

- 2) ロボットアーム使用により得られている満足度を、ロボットアームがない状況で介助利用時間の追加によって得ようとすれば

→ 0.5～1時間分

(ロボットアームを使用することにより自分でやることができることの満足度も含めると3時間)

※ 1)で「0時間」、2)で「0.5～1時間(あるいは上記注記によれば3時間)」と回答の間に比較的大きな差があることに関して、Dさんは「ロボットアームが手に入れられるとしても、現在実際に使用している介助時間は減らせない。」ということ強調していた。

2-2 介助時間への影響

被験者宅におけるロボットアーム非導入時・導入時の介助時間等の違いは表4、表5のような結果となった。表4は導入時にロボットアーム利用があった行為区分全般についてまとめた結果、表5は被験者が「習慣的に行うようになった動作」とした動作に直結する行為のみに着目した結果である。個々の被験者の「習慣的に行うようになった動作」を表6にまとめた。これは被験者を対象に実施したロボットアーム使用時の1週間の生活記録調査の調査票中の、定着したロボットアームの利用行為を尋ねた部分より抽出した内容である。

表4で「導入時にロボットアーム利用があった行為区分全般」における非導入時と導入時の公的介助サービスと家族介助の合計介助時間数の比較を行うと、Aさんにおいて導入時の介助時間数が非導入時に比べ

て2時間半程度多かった。これに対し、Cさんではほぼ同程度、Bさん、Dさんでは、導入時の介助時間数のほうがそれぞれ60分、35分程度少なかった。

一方、表5で「習慣的におこなうようになった動作およびロボットアーム関係の行為について」における非導入時と導入時の合計介助時間数を比較すると、Cさんを除き導入時の介助時間数のほうが少なかった(5分～19分程度)。Cさんについては、習慣化された動作である水を飲むことの介助時間は導入時のほうが1分程度少なかったもののロボットアーム関連の介助にそれ以上の時間を要していた。

非導入時・導入時両評価時点とも家族が在宅しており家族による介助があったDさんについては、表4、5とも非導入時に比べて導入時の家族による介助時間数が少なかった(それぞれ17分半、5分程度)。

ロボットアームのうちiARMの導入費用を、重度訪問介護の費用に換算すると1日あたり43～54分×5年間分(1日あたり36～45分×6年間分)に相当する(時間の幅は、地域加算等加算事項該当の有無による)。これらの数字に対し、iARMを対象としたAさん、Bさん、Cさんに関して、表4の結果によれば、一部の被験者について「ロボットアームを使用した行為区分についての介助時間数」の非導入時と導入時の差がこの値より大きい場合があった。同じく、表5の結果において、「習慣的におこなうようになった動作およびロボットアーム関係の行為についての介助時間数」の非導入時と導入時の差は、どの被験者についても前掲数値より小さかった。

表4 ロボットアーム使用をともなう行為区分について非導入時・導入時の介助時間等
(導入時にロボットアーム利用があった行為区分全般について)

4-1 Aさん (使用機:iARM)

行為区分 ※ロボットアームの使用があった行為区分のみ		ロボットアーム 非導入時	ロボットアーム導入時	
		介助利用	介助利用	ロボットアーム利用
		時間数	時間数	時間数
C	筆記・読み	1:35:15	1:53:50	3:23:39
D	家電操作	0:20:18	0:05:35	0:13:00
E	パソコン操作	0:00:00	1:59:00	0:10:03
K	食事	1:42:22	2:06:59	1:10:24
O	ロボットアーム関係	-	0:04:46	0:05:32
P	その他	1:06:22	0:51:02	0:04:53
合計		4:44:17	7:01:12	5:07:31

ロボットアームの使用行為： 資料を読む、テレビのリモコンを取る、パソコン操作、食事、飲料を飲むなど

4-2 Bさん (使用機:iARM)

行為区分 ※ロボットアームの使用があった行為区分のみ		ロボットアーム 非導入時	ロボットアーム 導入時	
		介助利用	介助利用	ロボットアーム利用
		時間数	時間数	時間数
F	パソコン操作	0:02:00	0:14:57	0:01:53
I	洗面・入浴	0:05:16	0:46:04	0:10:00
K	食事	5:19:05	3:24:11	0:40:00
O	ロボットアーム操作	-	0:01:00	0:02:27
合計		5:26:21	4:26:12	0:54:20

ロボットアームの使用行為： iPadを保持する、歯を磨く、お酒を飲むなど

4-3 Cさん（使用機：iARM）

行為区分 ※ロボットアームの使用があった 行為区分のみ		ロボットアーム 非導入時	ロボットアーム 導入時	
		介助利用	介助利用	ロボットアーム利用
		時間数	時間数	時間数
K	食事	0:30:23 (0:15:45)	0:23:28 (0:00:00)	0:10:07
O	ロボットアーム操作	-	0:07:08 (0:00:00)	0:00:54
合計		0:30:23 (0:15:45)	0:30:36 (0:00:00)	0:11:01

※時間数の項、括弧内は内訳で家族による介助時間数である。ただし、導入時は家族が不在であった。

ロボットアームの使用行為： 飲料を飲む

4-4 Dさん（使用機：JACO arm）

行為区分 ※ロボットアームの使用があった 行為区分のみ		ロボットアーム 非導入時	ロボットアーム 導入時	
		介助利用	介助利用	ロボットアーム利用
		時間数	時間数	時間数
A	姿勢の変換	0:32:04 (0:30:26)	0:24:25 (0:22:43)	0:04:22
C	筆記・読み	0:00:00 (0:00:00)	0:00:00 (0:00:00)	0:03:54
D	家電操作	0:02:13 (0:02:13)	0:00:29 (0:00:29)	0:21:51
K	食事	0:29:32 (0:29:10)	0:26:13 (0:25:25)	0:17:28
O	ロボットアーム操作	-	0:00:03 (0:00:03)	0:00:00
P	その他	0:49:00 (0:28:24)	0:26:25 (0:24:03)	0:08:56
合計		1:52:49 (1:30:13)	1:17:35 (1:12:43)	0:56:31

※時間数の項、括弧内は内訳で家族による介助時間数である。

ロボットアームの使用行為： 手の位置の変更、印刷物を取る、リモコンを取る、飲料を飲む、お菓子を食べるなど

表5 ロボットアーム使用をとまなう行為区分について非導入時・導入時の介助時間等
(習慣的におこなうようになった動作およびロボットアーム関係の行為について)

5-1 Aさん (使用機:iARM)

ロボットアームの使用が習慣化した行為のうち、記録日に実際に行われたもの	ロボットアーム非導入時		ロボットアーム導入時		
	介助利用		介助利用		ロボットアーム利用
	行為回数	時間数	行為回数	時間数	時間数
食事を摂る	2 回	0:32:05	2 回	0:39:54	0:21:26
飲み物を飲む	4 回	0:02:44	6 回	0:03:29	0:41:51
資料を読む	2 回	0:39:45	4 回	0:07:46	3:33:55
ロボットアーム関係	-	-	3 回	0:04:26	0:07:47
合計	8 回	1:14:34	15 回	0:55:35	4:44:59

5-2 Bさん (使用機:iARM)

ロボットアームの使用が習慣化した行為のうち、記録日に実際に行われたもの	ロボットアーム非導入時		ロボットアーム導入時		
	介助利用		介助利用		ロボットアーム利用
	行為回数	時間数	行為回数	時間数	時間数
お酒を飲む	1 回	0:56:36	1 回	0:40:00	0:40:00
iPadを支える	0 回	0:00:00	2 回	0:03:36	0:01:53
ロボットアーム関係	-	-	3 回	0:01:00	0:02:27
合計	1 回	0:56:36	6 回	0:44:36	0:44:20

※表6で挙げられている習慣化した行為のうち「水」などの飲料の摂取については、導入時にも行われてはいたものの、当該行為におけるロボットアーム利用はなかった。そのため、この表に「水等を飲む」を含めていない。なお、この飲料摂取の行為の一部について非導入時は介助なしで遂行可能であったが、導入時にはロボットアームでiPad使用していたため介助が必要となる状況にあった。

