

性とあわせて機器の供給に要する社会コストとベネフィットの比較検討が重要であると考えられる。本研究プロジェクトでは、最終的に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（以下、単に「ロボットアーム」）使用にともない生じるコストならびにベネフィットの大きさを実際に評価することにより、こうした機器の費用・便益評価法を確立し障害福祉制度等への新規機器種目を組み込む際の手順を確立することを目指している。

本稿では、(1) ロボットアームの導入・使用に伴うコストの評価ならびに (2) ベネフィットの評価について述べる。

B. 研究方法

1. コストの評価

本稿執筆時点で、日本において障害者が実際に使用する目的で購入されたことがあり、販売店がそうしたユーザーのためのサポート・メンテナンスについての経験がある、唯一の重度肢体不自由者自立支援用ロボットアームと考えられる Exact Dynamics 社（オランダ）製のロボットアーム iARM を対象として、ロボットアーム導入時の所要費用として下記の項目の合算値を算出する。

- a) ロボットアームの購入金額（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）
- b) 上記金額に含まれていない、メンテナンス費用
- c) 導入に伴う、作業療法士による調整費用

a)については、本研究での iARM 購入価格ならびに被験者の使用車いすへの取付・デ

バイス作成に要した費用を合算した。b)については、日本における iARM 販売代理店を対象に調査を行った（iARM に関しては、日本においても重度肢体不自由者による実用目的での販売事例が 1 件ある。この事例を元に回答いただいた）。c)については、本研究での長期評価に際して、作業療法士資格を持つ研究メンバーによるサポート量（回数、時間）を元に算出した。

ただし、ここで算出されるコストには、利用者環境の調整費用は含まれていない。

2. ベネフィットの評価

長期評価実験によりロボットアームを生活環境で試用した被験者を対象に調査を行い、

- a) 機器の主観的評価額
- b) 介助時間への影響

の 2 つの面から評価を行った。

a)については、下記の点による被験者の評価を聞いた。

金銭を尺度とした主観的評価

ロボットアームに何円までなら払っていいか、について金額を回答してもらった。

介助時間を尺度とした主観的評価

ロボットアームにより得られる満足度の価値は 1 日あたりどのくらいの介助時間と見合うかについて回答してもらった。回答された時間相当分の費用金額を算出することで、介助時間を尺度とした評価値を金額ベースの値に換算した。

b)については、ロボットアーム非導入時と導入時における「1 週間」及び「半日」の被験者と介助者の行為を記録化した。前者では併せて定着したロボットアームの利

用行為を尋ねた。後者では原則、非導入時、導入時のある1日の10時から22時をビデオで撮影し、導入時にロボットアームを用いた行為についてロボットアームの利用時間、介助利用時間について非導入時と比較した。ただし、被験者の状況を踏まえて必要に応じ時間の変更、記録方法の変更を行った。なお、記録中被験者等により行われた個々の行為は、その行為を簡単に文字化して書き留めると共に、表1にしたがってコード化した。

なお評価機器は前述の導入コストとの比較を行う関係もあり iARM を中心（3件）とし、これと併せてより重さが軽い等の特徴を持つ Kinova 社（カナダ）製ロボットアーム JACO arm での評価も行った（1件）。

3. コスト・ベネフィット算出における想定事項について

コストやベネフィットを算出するうえで、前提とした条件について述べる。

評価対象期間： ロボットアームの耐用年数として次の2つのケースを想定する。

(a) 5年間

オランダでの iARM 評価での想定年数（de Witte P, et al.[1] によれば、先行機種である MANUS についての、Exact Dynamics 社の設定する経済的耐用年数である。なお同機種の技術的耐用年数は10年であるとしている）

(b) 6年間

補装具費支給制度での電動車いすの耐用年数

社会的割引率： 4%（費用便益分析でしばしば用いられる値）

4. 被験者について

ここでは4名の被験者に在宅環境で、それぞれの電動車いすに取り付けたロボットアームを試用してもらったうえで、調査を行った。

・ロボットアーム iARM での評価実験

Aさん 60代男性
神経疾患者 独居
介助サービス利用(527時間/月)

Bさん 40代男性
頸髄損傷者 独居
介助サービス利用(450時間/月)

Cさん 40代男性
頸髄損傷者 家族同居
介助サービス利用(682時間/月)
家族介助あり

・ロボットアーム JACO arm での評価実験

Dさん 20代男性
筋疾患者 家族同居
介助サービス利用(16.5時間/週)
家族介助あり

調査時期は平成23～24年度である。

・ロボットアームの主観的評価
・介助時間への影響を見るためのタイムスタディ調査（ロボットアーム導入時）
に関しては、機器の被験者生活環境への導入後、概ね2ヶ月程度以上経過し機器に慣れたところで評価を行った。

・介助時間への影響を見るためのタイムスタディ調査（ロボットアーム非導入時）については、原則生活環境へのロボットアームの導入前に実施したが、日程の都合等によりロボットアームを引き上げた後に評価を行ったケースもある。

