りと坂道の下りは不安が多いこと、高齢になっても義足歩行を続けて行いたい希望が多いこと、和式トイレが不便で、手すりが必要であること、などが分かった。

階段の下りと坂道の下りについては、どのような機能を義足に要求されるかを調べ、新たな義足の開発目標を得る目的で、歩行分析を始めることとした。今年度は、はじめに、下腿切断者による階段の下り歩行の分析を実施した。体重約50kgの人で階段の下りに対し約50Nmの膝の屈曲抵抗が必要であることが分かった。

階段の分析結果によると、階段を下りる時の荷重ベクトルは、膝前方から膝後方に大きく移動する(図8)。ブレーキトリガの位置は、図で○で示したような位置を例として、詳細に検討する必要がある。

開発要素としては、

- (1) 義足ソケットの装着
 - (2) 新たな固定膝継手
 - (3) 遊動義足の高機能化
 - (4) 特に、階段、スロープへの対応
- などが挙げられる。

これらの具体的な方式と機構について、今後さらに開発研究を続けていきたい。

謝辞

本研究の遂行にあたり、国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所補装具製作部、鉄道弘済会東京センター、早稲田医療福祉専門学校、神戸医療福祉専門学校三田校をはじめ多くの施設の義肢装具士から貴重な意見を聞くことができました。

また、義足使用者の方々から非常に多くの貴重な意見を聞くことができました。

ここに謹んで感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 青山孝ほか、次世代義足の開発に関するアンケート調査、労災リハビリテーション工学センター研究報告書、p21-31(1994)
- (2) 青山孝ほか、LAPOC 義足-SL モデルの開発研究、労災リハビリテーション工学センター研究報告書、p1-11(1991)