※「お酒を飲む」の時間には食事、雑談などの時間も含まれている。

5-3 Cさん（使用機：iARM）

ロボットアームの使用が習慣化した行為のうち、記録日に実際に行われたもの	ロボットアーム非導入時		ロボットアーム導入時		
	介助利用		介助利用		ロボットアーム利用
	行為回数	時間数	行為回数	時間数	時間数
飲み物を飲む	19 回	0:03:01 (0:02:25)	5 回	0:01:54 (0:00:00)	0:10:07
ロボットアーム関係	-	-	5 回	0:07:08 (0:00:00)	0:00:54
合計	19 回	0:03:01 (0:02:25)	10 回	0:09:06 (0:00:00)	0:11:01

※時間数の項、括弧内は内訳で家族による介助時間数である。ただし、導入時は家族が不在であった。

5-4 Dさん（使用機：JACO arm）

ロボットアームの使用が習慣化した行為のうち、記録日に実際に行われたもの	ロボットアーム非導入時		ロボットアーム導入時		
	介助利用		介助利用		ロボットアーム利用
	行為回数	時間数	行為回数	時間数	時間数
リモコンを取る	5 回	0:01:30 (0:01:30)	3 回	0:00:25 (0:00:25)	0:19:25
お茶を入れる	0 回	0:01:29 (0:01:29)	1 回	0:00:40 (0:00:40)	0:06:11
お茶を飲む	10 回	0:02:50 (0:02:39)	14 回	0:03:01 (0:02:37)	0:06:34
足や手の位置を変える	10 回	0:04:32 (0:04:32)	14 回	0:01:32 (0:01:27)	0:03:58
ロボットアーム関係	-	-	1 回	0:00:03 (0:00:03)	0:00:00
合計	25 回	0:10:21 (0:10:10)	33 回	0:05:41 (0:05:12)	0:36:08

※時間数の項、括弧内は内訳で家族による介助時間数である。

注：

- ・行為回数は本人が行った回数を記載している。したがって、回数が 0 回であるにもかかわらず時間数が 0:00:00 でない箇所がある（本人ではなく、介助者がした行為など）。
- ・記録時に行われた行為のうち、表 6 で「習慣的におこなうようになった動作」としてあげられた行為およびロボットアーム関係の行為（ロボットアームの着脱など）を対象とする。ただし、Cさんについては表 6 についての回答がなかったものの、導入時記録の際ロボットアームを使用した行為がロボットアーム関係以外では、「飲み物を飲む」のみであったこと、1 週間の行為記録のなかでロボットアームを使用して行った行為として、水分補給が最も実施回数が多く、かつ毎日行った行為であった（30 分単位の時間区分で数えると、7 日間で 37 区分の時間帯で実施。2 番目に多かったのはリモコン操作（20 区分、4 日実施）、3 番目は軽食（7 区分、7 日実施）ことから、この行為を対象としてまとめた。
- ・回数はひと続きまたは同じ行為の間隔が 5 分以内の場合、1 回と数えるものとする（例えば、資料を読む行為について、行為途中で水を飲むなどで中断があり、5 分以内に再開した場合はこれを分けて数えない）。

表6 ロボットアームでの動作について

		iARM		JAGO arm
		Aさん	Bさん	Dさん
A 動作をやってみたところ、 できなかった動作	A-1 習慣的におこなうようになった動作	・レンジを持って食事を摂る ・お茶、コーヒーなどの飲み物 ・資料読み	・水 ・iPad ・お酒 ・コーヒー	・テレビのリモコン操作 ・お茶を入れる、お茶を飲む(ストロー) ・暖房の調節 ・足の位置や手の位置を変える ・エレベーターの操作 ・カラオケでマイクを持つ ・ドアの開閉
	A-2 できたはずが習慣化しなかった動作	・電話に出る ・インターホンに出る (習慣化しなかった理由) ・俊敏に反応しないので、間に合わない	・買い物 ・食事 ・たまたまアームがついている時、落としたマウススティックを拾った(1回のみ) (習慣化しなかった理由) ・手間、労力がかかりすぎる ・疲労する ・自助具を使うほうが楽 ・食事介助のほうが楽	・DVDを入れ替える ・カーテンを閉める ・電気のスイッチを押す ・プリンターから紙を取る ・お茶を飲む(コップから直接) (習慣化しなかった理由) ・時間が掛かる ・手順がいくつかあって面倒くさい ・細かい動きで疲れる
B やってみたが、今のところできてい	B-1 うまくいかなかったが、上手くいく方法を検討している動作	・レンジで温める ・冷凍庫のものを解凍する (うまくいかなかった理由) ・アームの操作やアームのみに頼ったのでうまくいかなかった	・引き出しを開ける(最初だけ2回ほどやって疲れた) ・電子レンジ操作	・書類の整理 ・カラオケで選曲する ・野球の応援 (うまくいかなかった理由) ・ページをめくるのが大変 ・書類の並べ替えに時間が掛かる ・タッチパネルやタッチペンを使うのが難しい ・うまく音が鳴らない ・手で動かした方が楽
	B-2 うまくいかず、ひとまず断念した動作	・玄関のドアの開閉 ・受話器を取る (うまくいかなかった理由) ・ドアの重さや狭い角での操作が難しい		・歯磨き (うまくいかなかった理由) ・うまく歯に当たらない ・歯ブラシの先が鼻に入ってしまった
動試機でC 作し会い、なま つみあいが試 いたれば、し	C-1 今後試してみたい動作	・急須からお茶を注ぐ ・カーテンを閉める		・新聞を読む ・本を読む ・一人で映画館へ行く

※Cさんがロボットアームで習慣的に行うようになった行為については表5の注参照

D. 考察

ロボットアームの導入費用と結果に示されたいくつかの評価額との比較から次のことが示唆された。

- ・今回の評価実験での金銭による主観的評価結果によれば、導入費用以上の金額価値評価をした被験者はいなかった。

iARM を実際に使用する目的で私費購

入した方は日本国内に1名いるものの、今回の研究の被験者を対象に考えた場合、買い取りの場合で8割程度以上、月額使用料支払いの場合で5割程度以上の補助金等がなければ、ロボットアーム導入のために私費を支出する人がいないことが示唆された。

- ・iARM の価値の主観的評価を介助サービ

スの時間で行った結果を同サービスの総費用（利用者負担額+国・地方自治体負担額）ベースで金額換算すると、一部の回答については評価額が導入費用を上回った。このことは、介助サービスが利用者の満足度を高める効果とその総費用（社会的費用）に見合うものだとすれば、ロボットアームについても少なくとも一部の障害者の利用に関しては同じことが言えることを示している。これは、仮にロボットアーム導入費用相当分の介助サービスとロボットアームのいずれかを障害者が選択できる状況があったとすれば、後者を選択する人がいる可能性を示唆している。

ただし、今回の研究で導入費用相当分の介助サービスの利用時間を減らしてもロボットアームを利用してもよいと考える被験者もいた一方で、「ロボットアームが手に入れられるとしても、現在実際に使用している介助時間は減らせない。」「ロボットアームと介助者のできることは異なる。ロボットアームが介助者の替わりになるわけではない」との意見が聞き取り調査や、平成 25 年 3 月 20 日に開催された「重度肢体不自由者用ロボットアームのコストベネフィット評価第 3 回公開研究会」での議論で聞かれた。

なお介助時間による評価を金額換算する際、総費用ベースではなく自己負担額ベースで換算した場合は、金額評価の場合と同様導入費用以上の評価額にはならないことを留意しておく必要がある。

・主観的価値の金額による評価、介助時間による評価結果の自己負担額ベースによる金額換算額（仮に上限は考慮せず単純な 1 割負担と考えれば、5 年間で 16 万円～

63 万円に相当）から考えれば、8 割程度（使用料月額支払いの場合なら 5 割程度）の補助金があった場合に、ロボットアームの購入・使用を希望する人がいる可能性が示唆された。

・タイムスタディの結果から、ロボットアーム非導入時と導入時の介助時間比較をしたところ、一概にどちらのほうが多い、少ないとの明確な結果は得られなかった。すなわち、ロボットアーム導入により介助費用が削減できるとの結果は得られなかった。明確な結果を導き出すためには、他の評価事項と同様に今後評価件数を多くしていくことが必要である。

