

2. 環境設定と実験課題

環境設定および実験課題については、資料 4「平成 23 年度版重度肢体不自由者用ロボットアーム短期評価プロトコル」に基づいて行う。但し、課題実施時の操作精度確認は実施していない。

(倫理面への配慮)

本研究は国立精神・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た。研究における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。想定される不利益・危険性については、事前に排除を行うべく対処するとともに、上記倫理委員会での審査を経る。人権擁護に関する事項、想定される不利益や危険を含めた研究協力に関する説明は文書を作成しそれをもとに行う。被験者の同意については、書面によりその意思を確認する。なお、これらの倫理に関する項目は、同委員会の指示に従うものとする。

C. 結果

本実験では 6 人全員が 16 キーのキーパッドを使って操作した。またロボットアーム本体は車いすに取り付けず、トライポッドに装着して車いすの最近に接地して使用した。各課題のおよその所要時間については平均 2 分 38 秒（課題 3）から 14 分 10 秒（課題 2）の範囲で完了した。

実験の規定では実験従事者は極力アドバイスをしないこととしていたが、アームを装置に引っかけた壊すなど危険が予想される操作があったときにはやむを得ず制止、指示を口頭で行った。

1. QUEST2.0 および PIADS の結果

ロボットアームの操作実験終了後、主観的評価として福祉用具満足度評価（QUEST2.0）および福祉用具心理評価スケール（PIADS）を実施した。

本実験においては QUEST2.0 の 12 項目のうち、サービスに関する 4 項目を除いた 8 項目を実施した。以下に結果を示す。

表 1 QUEST2.0 の結果

問番号	点数	コメント
問 1	3.5±0.8	・やや大きい ・リーチが短い
問 2	3.3±0.5	・やや重い ・分からない
問 3	3.8±0.8	・簡単 ・難しい
問 4	3.8±1.2	・体に接触すると怖い
問 5	4.0±1.1	・短期評価では分からない
問 6	4.0±0.6	・覚えるまでが使いづらい
問 7	4.3±0.8	・使いやすい
問 8	4.2±0.8	(*本文参照)
総合得点	3.9±0.6	「満足している」~「やや満足」

表 2 PIADS の結果

得点種別	得点
合計得点	1.8±0.9
効力感サブスケール	1.8±0.9
積極的適応性サブスケール得点	1.8±0.8
自尊心サブスケール得点	1.8±0.9

QUEST2.0 の問 8：有効性に対するコメントでは「日常生活で使えると思う」「物が取れる位置にある限りにおいて便利」「机上に物が多数あっても自分で扱える」「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」「スピード感が足りない」との意見が得られた。

QUEST2.0 の結果、得点 3.9±0.6「満足~やや満足」という結果を得た。問 2「その福祉用具の重さに、どれくらい満足していますか？」のように、実際に患者が重さを体験していないため回答に困難さが見られる設問があった。

質問 2 の重要項目においては

項目 8：有効性 (6 人全員)

項目 6：使いやすさ (6 人中 4 人)

項目 4：安全性 (6 人中 2 人)

を重要と答えた (重複あり)。

PIADS の結果は総合得点で 1.8±0.9 点と、ロボットアームを用いることによっていずれのサ

ブスケールにおいても高い心理的効果を与えていることが分かった。

D. 考察

本実験では被験者 6 名全員について、車いすに iARM を取り付けずに、iARM をトライポッドに装着した状態で接地して実験を行った。そのため QUEST2.0 のコメントにおいて「物が取れる位置にある限りにおいて便利」との意見を得た。しかしながら iARM が届く限界に近い位置に操作する物体を置いた今回の課題においても、各被験者はほぼ誤り無しに物体を操作することができた。そのため iARM を車いすに取り付けた状態で操作範囲を拡大すれば、さらに利便性が増すと思われる。また逆に被験者自身から近い範囲での操作においても、筋疾患患者は上肢筋力が弱いため多数の物をかき分けて扱うなどの動作が困難である。そのため介助者に欲しい物だけを手元に持ってきてもらう「セッティング」という介助が必要なのだが、iARM を用いることでリーチの近い手元での操作でも利便性が改善する可能性が認められた。