表1 行為区分一覧表

大項目	区分	内容(例)
身体の管理	A.姿勢の変換	体の向きの変更(体位交換) 体の位置の変更 車いすチルトの調整 リフトを用いた車いす上での体の位置の変更
	B.健康管理	検温 血圧・脈拍の測定 褥瘡の確認と手入れ 肌の手入れ 投薬
情報やコミュニケーション	C.筆記・読み (電話機・パソコン操作を除く)	書類への筆記／代筆 メモの筆記／代筆 資料・本読み／代読
	D.家電操作	テレビリモコン操作 エアコンリモコン操作 照明機器操作
	E.電話機操作	一般電話機操作(送話・受話) 携帯電話機通話操作(送話・受話) 携帯電話機メール操作(送信・受信・読み上げ)
	F.パソコン操作	パソコン起動 パソコンメールソフト操作 パソコンウェブブラウザ操作
ADL	G.着替え	下着の着替え 上着の着替え 寝間着の着替え 眼鏡を拭く 眼鏡の着脱
	H.排泄	排便 尿バック交換
	I.洗面・入浴	洗顔 耳かき 頭にブラシをかける 体を拭く 髭剃り 歯磨き 入浴とその準備
	J.移乗・屋内移動	ベッドから車いすへ移乗
	K.食事	食事準備 食事 お菓子を食べる 食事片付け 飲料摂取
	L.掃除洗濯	部屋の掃除 トイレ掃除 風呂掃除 書類の片付け シーツ交換 選択 工作用具の片付け 裁縫
M.外出	外出用具の準備 外出付き添い 外出用具の後片付け	
睡眠	N.睡眠	睡眠 睡眠時の見守り
ロボットアーム関係	O.ロボ	ロボットアームの取り外し ロボットアームの車いすへの取付 コントロール部の取り外し コントロール部の取付
その他	P.その他	書類の郵送作業 郵送物開封 外の天気の確認 湿度計の確認 ドアの開閉 窓の開閉 工作作業 鞆・机などからのもの出し入れ 通帳のお金の出し入れ 布団や毛布の着脱 寝具を外す 買い物代行
依頼	Q.依頼・質問	指示 依頼 質問

●介助との比較に関して

利用回数： 年 365 回（「社会福祉施設等調査」による平成 23 年 9 月の利用者 1 人当たり利用回数 30.6 回／月の値を参考に設定）

時間あたり利用料

基本値： 利用介助サービスを障害者自立支援法におけると仮定し、1600 円／時（最も時間当たり単位数の小さい、「所要時間 20 時間以上 24 時間未満の場合」を元に算出）

加算： 区分 6 による加算（+7.5%）1720 円／時

地域加算： 地域区分による加算、または離島・過疎地・特別豪雪地域等による加算。平成 24 年度で+0.5%～15%

※今回の収集データのケースでは+8.1% 1720 円／時

上記加算項目の重複+16.2% 1859 円／時

C. 研究結果

1. コストの評価

コストの評価結果を表 2 にまとめる。

ロボットアーム導入に伴う費用は、6 年間で 5 年評価の場合で約 230 万円、6 年評価の場合で約 240 万円であった（iARM の場合。）

数字には、販売店の介在する費用項目としては、本体、デバイス、取付費用のほか訪問指導、メンテナンス費用のうち販売店負担分が含まれており、5 年分で約 220 万円、6 年分で約 230 万円と推定される。また、作業療法士によるフォローなど 9 回・33 時間分かかっており、これに相当する費

用は 8.2 万円となる（長期評価実験 1 事例での作業療法士による対応実績より算定）。

表 2 ロボットアームの導入コスト

	(a) 5 年評価の場合	(b) 6 年評価の場合
本体費用 操作デバイス、ブラケット、取付・納品費用含む	約 200 万円 (約 200 万円) ※デバイスの種別等により、幅が生じる。	
販売店が販売価格で賄えていないと考える費用		
・初期フィッティング費用	2.5 万円 (2.5 万円)	2.5 万円 (2.5 万円)
・訪問費用 (1 年目 1 回分)	2.5 万円 (2.5 万円)	2.5 万円 (2.5 万円)
・訪問費用 (2 年目以降、各年 2 回分)	18.1 万円 (20 万円)	22.3 万円 (25 万円)
機器導入当初、作業療法士にかかる費用 訪問によるフォローなど 9 回分(33 時間分)	8.2 万円 (8.2 万円)	
計	約 230 万円 (約 230 万円)	約 240 万円 (約 240 万円)

括弧内は、社会的割引率を考慮しない単純合算額。

2. ベネフィットの評価

2-1 機器の主観的評価額
金銭を尺度とした主観的評価

機器の主観的評価額について、まず金銭による評価結果について、表 3 にまとめる。

表3 機器の主観的評価額： 金銭による主観的評価 (iARMの結果のみ)

	買い取りの場合	使用料支払いの場合の月額
回答	5~60万円 (評価者2名)	2万円/月 (評価者1名)
5年分相当額	5~60万円 推定導入費用230万円の2~26%に相当 (5~60万円)	111万円 推定導入費用230万円の48%に相当 (120万円)
6年分相当額	5~60万円 推定導入費用240万円の2~25%に相当 (5~60万円)	131万円 推定導入費用240万円の55%に相当 (144万円)