ただし、評価条件設定上の課題も見受けられた。今回の研究では、同一被験者の非導入時・導入時の比較を行ううえで、評価時期等の制約のもと、可能な範囲で条件を揃えるよう努めた（例えば可能な場合は、曜日を揃えることで介助サービスの利用状況の条件が、両日の間でなるべく揃うようにした）。しかし、実際には調査日にたまたまパソコンの調子が良くないだとか、片方の評価日に同居家族が外出をしていたなど両評価日の間で条件が揃わない部分も大きかった。この点、コントロールを厳密に行うことは被験者の負担を増加させることにもつながりうるが、検討が必要などころと考えられる。

なおここでは介助時間数のみを評価したが、ロボットアーム使用に伴い被験者の行為遂行時間が非導入時と比較し、導入時に長くなる場合があることに留意する必要がある。

E. 結論

本稿では、汎用動作の可能な重度肢体不自由者自立支援用ロボットアームの導入にともない生じるコストとベネフィットの事項についてまとめた。

評価件数が少ないものの、対象機器に対するユーザーの主観評価からは、(1) 補助金等なしで考えれば、その主観的価値の評価金額が導入費用を上回る被験者はいなかった。(2) 主観的評価を介助サービスの時間で行った結果を同サービスの総費用(利用者負担額+国・地方自治体負担額)ベースで金額換算すると、一部の回答については評価額が導入費用を上回った。このことは、ロボットアーム導入費用相当分の介助サービスよりもロボットアームを選好する人がいる可能性を示している。ただし、「ロボットアームが手に入れられるとしても、現在実際に使用している介助時間は減らせない」「ロボットアームと介助者のできることは異なる。ロボットアームが介助者の替わりになるわけではない」との意見があることに留意すべきである。(3) タイムスタディの結果から、ロボットアーム非導入時と導入時の介助時間比較をしたところ、一概にどちらのほうが多い、少ないとの明確な結果は得られなかった。

本研究では、重度肢体不自由者用ロボットアームを題材に高額・高機能機器のコストベネフィット評価を行う方法を開発し、その評価を行ってきた。明確な結果を導き出すためには、評価件数を増やしデータを蓄積することが必要である。

今回のコストベネフィット評価研究では、ベネフィットの測定対象を、利用者本人による主観的評価と介助時間への効果とに限定していた。前者については、利用者が

感じる機器利用の価値を包括した測定指標ではあるものの、一方で例えば「(お母様に紅茶を入れるなどの)他人に何かをすること」といったことや、機器利用により得られる個々の具体的なよかったことの金銭的価値をどこまで十分に反映できているか検証できていない部分がある。他の評価法と併せて多面的な評価をすることで、より確実な評価を行えることが考えられる。また、就労場面などでの評価、利用者の周囲にいる人への影響などを含めた評価は今後の課題と考えている。

F. 健康危険情報

(総括研究報告書にまとめて記入)

G. 研究発表

1. 論文発表
なし。
2. 学会発表
なし。

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし。
2. 実用新案登録
なし。
3. その他
なし。

<参考文献>

- 1) de Witte P, et al., MANUS: een helpende hand, iRV, 2000 (translated from Dutch: A helping hand)

III. 研究成果の刊行に関する一覧表
(平成 24 年度)

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
なし	—	—	—	—	—	—	—

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表雑誌名	巻号	ページ	出版年
前野崇	筋疾患患者がロボットアームを使用したときのQOL効果	第49回日本リハビリテーション医学会学術集会	—	p. S215	2012
山口純	肢体不自由者用ロボットアームの臨床評価ー心理的評価スケールを用いた有効性評価	日本デザイン学会第59回春季研究発表大会概要集	—	p.300 - 301	2012
樋口智和	DMD 患者がロボットアームを使用したときのQOL効果について	第9回東京都作業療法学会	—	p.29	2012
木下崇史	肢体不自由者用のロボットアームのコスト・ベネフィット評価	第3回サービス・イノベーション研究会（資料無し）	—	— 招待講演	2012
井上剛伸	肢体不自由者用のロボットアームのコスト・ベネフィット評価	平成24年度 厚生労働科学研究障害者対策総合研究成果発表会（研究者向け）（身体・知的等障害分野）抄録集	—	p.7-8	2013
高見和幸 我澤賢之 中山 剛	ロボットアームのコスト・ベネフィット評価について	福祉機器の臨床評価を考えるシンポジウム配布資料	—	p.7-9	2013

市江由紀子	ロボットアームのある暮らし	重度肢体不自由者用ロボットアームのコストベネフィット評価第3回公開研究会配付資料	—	p.1	2013
井上剛伸 我澤賢之 中山 剛	福祉機器評価手法としてのコストベネフィット評価の評価について	重度肢体不自由者用ロボットアームのコストベネフィット評価第3回公開研究会配付資料	—	p.2-7	2013
重田哲男	頸髄損傷者の地域生活とロボットアーム	重度肢体不自由者用ロボットアームのコストベネフィット評価第3回公開研究会配付資料	—	p.8	2013
中坪勇祐	神経・筋疾患患者の地域生活とロボットアーム	重度肢体不自由者用ロボットアームのコストベネフィット評価第3回公開研究会配付資料	—	p.9-10	2013

IV. 研究成果の刊行物・別刷
(平成 24 年度)

◎機器・ロボット

座長 岡島 康友

I-8-13 自主歩行矯正器機の開発

¹岐阜大学医学部附属病院リハビリテーション部, ²岩砂病院リハビリテーション科
青木 隆明¹, 森 憲司², 寺島 宏明¹, 清水 克時¹

【目的】脳卒中後の片麻痺や、変形性股関節症人工股関節置換術後などの患者で、歩行をできるだけ矯正するために、自主訓練のための器機を開発研究している。【方法】当院に入院または通院している患者で、跛行や片麻痺の歩行を訓練時間以外に自主矯正訓練時間を設け、今回開発研究している器機にて訓練を3か月施行し、観察した。対象患者は脳卒中片麻痺18名(男性11名・女性7名)平均年齢71歳、変形性股関節症など術後跛行を有する患者8名(男性3名女性5名)平均年齢53歳【結果】トレッドミル・撮影器機を用いて、自主訓練させ、その矯正率のみだし回数比率減少の時期・歩行能力などを検討した。歩行能力は一般の訓練と自主訓練を加えた患者での距離の変化は有意差を認めなかったが、足の運び、傾きなどは、取り入れた患者については3か月ではみだし率など有意に減少した。【考察】一般の訓練時間に加え、自主訓練時間を器機を用いてつくすることで、訓練時間が増加するだけでなく、姿勢などの矯正する意識が見られ、より自分にとって安定した歩行が得られたものと考えられる。器機についてはまだ開発段階であり、今後簡便性やデータ解析などをすすめていく予定である。

I-8-14 筋疾患患者がロボットアームを使用したときのQOL効果

国立精神・神経医療研究センターリハビリテーション科
前野 崇, 小林 庸子

肢体不自由患者において日常生活動作を支援するために、患者自身が操作するロボットアームの使用が海外で始められている。本研究では日本でのロボットアームの有用性を評価するため筋疾患患者がロボットアームを使用した際のQOL変化を評価した。【対象】当院通院中のデュシャンヌ型筋ジストロフィー患者3人 17~27歳【方法】病院外来にて床に設置したロボットアーム(アイアム イグザクトダイナミクス社製)を、電動車椅子に乗車した姿勢で手もとのキーボードで操作した。操作課題は簡易上肢機能検査(STEF)の直方体・ボールを移動する、ペットボトルの水をコップに注いで飲む、スポンジを取って顔を拭く、プリンター用紙を把持して運ぶなどであった。約3時間2回の操作後、ロボットアームの満足度や心理的变化について福祉用具満足度評価(QUEST)、福祉機器心理評価スケール(PIADS)で評価した。【結果】3人のいずれもQUESTでは福祉用具に満足(3.5~4.6点)であり、PIADSでは心理的に能力が増加したと感じた(合計27~78点)。またロボットアームが期待した効果をどれだけ満たしたか(有効性)がもっとも重要と答えた。デュシャンヌ型筋ジストロフィー患者では主な介護者が母親であることが多いため、自由回答においてロボットアームの使用によって母親の苦勞が軽減されると回答されたのが特徴であった。