課題 1 で大直方を把持、輸送する実験に関しては、あえてロボットアームの手部に適合しづらい持ちづらい物体を採用したが、実際に最も誤りが多い課題となり、被験者の感想から「使用方法に頭を使う」との意見を得た。今回の被験者は全員インテリジェンスが高い層に属していたが、知的障害ないし認知症がある場合はロボットアームの操作に支障が出るものと推測される。

この実験の課題は全て、ロボットアームを用いない被験者のみでは実行不可能な動作である。また介助者（家族であることが多い）にアドバイスをさせず、被験者に操作を一任した。そのため QUEST2.0 のコメントにおいて「介助者に手間をかける気遣いがない」との意見が得られた。また PIADS の結果によれば、効力感、積極的適応性、自尊心のいずれにおいても同程度の心理的効果を与えることができた。すなわちロボットアーム

によってできなかったことができる、社会に参加できる、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る。

E. 健康危険情報

（総括研究報告書にまとめて記入）

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 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>

なし

厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業）
分担研究報告書

頸髄損傷者での有効性の検証

分担研究者 中山 剛 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 主任研究官、室長

研究協力者：木下崇史、山口 純

研究要旨

重度肢体不自由者用ロボットアームのコスト・ベネフィット評価の一環として、重度肢体不自由者用ロボットアームの有力な利用者の候補である高位の頸髄損傷者を対象として適応基準に関する検証を行った。平成22年度からの継続として、頸髄4番（C4）あるいは頸髄5番（C5）を損傷したことにより四肢麻痺のある高位頸髄損傷者4名に対して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評価実験を実施した。また、長期評価プロトコル構築のため、頸髄4番（C4）完全損傷で四肢麻痺のある高位頸髄損傷者1名に対して自宅環境における電動車いすに搭載したロボットアームの予備実験を試みた。「コップに水分を注いで飲み物を飲む」「トレイ上の海綿、濡れタオルから任意の用具を選び、頬を掻く」「床に落ちている携帯電話を拾い上げ、机の上のトレイに置く」「プリンタから印刷物を取り、内容を確認してレタートレイに収納する」などの動作を対象とした実験の結果、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ことが可能となり、生活の質と自立度を向上させる可能性が示唆された。また、QUESTの得点が 3.33 ± 0.73 、PIADSの合計得点が 1.1 ± 0.8 点であることから被験者がロボットアームに対してそれなりに高い満足度を得たことが示唆された。一方、長期評価実験プロトコル構築のための予備実験は被験者からの要望により中止となった。電動車いすにロボットアームを取り付けた状態でも問題なく日常生活が送れるように事前に対策を取ることの重要性が明らかとなった。先行研究の結果から高位の頸髄損傷者に対して長い時間の介護が必要なことが明らかであり、重度肢体不自由者用ロボットアームの利活用の余地は十分にあると考える。

A. 研究目的

頸髄損傷（Cervical cord injury）は「頸髄の損傷で四肢麻痺（完全または不全）をきたす。髄節レベルによって残存する機能・能力は著しく異なる」と医学辞典に解説されている¹⁾。ヒトの脊髄は頸髄8髄節、胸髄12髄節、腰髄5髄節、仙髄5髄節、尾髄1髄節の合わせて31髄節からなる。脊髄が何らかの原因により破壊されて神経組織が死んだり切れたりして起こった知覚や運動の障害が麻痺であり、このような状態が脊髄損傷である。特に頸髄8髄節における損傷を頸髄損傷、頸髄損傷を被った人を頸髄損傷者と呼んでいる。脊髄損傷の原因は①けが、交通事故、転落事故などの外傷、②腫瘍が脊椎や脊髄にできた場合、③脊髄にいく血管がつまった場合、④脊髄の炎症、⑤脊髄への圧迫（靭帯の骨化症・椎間板ヘルニア・変形性脊椎症など）、⑥その他の病気（先天異常・脱髄性変性疾患・代謝性疾患など）が挙げられる²⁾。

我が国における頸髄損傷者の実数は定かでない。しかし、厚生労働省が平成18年に行った身体障害児・者実態調査³⁾の脊髄損傷Ⅱ「四肢まひ」の人数2万4千人からその実数を推計することができる。これは身体障害者の総数348万人（平成18年度）の約0.7%に相当する。但し、平成13年度