括弧内は、社会的割引率を考慮しない単純合算額。

金銭による主観的評価では、買い取りの場合5万円~60万円の回答が得られた。この金額は、ロボットアームの導入費用の2~25% (5年評価の場合) に相当する。導入費用以上の評価金額をした人はいなかった。一方、使用料支払いの場合、月額2万円という回答が得られた (評価者1名)。この金額を5年分に換算すると111万円 (社会的割引率を考慮しなければ120万円) となる。この金額は推定導入費用の48%に相当する。

なお、重度肢体不自由者用ロボットアームの別機種であるJACO arm (価格約400万円) での被験者Dさんから同様の評価をしてもらったところ、買い取りの場合で50万円、使用料支払いの場合で月額1万円 (5年分換算で56万円。社会的割引率を考慮しなければ60万円) との結果であった。

介助時間を尺度とした主観的評価

介助時間による主観的評価について、iARMの評価結果は下記の通りだった。

Aさん 1.5時間分

(iARMを使った経験を踏まえて「良いロボットアームの場合ならば」として回答)

Bさん 0.5時間分

Cさん

1) 現在実際に使用している介助サービス利用時間の何時間分に相当するか?

→ 1.5時間分

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態で介助利用時間の追加によって得ようとすれば

→ 2.0時間分

ここでは、3名の評価結果を0.5時間~1.5時間として、その時間数の介助サービス利用に要する費用額への換算を行った。介助費用換算を行ううえで、利用者の自己負担額による方法と、総費用 (= 自己負担額 + 国・地方自治体負担額) により評価する方法とが考えられるが、ここでは後者の方法に依ることとする。

結果は、5年間で157万円~628万円となった (6年間でなら185万円~740万円)。

なおJACO armを使用したDさんの評価結果は下記の通りであった。

Dさん

1) 現在実際に使用している介助サービス利用時間の何時間分に相当するか?

→ 0時間分

- 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るれば

→ 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。」ということを強調していた。

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も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		JACO arm	
	Aさん	Bさん	Dさん	
A 動作をやってみたところ、できた動作について	A-1 習慣的におこなうようになった動作	<ul style="list-style-type: none"> ・レンゲ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 	<ul style="list-style-type: none"> ・水 ・iPad ・お酒 ・コーヒー 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 できたが習慣化しなかった動作	<ul style="list-style-type: none"> ・電話に出る ・インターホンに出る <p>(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</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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) <p>(習慣化しなかった理由) ・手間、労力がかかりすぎる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・疲労する ・自助具を使うほうが楽 ・食事介助のほうが楽 	<ul style="list-style-type: none"> ・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) <p>(習慣化しなかった理由) ・時間が掛かる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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、今ついでにできてい	B-1 うまうまいが、上手くいく方法を検討している動作	<ul style="list-style-type: none"> ・レンジで温める ・冷凍庫のものを解凍する <p>(うまうまいがなかった理由) ・アームの操作やアームのみに頼ったのでうまうまいがなかった</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・書類の整理 ・カラオケで選曲する ・野球の応援 <p>(うまうまいがなかった理由) ・ページをめくるのが大変</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 ・うまう音が鳴らない ・手で動かした方が楽
	B-2 うまうまいが、ひとまず断念した動作	<ul style="list-style-type: none"> ・玄関のドアの開閉 ・受話器を取る <p>(うまうまいがなかった理由) ・ドアの重さや狭い角での操作が難しい</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・歯磨き <p>(うまうまいがなかった理由) ・うまう歯に当たらない</p> <ul style="list-style-type: none"> ・歯ブラシの先が鼻に入ってしまった
C 動試機で作り会いたいが試したい動作	C-1 今後試してみたい動作	<ul style="list-style-type: none"> ・急須からお茶を注ぐ ・カーテンを開める 		<ul style="list-style-type: none"> ・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

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—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

◎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、その矯正歩のはみだし回数の比率減少の時期・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とと考えられる。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(アイアーム 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パッドで操作した。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る。

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。

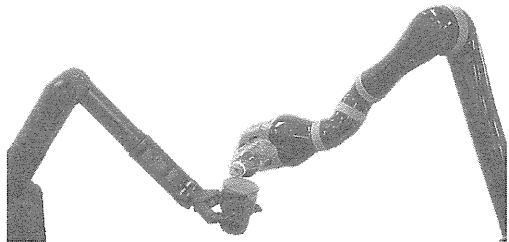


図1 iARM (左) と JACO Arm (右)

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、顔を掻く
- [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

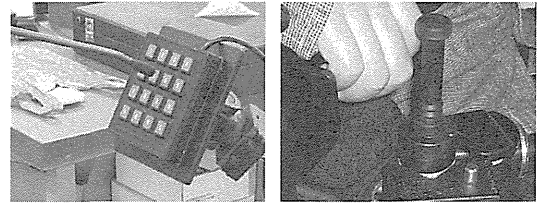


図2 キーボードとジョイスティック

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ことを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め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/shougai Shahukushi/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