I-8-15 脳卒中患者に対する歩行アシストの効果

¹長崎リハビリテーション病院, ²株式会社本田技術研究所
門脇 亜矢¹, 栗原 正紀¹, 平田 崇²

【目的】Hondaが開発中のリズム歩行アシスト(以下、歩行アシストと略)を用いた歩行練習を実施することで歩行距離が延伸する傾向が報告されている。歩行アシストをつけることで、どのような即時および長期効果があるかを検証した。【対象と方法】初発の脳血管疾患患者を対象とし、アシスト群14例、コントロール群12例を比較した。期間は1ヶ月で、アシスト前、アシスト中、アシスト後の3回、10m歩行最大速度と歩数を計測した。【結果】即時効果としては、アシスト群10m歩行タイムは2回目(アシスト中)と3回目(アシスト後)が1回目(アシスト前)よりも有意に高く、コントロール群10m歩行タイムは、1回目と3回目において、有意差は見られなかった。アシスト群とコントロール群の10mタイムを比較すると、1回目も3回目も有意差はなかった。1か月間、評価を継続できた症例はアシスト群8例、コントロール群8例であった。長期効果として、アシスト群はコントロール群に比べて、開始時の10m歩行タイムが遅かったが、早期にコントロール群へ追いついた。また、歩行アシストがどのような患者に対して有効なのかを解析したところ、下肢Stage 5の例で10m歩行タイムの短縮が得られ、その効果が持続していた。【考察】歩行アシストの即時効果としては、装着により、これまで歩行時に活動していなかった筋群の収縮が促進され、歩行スピードが向上するのではないかと考えられた。長期効果としては、下肢Stage 5のレベルで、歩行アシストを使用することでタイムが向上する可能性があると思われた。

肢体不自由者用ロボットアームの臨床評価

心理的評価スケールを用いた有効性評価

Clinical evaluation of assistive robotic arm・Efficacy evaluation using psychological estimation scale

山口純¹⁾ 井上剛伸¹⁾ 我澤賢之¹⁾ 木下崇史¹⁾ 木之瀬隆¹⁾ 中山剛¹⁾ 小林庸子²⁾ 樋口智和²⁾ 前野崇²⁾

Yamaguchi Jun¹⁾ Inoue Takenobu¹⁾ Gasawa Kenji¹⁾ Kinoshita Takafumi¹⁾ Kinose Takashi¹⁾ Nakayama Tsuyoshi¹⁾ Kobayashi Yoko²⁾ Higuchi Tomokazu²⁾ Maeno Takashi²⁾

1) 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 2) 独立行政法人国立精神・神経医療研究センター病院

Abstract : Assistive robotic arms are expected to improve autonomy and independence of persons with quadriplegia. However, there are some problems toward dissemination of the assistive robotic arms in Japan. As a part of the cost and benefit evaluation to disseminate the assistive robotic arms, clinical evaluation was conducted by five persons with spinal cord

injury. In the experiments, subjects manipulated a robotic arm and execute some tasks. The results shows the possibility that robotic arms enable subjects to perform some activities of daily living and give positive psychological impacts to them. This paper describes the abstract of this project and some primitive results that we acquired so far.

Key Word : assistive technology, orphan products, clinical evaluation

1. 背景

ユニバーサルデザインは「すべての人が、可能な限り、特別な改造や特殊な設計をせずに利用できるように配慮された製品や環境の設計」を指すと定義されている。これに対し、オーファンプロダクツとは、「特定の障害に対応しており、少数の障害者によってのみ用いられる機器であって、身体機能の再建を目的として設計されているか、市販の機器を改造することによって障害者による使用を可能としたもの」と定義されている^{1) 2)}。オーファンプロダクツはその市場規模の小ささから、公的資金による給付を受ける事が多い。義手・義足、電動車いすといった福祉機器はオーファンプロダクツにあたり、近年になり新たに肢体不自由者用ロボットアームが市場に登場している。

肢体不自由者用ロボットアームとは、頸髄損傷や神経・筋疾患により上肢に運動障害を持つ人を対象とした製品である。使用者の障害の度合いや残存機能に応じて操作し、物を拾う、水を飲むといった日常生活動作を行う。現時点で市販されている代表的なロボットアームとしてExact Dynamics社(オランダ)製のiARMとKinova社(カナダ)製のJACO armがあり、オランダ国内では公的給付に近い形で障害者に利用されている。

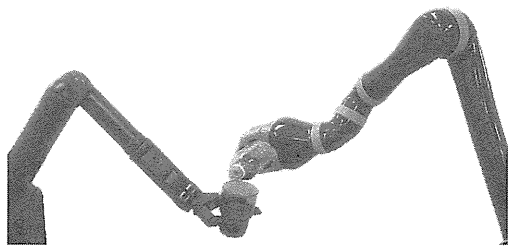


図1 iARM(左)とJACO Arm(右)

日本では補装具費支給制度、日常生活用具給付等事業により、障害者は行政や公的機関から福祉機器利用の支援・給付を受けることができる。しかし肢体不自由者用ロボットアームは対象となっていないため障害当事者が自己負担のみで購入することは難しく、普及には至っていない。そこでロボットアームの利用における効果を、導入にかかる社会コストと便益に着目し明らかにすることで、普及に向けた根拠を提供することを目的に研究プロジェクトを実施している³⁾。

2. 目的

ロボットアーム導入に伴う総合的な評価の内、便益の評価の一つとして短期評価と長期評価を設定している。それぞれ、短期評価ではロボットアームの有効性を対象者毎に検証し、長期評価では日常生活でロボットアームを使用した場合の生活の質(Quality of Life: QOL)の向上や介助負担の軽減を検証する。本稿では短期評価実験を行い頸髄損傷者における肢体不自由者用ロボットアーム利用の可能性を検討する。

3. 方法

予備実験を基に構築した短期評価プロトコルを以下に示す。

- [1] 机上で大球・大立方を移動する
- [2] コップに水を注ぎ、ストローで飲んだ後、片付ける
- [3] 濡れたタオルまたは海綿を持ち、顔を搔く
- [4] 床に落ちた携帯電話を拾い上げ机上・膝元に置く
- [5] プリンタから紙を取り上げ、印刷内容を確認し収納する

予備実験も含めて累計5名の頸髄損傷者にてロボットアーム短期評価実験を行った。評価に先立ち、被験者には実験環境で練習課題を実施することで、ロボットアームの機能、使い勝手を体感するセッションを設けた。

取得データとしては、動作の可否、動作にかかった時間を求めるとともに、主観評価として福祉用具満足度評価(Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology 2.0: QUEST2.0)^{[1], [4]}および福祉機器心理評価スケール(Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale: PIADS)^{[2], [5]}を実施する。

被験者の頸髄損傷者5名は表1に示すように残存機能に応じてiARM純正オプションのキーパッド、ジョイスティックを使用し操作を行った(図2)。

4. 結果

被験者のロボットアーム操作習熟度により所要時間に差は見られるが、全ての被験者が全課題を約5分(課題[3])から約20分(課題[2])の範囲で完了することができた。満足度についてはQUEST2.0の結果(5点満点)より、平均得点 3.33 ± 0.73 と「やや満足している」から「満足している」の間という結果を得た。また、もっとも重要だと思う項目については、大きさ(5人全員)、使いやすさ(5人中4人)という回答を得た。

表1 各頸髄損傷被験者のロボットアーム操作方法と QUEST・PIADS 得点

ID	損傷レベル	ロボットアーム操作方法	QUEST 得点	PIADS 得点
1	C5 不全麻痺	左手薬指でキーボード操作	2.50	0.50
2	C5 不全麻痺	右手+ 自助具でキーボード操作	3.13	0.77
3	C4 不全麻痺	顎でジョイスティック操作	4.50	2.42
4	C5 不全麻痺	右手でジョイスティック操作	3.38	1.19
5	C4 完全麻痺	マウススティックでキーボード操作	3.13	0.65