の身体障害児・者実態調査では脊髄損傷Ⅱ「四肢まひ」の人数は4万2千人となっており、誤差が大きいと考えられる。

一口に頸髄損傷者と言ってもその状態は様々である。つまり、頸髄の損傷部位等の要素によって様々な状態になりうる。一般に高位（上位）の頸髄を損傷すればするほど能力障害（disability）の程度が重くなる。特に高位の頸髄損傷者では多くの日常生活動作において介助が必要であり、重度肢体不自由者用ロボットアームの有力な利用者の候補であるといえる。

以上を背景にして、高位の頸髄損傷者を対象として適応についての検討を踏まえて、高位頸髄損傷者が日常生活におけるロボットアームの活用する場面を想定した評価実験を実施する。

平成23年度においては4名の高位頸髄損傷者を対象とした短期評価実験、1名の高位頸髄損傷者を対象とした長期評価実験プロトコル構築のための予備実験を実施する。

B. 研究方法

1. 短期評価実験の方法

短期評価実験のプロトコル詳細については資料4「平成23年度版重度肢体不自由者用ロボットア

ーム短期評価プロトコル」を参照する。

先行研究および平成22年度に実施したプロトコル作成のための予備実験により導出した実験環境およびプロトコルに基づき、平成23年度においては4名、累計5名の頸髄損傷者にてロボットアームの操作実験を計画した。平成22年度に実施した被験者を含めた累計5名の被験者の身体状況などの概要を以下に示す。

・平成23年度被験者1

疾患名：頸髄損傷 C5不全麻痺

利き手／優位手：キーボード操作は左手

肢体不自由の状況：

改良Zancolli分類

右上肢 C4

左上肢 C5A

(手根伸筋3レベル、小指伸筋3レベル)

電動車いす操作：

ジョイスティックを左上肢にて操作

パソコンの文章入力方法：

右手中指甲（第三中手骨頭付近）でキーボード押下、必要に応じて自助具（マウススティック）を併用

・平成23年度被験者2

疾患名：頸髄損傷 C5不全麻痺

利き手／優位手：

左手、左右両使いだっ／今は右手

肢体不自由の状況：

改良Zancolli分類

右上肢 C7A

左上肢 C6A

電動車いす操作：

ジョイスティックを右上肢にて操作

パソコンでの文章入力方法：

右手中指甲（第三中手骨頭付近）と掌でキーボード押下、必要に応じて自助具（ポインティングデバイス）を併用

・平成23年度被験者3

疾患名：頸髄損傷 C4不全麻痺

利き手／優位手

右手（本来）／右手

肢体不自由の状況：

改良Zancolli分類 C4

電動車いす操作：

チンコントロール

パソコンの文章入力方法：

自助具（マウススティック）でキーボードを押下

・平成23年度被験者4

疾患名：頸髄損傷 C5不全麻痺

利き手／優位手： 右手

肢体不自由の状況：

改良Zancolli分類

右上肢 C5B

左上肢 C4

電動車いす操作：

ジョイスティック（Y字）を右上肢にて操作

パソコンの文章入力方法：

右手中指甲（第三中手骨頭付近）でキーボード押下、必要に応じて自助具（マウススティック）を併用

・平成22年度被験者1

疾患名：頸髄損傷 C4完全麻痺

肢体不自由の状況：

改良Zancolli分類 C4

電動車いす操作：

チンコントロール

パソコンの文章入力方法：

自助具（マウススティック）でキーボードを押下

また平成22年度に実施した被験者を含めた累計5名の被験者のロボットアームの操作方法などの条件を以下に示す。

・平成23年度被験者1

使用コントローラ：

キーボード大

固定位置・方法：

ユニバーサルアームで腹前・腿上に固定

操作方法：

薬指・小指で各キーを押す

その他の補足事項：

入力の為にはキー全体に均等に力をかけ押し下げる必要があるが、キーの隅だけを押し、斜めに下がった所で押したつもりになり、ロボットアームが反応しない事が多々あった。キーを覆っているゴムの構造や剛性による物と思われる。実験後半ではかなり手指の疲労が見られた。