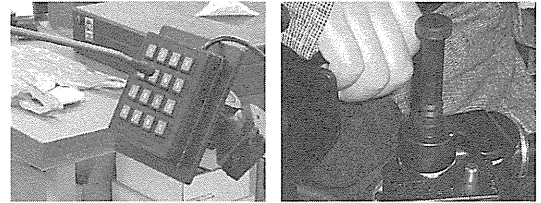


図2 キーボードとジョイスティック

PIADS (-3 ~ 3 点) では合計得点は 1.1 ± 0.8 点、効力感 1.3 ± 0.8 点、積極的適応性 1.2 ± 0.9 点、自尊心 0.8 ± 0.7 点であり、プラスの心理効果が示された。(参考値: メガネ: 1.5 点、コンタクトレンズ: 1.9 点)

5. 考察

短期評価実験の結果より、高位の頸髄損傷者がロボットアームを用いることによって種々の日常生活における物品操作を主体的に行う事が可能となり、QOL と自立度を向上させる可能性が示唆された。また、上肢機能が比較的高い被験者 1、2 では QUEST2.0 および PIADS の得点が低く、上肢機能が比較的低い被験者 3、4 では得点が高い傾向が見られた。また、被験者数が少ないので仮説の域を出ないが、ロボットアームに対する心理的な評価に上肢機能が影響する可能性がある。実験で使用した iARM 純性のキーボードは 16 個のボタン (4 × 4) が並列に配置された物で、使用した被験者からは「操作が難しい、わかりづらい」との意見を得た。また上肢に麻痺のある被験者ではボタン操作自体に労力を要し、手指や肩周囲等に疲労が見られた。一方ジョイスティックを利用した被験者は iARM の特殊な操作方法の習得に時間を要したが、「慣れれば使いやすそう」との意見を得た。このようなコントローラのフィッティングが心理評価に影響した可能性もある。

今回の実験では被験者全員がロボットアームの有効性自体には高い評価を示した一方で、機器の大きさに関しては、もう少し小さい方が良いという意見が共通して見られた。これは日本の生活環境では電動車いすの大きさが度々問題になり、ロボットアームを車いすに取り付けることで車いすの幅がさらに拡大し移動や取り回しに影響が出ると懸念している為である。こうした問題は、ロボットアームが使用できる場所や使用頻度に大きく影響すると考えられ、長期評価では住環境調整も含めた対策が必要になると予想される。

6. 長期評価との相互補完

短期評価ではロボットアームを用いた「できる動作」を予想することはできるが、実際の生活の中での有効性を総合的に評価する為には、日常生活の中で「している動作」がどのように変わったかを評価しなければならない。短期評価と平行して行われた長期評価予備実験では、被験者自身の工夫によりロボットアームで道具を使用する、介助者と協調作業を行う、趣味活動を行う等、予想を上回る活用が見られた。被験者は以前から福祉機器活用に対して積極的であり、ロボットアームのような汎用的かつ能動的な機器には使用者のモチベーションが影響する為と考えられる。短期評価で被験者の満足度や心理的効果を取得することで、そういったロボットアームを有効活用し得る使用者を判定する為のスクリーニングにも利用できる可能性があり、今後の検討課題とする。

7. 結論

肢体不自由者用ロボットアームの評価の一環として、短期評価実験を行い、頸髄損傷者による有効性を検証した。実験の結果、頸髄損傷者によるロボットアーム利用の有効性や QOL 向上の可能性、プラスの心理的影響が示された。一方で評価に影響を与えると思われる要因や、日常生活での利用における懸念事項等も得ることができた。今後は他の障害種別の利用者や他のロボットアームでの評価を行いデータを蓄積し、長期評価、社会コスト調査と合わせて普及に向けた提案に必要な情報を収集する予定である。

本研究は国立障害者リハビリテーションセンター倫理審査委員会、利益相反委員会の承認のもと、被験者に十分な説明を行った後、同意を得て実施した。また、本研究の一部は厚生労働省科学技術研究費の補助を得て行われた。

<注>

- [1] Demers らが開発した評価スケール。利用者が福祉用具に関する 8 項目とサービスに関する 4 項目を 5 段階で評価する。今回の実験では短期間の利用のため、メンテナンスやアフターサービスを含まれるサービスに関する 4 項目は除いた。
- [2] Jutai らが開発した福祉用具が利用者の心理的なインパクトに及ぼす影響を評価する評価スケール。26 項目からなる項目を -3 から +3 までの 7 段階で評価する。

<参考文献>

- 1) 厚生労働省社会・援護局 生活支援技術革新ビジョン勉強会報告: 支援機器が拓く新たな可能性, 2008, http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/shougaisihakukushi/yogu/index.html, (参照 2012-4-10)
- 2) KD Seelman.: "Universal Design and Orphan Technology: Do We Need Both?" Disability Studies Quarterly, Volume 25, No. 3, 2005
- 3) 財団法人日本障害者リハビリテーション協会: 障害者の生活機能向上に資する支援機器の開発研究に関する評価手法の確立に向けた研究, 平成 21 年度障害者保険福祉推進事業 (障害者自立支援調査研究プロジェクト), 2010
- 4) 井上剛伸 他: 重度肢体不自由者用ロボットアームのコスト・ベネフィット評価, 平成 22 年度総括・分担研究報告書, 厚生労働科学研究費補助金 (障害者対策総合研究事業), 2011
- 5) L Demers 他著, 井上剛伸 他訳: QUEST 福祉用具満足度評価 第 2 版 - 福祉用具の効果測定 -, 大学教育出版, 2008
- 6) 井上剛伸 他: 福祉用具の心理的効果測定手法の開発, 平成 16 ~ 17 年度 総合研究報告書, 厚生労働科学研究費補助金 (障害保険福祉総合研究事業), 2006

演題 3

DMD 患者がロボットアームを使用したときの QOL 効果について

○樋口智和¹⁾ 小林庸子¹⁾ 前野崇¹⁾

1) 国立精神・神経医療研究センター病院

キーワード：DMD 運動障害 支援機器

【目的】筋疾患患者は四肢体幹の運動障害により外界へのアプローチ、上肢による操作に多大な障害を持つことが多く、上肢機能を代償するロボットアームの適応が大きいと考えられる。今回、ロボットアーム導入により得られる個人的・社会的便益の算出に向けてロボットアームの利用効果を評価すべく、デュシェンヌ型筋ジストロフィー（以下 DMD）患者に対して、実際にロボットアームを操作する評価実験を実施し、QOL の心理的側面への効果を計ることを目的とした。なお、本実験は厚生労働省科学技術研究費（障害者対策総合事業）「重度肢体不自由者用ロボットアームのコスト・ベネフィット評価」（H22-身体・知的一般-009）により、国立精神・神経医療研究センター倫理審査委員会の承認を得て実施し、プライバシーの保護およびインフォームドコンセントには十分配慮して行った。

【方法】ロボットアームの操作練習を 1 時間程度行った後、日常生活におけるロボットアームの活用場面を想定した短期評価実験として 5 課題（課題 1：大球と大直方体を移動する、課題 2：ペットボトルからコップに水を入れて飲む、課題 3：顔をスポンジやタオルで搔く、課題 4：床に落ちた携帯電話を拾って手もとに置く、課題 5：プリンターから書類を取り上げトレイに置く）を設定した。これらの課題を障害当事者にロボットアームを操作していただき、所要時間等を記録し、主観評価として福祉用具満足度評価（QUEST2.0）および福祉機器心理評価スケール（PIADS）を実施した。また、実験項目やロボットアーム本体についての感想などの聞き取り調査を実施した。使用したロボットアームはオランダの Exact Dynamics 社製 iARM で、トライポッドによる床置き式とした。

【被験者情報】被験者は 10～20 代の男性 9 人で平均 21 歳であった。疾患名は全員 DMD、身体状況については、9 人全員において、四肢近位筋・体幹・頸部の筋力低下等により徒手筋力がおよそ MMT0～2-、手指筋力のみが MMT3～4 程度に保たれていた。ADL については、起居、移乗、食事、整容、更衣、トイレ、入浴など全介助。机上での手指による書字、ボタン操作、ジョイスティック操作など手もとでの操作のみ自力で可能であった。

【結果】ロボットアームの操作は 9 人全員が 16 キーのキーパッドを使って操作した。各課題のおよその所要時間については平均 2 分 43 秒（課題 3）から 14 分 57 秒（課題 2）の範囲で完了した。QUEST2.0 の総合得点は 3.7 ± 0.7 点（「やや満足」）で、特に有効性に対するコメントでは「日常生活で使えると思う」「一人ではできないことができる」「介助者に手間をかける気遣いがない」などの意見が得られた。PIADS の合計得点は $+1.6 \pm 0.9$ 点で健常者による眼鏡の標準得点（+1.5 点）より若干高い結果が得られた。

【考察】今回、短期間ではあるが、ロボットアームを使用して「やや満足」の満足度が得られ、心理的にも軽度のプラス効果が得られた。コメントからもロボットアームを使用することで、できなかったことができる、介助者に頼らずに自立できるという効果が得られたと推測でき、DMD 患者においてロボットアームの利用効果は一定量あると考える。

なお、学会当日、会場内にて本実験で使用したロボットアームの実演・体験コーナーを設置させていただく予定である。是非、実物を体験していただきたいと考えている。

(様式2)

厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業（身体・知的等障害分野））研究成果抄録
（平成24年度終了課題）

研究課題：重度肢体不自由者用ロボットアームのコスト・ベネフィット評価

課題番号：H22-身体・知的一般-009

研究代表者：所属施設 国立障害者リハビリテーションセンター 研究所

氏名 井上 剛伸

分担研究者：所属施設 日本医療科学大学（平成22～23年度）

（平成24年度から）国立障害者リハビリテーションセンター 研究所

氏名 木之瀬 隆

所属施設 日本医療科学大学

氏名 荻山 泰地（平成24年度）

所属施設 国立精神・神経医療研究センター 病院

氏名 小林 庸子（平成22～23年度）

所属施設 国立精神・神経医療研究センター 病院

氏名 前野 崇（平成24年度）

所属施設 国立障害者リハビリテーションセンター 研究所

氏名 中山 剛

所属施設 国立障害者リハビリテーションセンター 研究所

氏名 我澤 賢之

1. 研究目的

有用な先端機器の活用により、重度障害者の生活は格段に向上する。重度肢体不自由者用ロボットアームは頸髄損傷や神経・筋疾患などによる四肢マヒ者にとって、介助なしでできることを格段に増加させることが期待されており、ニーズが高い機器といえる。しかし、社会コストをふまえたトータルでの検討なしには普及は困難である。本研究では、重度肢体不自由者用ロボットアームの在宅利用における利用効果を、導入によるベネフィットと社会コストの増減に着目し、臨床評価を通して明らかにすることを目的とする。重度肢体不自由者用ロボットアームのコスト・ベネフィットを明らかにし、適応範囲を明確にすることで、利用の促進につながる成果が得られ、重度肢体不自由者の自立・自律を促進することが期待される。

上記の目的を達成するために、以下の達成目標を設定した。

- ①ロボットアームの評価プロトコルの構築
- ②頸髄損傷者による有効性の検証
- ③神経・筋疾患患者による有効性の検証
- ④ロボットアーム導入による社会コストの導出
- ⑤ロボットアーム普及に向けた提案

2. 研究方法

研究方法は介入研究とし、介入の前後比較を行うことで重度肢体不自由者用ロボットアームの利用効果の評価を行う。評価実験は実験環境内での数時間の利用によるものと、実生活環境での利用による2種類を設定する。被験者の対象は頸髄損傷者と神経・筋疾患患者、脳性まひ者とする。社会コストについては、利用者数、現状での介助コスト、ロボットアームの価格、ロボットアームの適応範囲の設定からコストを算出する。

3. 研究結果及び考察

ロボットアームの有効性の検証のため、実験環境内でロボットアームを4時間程度使用する短期評価と、日常生活環境でロボットアームを3カ月程度使用する長期評価の2種類の評価プロトコルを構築した。市販化されたロボットアーム2機種を対象として、頸髄損傷者、神経疾患患者、筋疾患患者、脳性まひ者、脳外傷後遺症者など重度肢体不自由のある被験者延べ27名による短期評価を実施した。脳性まひ者2名を除く25名の被験者の多くは5分～20分程度の範囲で設定された課題を完了することが確認できた。オランダのExact Dynamics社製ロボットアームiARMを対象とした場合、頸髄損傷者による福祉用具満足度評価(QUEST2.0)では平均得点 3.3 ± 0.7 、筋ジストロフィー患者では平均得点 3.7 ± 0.6 と「やや満足している」から「満足している」の間という結果であった。頸髄損傷者による福祉機器心理評価スケール(PIADS)では、総合得点は 1.3 ± 0.8 点、筋ジストロフィー患者では 1.7 ± 0.9 点とロボットアームが心理的にプラスであることが明らかとなった。

また、頸髄損傷者が3名、神経疾患患者1名、筋疾患患者2名の合計6名を評価者とした長期評価実験も実施しており、2名の実験期間が終了している(2012年12月14日時点)。得られたデータを解析中ではあるが、一部の重度訪問介護サービス利用者において、優れたロボットアームの導入により社会的なベネフィットがコストを上回りうる可能性が示唆された。ただし、現在の障害福祉制度のもとでは、他のサービス等利用(例えば、補装具の購入など)に関連して重度訪問介護サービス利用時間を利用者が実際に控えるインセンティブが働くようなものにはなっていない点考慮する必要がある。

4. 結論

先端的な機器の一例として、重度肢体不自由者用ロボットアームを対象としたコスト・ベネフィットに関する研究を実施した。①ロボットアームの評価プロトコルの構築に関しては、短期評価プロトコルと長期評価プロトコルを構築した。②頸髄損傷者による有効性の検証と③神経・筋疾患患者による有効性の検証に関しては累計27名の重度肢体不自由者による短期評価実験を実施し、プラスの満足度と心理的効果を得た。また、長期評価は2名が終了し、4名が進行あるいは導入訓練中であり、得られたデータを集計、解析しているところである。

今後の期間を利用して、長期評価実験の結果を更に集計・解析し、ロボットアーム介入前後での生活時間の変化、必要な介護などの変化などから④社会コストの導出を更に深める予定である。また、得られた成果をもとに最終的に⑤普及に向けた提案として纏める。

ロボットアームのコスト・ベネフィット評価について

高見和幸 東京進行性筋萎縮症協会

我澤賢之 国立障害者リハビリテーションセンター研究所

中山 剛 国立障害者リハビリテーションセンター研究所

Cost-benefit Evaluation of Assistive Robotic Arms

Kazuyuki TAKAMI To-Kin-Kyo Corporation

Kenji GASAWA Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

Tsuoyoshi NAKAYAMA Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

1. はじめに

本研究では、重度肢体不自由者用ロボットアームの在宅利用における利用効果を、導入によるベネフィットと社会コストの増減に着目し、臨床評価を通して明らかにすることを目的とし、以下の達成目標を設定した。

- ①ロボットアームの評価プロトコルの構築
- ②頸髄損傷者等による有効性の検証
- ③神経・筋疾患患者による有効性の検証
- ④ロボットアーム導入による社会コストの導出
- ⑤ロボットアーム普及に向けた提案

2. 研究方法

介入の前後比較を行うことでロボットアームの利用効果の評価を行う。数時間の利用による短期評価と実生活環境での利用による長期評価の2種類を設定する。被験者の対象は頸髄損傷者と神経・筋疾患患者、脳性まひ者などの重度の肢体不自由者とする。評価指標として操作の成否、時間などを記録し、日常生活活動(ADL)、および日常生活関連活動(APDL)も併用する。主観評価として福祉用具満足度評価(QUEST2.0)、福祉機器心理評価スケール(PIADS)とする。社会コストについては、利用者数、現状での介助コスト、ロボットアームの価格等からコストを算出する。なお、本研究は倫理審査委員会の承認のもとプライバシーの保護およびインフォームドコンセントには十分配慮して行った。