図4-1 平成23年度被験者1のロボットアーム操作方法

・平成23年度被験者2

使用コントローラ:

キーボード中

固定位置・方法:

膝上テーブルにマジックテープで固定。キー表面に両面テープを張り滑り止めとした。

操作方法:

被験者所有の自助具（ポインティングデバイス）で各キーを押す

その他の補足事項:

キーボード大を試したが、平成23年度被験者1同様にうまく押下げることが難しかったため小さい力でも押せるキーボード中を選択。キー表面が滑らかなため、スティックの滑り防止のため粘着力を落とした両面テープをキー表面に張った。ジョイスティックも試用して貰ったが、課題にはキーボードで臨むことにした。

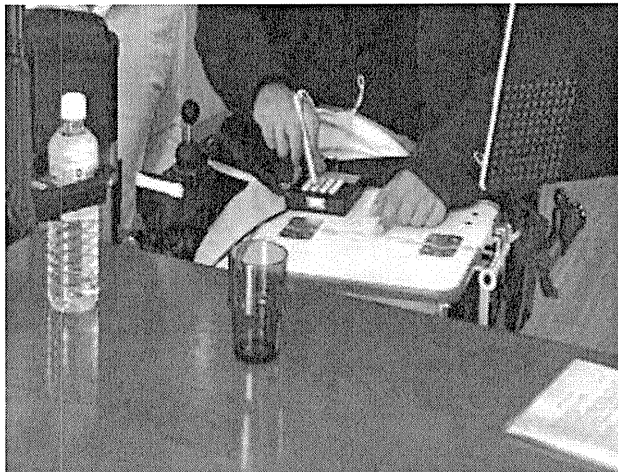


図4-2 平成23年度被験者2のロボットアーム操作方法

・平成23年度被験者3

使用コントローラ:

ミニデジタルジョイスティック（プレスジョイスティック）

固定位置・方法:

ユニバーサルアームで顎近くに固定

操作方法:

チンコントロール

その他の補足事項:

ジョイスティック、ユニバーサルアームが顔の前に位置していたため、飲水動作の際はコップを顔の左側に来るように近づけて水を飲んだ。



図4-3 平成23年度被験者3のロボットアーム操作方法

・平成23年度被験者4

使用コントローラ:

ミニデジタルジョイスティック（プレスジョイスティック）

固定位置・方法:

ユニバーサルアームで右アームレスト前
・車いすコントローラ近くに固定

操作方法:

手でジョイスティック4方向を入力。手首でスティックを押し込みボタン入力

その他の補足事項:

電動車いすのジョイスティックに近い位置に来るように配置。使用したデジタルジョイスティックは押し込むことでロボットアームのモード切替を行うが、手指ではうまく押し込むことができなかつたため、モード切替時のみ手首でジョイスティックを押し込む操作をした。

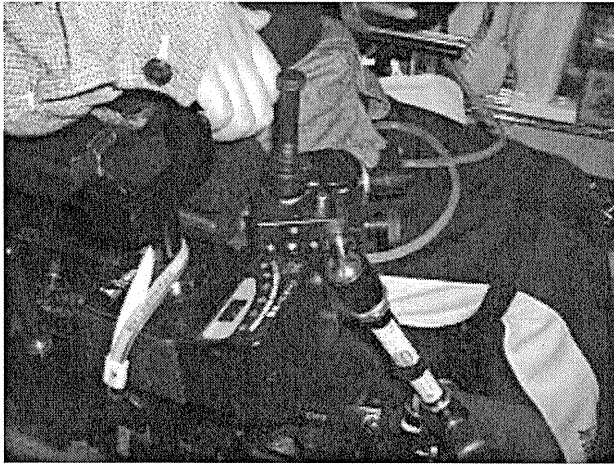


図4-4 平成23年度被験者4のロボットアーム操作方法

- ・平成22年度被験者1
- 使用コントローラ：
 - キーパッド大に固定
- 固定位置・方法：
 - ユニバーサルアームで顔前
- 操作方法：
 - マウススティックで各キーを押す
- その他の補足事項：
 - マウススティックとキーパッド配置の関係上コップを顔の正面に持つことができなかったため、コップを顔の横に近づけて水を飲んだ。