3. 研究結果及び考察

(1) ロボットアームの評価プロトコルの構築

オランダ製ロボットアーム iARM に関する実地調査、先行研究調査等を参考に、短期評価プロトコルを構築した。主な対象動作は以下の通りである。

- ・簡易上肢機能検査(STEF)の打球移動(5つ)
- ・同じく大直方を左枠から右枠へ移動(5つ)
- ・コップにストローを挿して飲み物を飲む
- ・トレイ上の海綿、濡れタオル等で頬を掻く

また、最低2ヶ月半、通常3ヶ月程度の期間で行う6つの段階からなる長期プロトコルを構築した。

- ・導入前調査 : 2日~数日
- ・ロボットアーム導入 : 約2週間
- ・長期評価前期 : 約1ヶ月間
- ・中間調査 : 2日~数日
- ・長期評価後期 : 約1ヶ月間
- ・終了時調査 : 3日~数日

(2) 短期評価による有効性の検証

iARM を対象として、頸髄損傷者6名、神経疾患患者1名、筋疾患患者12名、脳性まひ者4名、脳外傷後遺症者1名の合計24名を評価者とした実験を実施した。カナダ製のロボットアーム JACO robot arm を対象にして、頸髄損傷者1名、筋疾患患者2名の合計3名を評価者とした実験を実施した。以下は主に iARM を対象とした頸髄損傷者による評価結果を記載する。

頸髄損傷者を対象とした短期評価では、いずれの操作についても、5分~20分程度の範囲で完了することが確認できた。満足度については QUEST 2.0 の結果より、平均得点 3.3 ± 0.7 と「やや満足している」から「満足している」の間という結果を得た。PIADS では、総合得点は 1.3 ± 0.8 点であり、ポジティブな効果が確認できた。自由意見としては特に床に落ちたものを拾えることを長所とする意見が多く得られ、「相当実用性がある事を実感した」などポジティブな意見が得られた。一方、ロボットアームのサイズが大きい、ちょっと操作が難しいなど幾つかネガティブな意見も得られた。脳性まひ者4名のうち2名は、ロボット操作の入力インタフェースの適合不調により、課題遂行を中断した。また、1名が STEF の大直方の移動課題を遂行できなかった。QUEST 2.0 の結果はそれぞれ4.5点と2.9点であり、2通りにわかれた。PIADS の結果も総合得点で2.0点と0.8点と大きく評点が割れた結果となった。概して、頸髄損傷者に比べて脳性まひ者が課題に要する時間は長かった。

(3) 長期評価による有効性の検証

頸髄損傷者3名、神経疾患患者1名、筋疾患患者2名の合計6名を評価者とした実験であり、2012年12月14日時点で2名の実験期間が終了し、3名が実施している最中である。以下は終了した2名を中心に概説する。

・被験者1(シャルコー・マリー・トゥース病)

ADL および APDL について、ロボットアーム使用、非使用状態での FIM および AMPS の評価の結果を表1に示す。FIM の得点差は運動項目の食事において、ロボットアーム使用時にはスプーンを持って食べ物を口まで運び、食事を摂ることが可能となっていることに由来する。AMPS の運動技能においていずれもマイナス値であり、自立した ADL 課題の遂行は困難であるがロボットアーム導入により運動技能の向上が認められる。

約2ヶ月の実験期間経過後の QUEST 2.0 では2.9点「やや満足している」という結果を得た。重要項目については、「大きさ」「使いやすさ」「使い心地」を選択した。コメントとしては大きさ、重さに対する不満が聞かれ、そのほかの項目については概ね肯定的な内容であった。PIADS の結果は合計得点1.4点であった。発言としては、「ロボットアームですべてができるようになるわけではないが、多くの場面で使えたこと、特に飲む、食べるという事に使えたことが大きく、友人やヘルパーと同じ時間で一緒に食事をしたり、宴会をできたことが何よりである」「自分のペースで飲食出来る何よりもよいのは、誤嚥して嘔る回数が格段に減ったことである」という趣旨の発言が得られた。

表1 ADL・APDL 評価結果

評価法	非使用	使用	差	
FIM	65点	67点	2点	
AMPS	Motor	-2.40	-0.75	1.65
	Process	1.20	1.03	0.17

・被験者2(頸髄損傷、C5不全麻痺)

中間評価時において QUEST2.0 では2.38点「あまり満足していない」であり、PIADS の合計得点は0.04点であった。「日本酒を自分で飲める」「iPad を使用できる」などのポジティブな意見があった一方で「いろいろと環境を整えないといけないこと」「ロボットアームを使うと疲れること」「ヘルパーに依頼するよりも時間が掛ること」がマイナス要因として挙げられた。

(4) ロボットアーム長期評価者による手記と感想:

~自分のできる事の達成感と存在感~

○障がいの経緯

病気の発症は20歳前後に出現し、ひと冬ごとに身体の自由が奪われ始めた。病院での確定診断を受けていないが、身体障害手帳取得時にはシャルコー・マリー・トゥース病による四肢体幹機能障害と記されている。その

後、遺伝性ニューロパチーと病名が変更された。

○日常生活

昭和60年の年末に仕事を辞め、翌年ごろから車いすでの生活が始まった。住まいは3回ほど引っ越しを繰り返して、バリアフリーになっている区営障害者住宅に居住している。病気の進行とともに自分でできることと言えば意思決定とコミュニケーションがとれるぐらいで、その他の事はすべて介助者に支援を受けている。受ける支援が長時間と言う事もあり、時にはプライバシーが保てないのでもつらいこともある。

○iarm との出会い

数年前に、首都大の准教授(当時)からロボットアームの紹介を受け、興味をもったので実験に参加させていただいた。最初は率直に言って無骨で物々しいマシンに見えた。パソコンでのシミュレーションから実際に車いすに取り付けての演習に入り、操作手順に気を取られて操作の難しさを感じた。しかし、実験を重ねていくうちにリモコンの手許ばかり見なくても対象物を見ながらできるように感覚が身につけてきた。また最初、無骨に見えたマシンにアームカバーをつける余裕も出てきた。

○生活の広がりとおきな幸せ

長時間の支援を受けて過ごしているが、たまには一人で居たい時もあり、午後6時から午後11時頃までこのマシンを動かせれば思い使っていた。その内容は、お茶を飲む、落着いた物を拾う、本や資料を読む、色々な電気製品のスイッチのオン・オフ程度だった。あと追加で、受話器を取る、ドアの開閉、冷蔵庫や電子レンジなどの開閉だったが、最初から簡単にできるものではなかった。前述の項目は慣れるに従い上手くできたが、後述は、できるようになる操作環境も必要だった。また、外出時にも目を向け、都電を利用したり、街中のお店でも試してみた。けっこう勇気がいるものだった。自立支援協議会や仲間の人たちにも披露して iarm ができることをアピールした。患者会の仲間で新年会を開いたときに乾杯の首領を取り、自分で飲むビールは美味かった。介助なしで飲めることに感激も一入だった。

○存在感

病気の進行とともに、自分でできることや範囲が狭まっていくなか、自分の存在感までもが消えていく思いで過ごす人は少なくないだろう。そのような中、少しでも自分でできる範囲が増えていくことで失いかけた自信を取り戻せるような達成感が芽生えたような思いがある。

○将来に期待

社会に多くの肢体不自由者がいても、i arm が人の支援をするには、まだまだ改善の必要性があり、コスト面においてもローコストにならなければ、障がい当事者の手の届くものではない。デモ機の貸し出しで多くの人たちへのPRや障害者団体や関連機関についてのデモンスト

レーションで周知していくことが重要だと思う。

(5) ロボットアーム導入による社会コストの導出

重度肢体不自由者用ロボットアーム（評価に使用した機種 iArm）のコストとベネフィットの評価を行った。

・ コスト評価について

ロボットアーム導入に伴う直接的費用は、本体ならびに操作デバイス、車いす等への取付に要する費用計約2000千円、訪問指導・相談・大がかりな修理を要さないメンテナンスにかかる費用（6年分）248千円、合計約2300千円であった¹。この2300千円は、前掲社会割引率を前提とした場合、1日当たり35～44分間の重度訪問介護サービス6年分の費用に相当する額である（時間の幅は程度区分による加算（区分6で+7.5%）、居住地域による加算（平成24年度で+0.5%～+15%）の有無による）。

・ ベネフィット評価について

【被験者による主観的評価】

ロボットアーム導入に伴う介助の削減可能時間の既利用者と長期評価参加者による主観的な評価として、

被験者 A 「2 時間未満」

被験者 B 「(優れたロボットアームで)1.5 時間（時間帯は 18 時から 19 時半）」

被験者 C 「0.5 時間」

との結果が得られた。

(※ただし、ロボットアームと介助サービスが完全に代替するわけではないとの趣旨の被験者のコメントがあったが、この点留意する必要がある。)

時間の特定できない被験者 A を除く被験者 B、被験者 C について、年間利用日数、障害程度区分や地域区分、時間帯による加算については被験者の実態・回答にあわせた条件のもと、削減可能時間相当分の重度訪問介護費用を試算した。結果は

被験者 B 5550 千円 被験者 C 1850 千円

であり、ロボットアーム導入費用に見合うユーザーがいる可能性が示唆された。

【ロボットアーム使用行動に対応する介助行為の所要時間】

被験者を対象に在宅環境において、ロボットアーム非導入時、導入時の生活行動の記録を行い、動作等に要する時間の記録を行った。導入時のロボットアーム使用行動について、機器非導入時に同じ行動に介助を要したものににかかる時間は1日40分前後（被験者 B。仮試算。現在精査中）であるとの試算結果が得られた。

この結果は、ロボットアーム導入費用が、導入により

代替しうる介助行為に要する所要時間に見合う可能性を示唆している。ただし、実際には介助には待機的な時間も必要と考えられ、この点の評価は残る期間での家族介助者等を対象としたデータ収集により進めたいと考えている。

4. まとめ

重度肢体不自由者用ロボットアームを対象としたコスト・ベネフィットに関する研究を実施した。①ロボットアームの評価プロトコルの構築に関しては、短期評価プロトコルと長期評価プロトコルを構築した。②頸髄損傷者等による有効性の検証と③神経・筋疾患患者による有効性の検証に関しては累計27名の重度肢体不自由者による短期評価実験を実施し、プラスの満足度と心理的効果を得た。長期評価は2名が終了、4名が進行中であり、得られたデータを集計・解析しているところである。

現時点でまだデータ集積中であり評価件数が少ないものの、対象機器に対するユーザーの主観評価からは、機器の価値が機器導入価格に見合う可能性が示された。また、ロボットアーム導入によりその導入費用に見合う介助に要する実時間の短縮により、介助サービスのより有効な活用もしくは介助時間の節減につながりうる可能性が示唆された。今後の研究によりデータ集積を進め、これらの点についてより明確な結果を出していく予定である。

なお、本研究は井上剛伸（国立障害者リハビリテーションセンター研究所）を研究代表者として、我澤賢之、中山剛、木之瀬隆（国立障害者リハビリテーションセンター研究所）、荻山泰地（日本医療科学大学）、小林脩子、前野崇（国立精神・神経医療研究センター病院）の分担研究により、厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業（身体・知的等障害分野））の助成を受けて実施された。

発表者の略歴

高見和幸 東京進行性筋萎縮症協会、理事。1948年兵庫県生まれ、1968年上京、2000年障がい者ケアマネージャー養成研修終了、2001年障がい当事者相談員、2012年荒川区自立支援協議会委員。

我澤賢之 2001年大阪大学大学院経済学研究科博士後期課程修了、経済学博士。同年、国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所（現、国立障害者リハビリテーションセンター研究所）障害福祉研究部研究員、現在に至る。

中山 剛 1996年東京大学大学院工学系研究科精密機械工学専攻修士課程了。同年、国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所（現、国立障害者リハビリテーションセンター研究所）、現在に至る。

¹ 以下の試算では特記のない場合、社会的割引率4%、適用単価30分あたり80単位（各種加算を除いた場合）を前提とする。

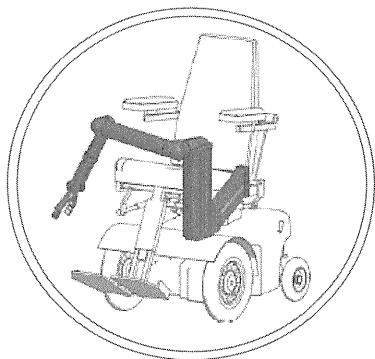
重度肢体不自由者用ロボットアームのコストベネフィット評価

第3回公開研究会 開催のご案内

● 開催趣旨

先端福祉機器の普及と重度肢体不自由者の地域生活での活用を図る上で、機器の導入による効用・効果と社会的コストを評価することは重要な課題となっています。厚生労働科学研究費補助金障害者対策総合研究事業「重度肢体不自由者用ロボットアームのコストベネフィット評価」では、ロボットアームを取り上げ、実際に重度肢体不自由者の生活場面に2カ月程度導入し、その効用と効果を評価してきました。この研究会では、研究チームによる研究成果の報告及び重度肢体不自由者の方々の地域生活とロボットアーム利用経験についての講演を行ったのち、関係者でロボットアームの開発の方向や福祉機器給付制度のあり方、ならびに重度肢体不自由者の地域生活や自立生活にロボットアームが果たす役割について議論します。

- **開催日時** 3月20日(水・祝) 13:30-17:00 (13:00 開場)
- **会場** 国立障害者リハビリテーションセンター学院 6階大研修室
(埼玉県所沢市並木 4-1 西武新宿線「新所沢駅」東口から徒歩約15分)
- **主催** 国立障害者リハビリテーションセンター研究所
- **参加費** 無料(事前登録不要)
- **情報保障** パソコン要約筆記(その他に配慮が必要な方は事前にお問い合わせください。)

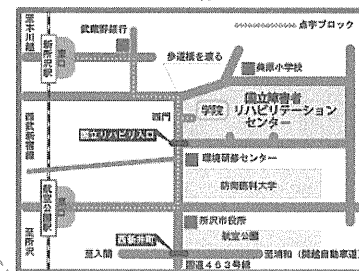


後援 公益財団法人日本障害者リハビリテーション協会、公益財団法人テクノエイド協会、日本福祉用具・生活支援用具協会、一般社団法人日本リハビリテーション工学協会、日本生活支援工学会

プログラム

- 第1部 特別講演 地域生活でのロボットアームの活用
市江由紀子氏 (NPO 法人舞夢 代表)
- 第2部 福祉機器給付システムとロボットアーム
 - 福祉機器評価手法としてのコストベネフィット評価
井上剛伸 (国立障害者リハビリテーションセンター研究所)
 - ロボットアームのコストとベネフィット
我澤賢之 (国立障害者リハビリテーションセンター研究所)
 - ロボットアームの適合と環境調整
中山剛 (国立障害者リハビリテーションセンター研究所)
- 第3部 重度肢体不自由者の地域生活とロボットアーム
 - 頸髄損傷者の地域生活とロボットアーム
重田哲男氏 (ピアサポート北・東京頸髄損傷者連絡会)
 - 神経・筋疾患患者の地域生活とロボットアーム
中坪勇祐氏
 - 指定発言
鴨治慎吾氏 (東京頸髄損傷者連絡会)
高見和幸氏 (東京進行性筋萎縮症協会)
- 第4部 全体討論(質疑応答)
 - 指定発言
石井純夫氏 (セコム株式会社)
島田隆氏(テクノツール株式会社)
加藤晴喜氏 (厚生労働省 福祉用具専門官) (調整中)
小林庸子氏・前野崇氏 (国立精神・神経医療研究センター病院)
樋口智和氏 (国立精神・神経医療研究センター病院)

会場



連絡先

国立障害者リハビリテーションセンター研究所
丸岡稔典・我澤賢之
E-mail: maruoka-toshinori@rehab.go.jp
TEL: 04-2995-3100(内線 2515)
FAX: 04-2995-3132