図4-5 平成22年度被験者1のロボットアーム操作方法

評価指標として、操作の成否、時間、操作精度を記録し、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）、および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する。

平成23年度被験者1、2、3に関して本実験は国

立障害者リハビリテーションセンター敷地内の障害者モデル住宅の1階リビングルームで実施した。同モデル住宅は居宅に近い作りとなっており、キッチン、リビング、トイレ、浴室などを備えた住宅である。平成23年度被験者4については被験者の自宅で実施した。また、平成23年度被験者1については国立障害者リハビリテーションセンター自立支援局第2生活訓練室にて実施した。第2生活訓練室は居宅に近い作りとなっており、キッチン、リビング、トイレ、浴室などを備えた訓練室である。

2. 長期評価実験プロトコル構築のための予備実験の方法

長期評価実験プロトコル構築については資料5「重度肢体不自由者用ロボットアーム長期評価プロトコル案」を参照する。

被験者はC4レベルの頸髄損傷者で、現在は介助ヘルパーを利用して日常生活を送っており、電動車いすを使用して外出し、精力的に仕事もされている。被験者が実生活で使用している電動車いすは2台あり、そのうち予備的な電動車いすのほうへロボットアーム（iARM）を取り付け、自宅環境におけるロボットアームの有用性に関して評価を試みる。

なお、評価指標として、操作の成否、時間、操作精度を記録し、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）、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などを実施する。

（倫理面への配慮）

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の承認を得て実施した。研究における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。想定される不利益・危険性については、事前に排除を行うべく対処するとともに、上記倫理委員会での審査を経る。人権擁護に関する事項、想定される不利益や危険を含めた研究協力に関する説明は文書を作成しそれをもとに行う。被験者の同意については、書面によりその意思を確認する。なお、これらの倫理に関する項目は、同委員会の指示に従うものとする。

C. 研究結果

1. 短期評価実験の結果

オランダ製ロボットアームiARMを用いて

- ・簡易上肢機能検査（STEF）の打球を左枠か

ら右枠へ移動（5つ）

- ・ 同じく大直方を左枠から右枠へ移動（5つ）
- ・ コップの把持と設置
- ・ コップに水分を注ぐ
- ・ 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、濡れタオルから任意の用具を選び、頬を搔く
- ・ 床に落ちている携帯電話を拾い上げ、机の上のトレイに置く
- ・ プリンタから印刷物を取り、内容を確認してレタートレイに収納する

等の動作を行った。

ロボットアーム操作の習熟度により、操作にかかる所要時間に変化がみられるが、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出来ている。

また、満足度についてはQUEST 2.0の結果より、平成23年度の被験者4名に関しては平均得点 3.38 ± 0.84 、平成22年度の被験者を含めた5名では平均得点 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。PIADSでは平成23年度の被験者4名に関して得点（-3～3点）は 1.2 ± 0.9 点、効力感 1.4 ± 0.9 点、積極的適応性 1.4 ± 1.0 点、自尊感 0.9 ± 0.8 点であった。平成22年度の被験者を含めた5名では得点（-3～3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、自尊感 0.8 ± 0.7 点であった。なお、上記の得点は各被験者の短期評価実験の最後の実験が終了した後のデータを元に算出した。

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、その他にも使い心地は良い、相当実用性がある事を実感した、一人になる時間が長い方には非常に有効などポジティブな意見が得られた。その一方で、ロボットアームのサイズが大きい、や動作が遅くてまどろっこしい、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。

なお、操作実施者つまり被験者に対しても、元々の駆動速度もゆっくりであり、更にロボットアームの駆動速度を任意で変更できるため、身体近辺で操作する際にも侵襲的な接触は認められなかった。

2. 長期評価実験プロトコル構築のための予備実験の結果

ロボットアームの電動車いすへの取り付け、コントローラ位置の調整、ロボットアームの操作練習、日常生活環境内での操作訓練など約1ヶ月間の期間に3日間実施した時点で被験者からの要望

により中止となった。その主な理由を以下に列記する。

- ・ ロボットアームを取り付けた電動車いすは予備的な電動車いすであり、被験者の身体に最適な状態ではないため、長時間、長期間の利用や外出時に不安がある
- ・ ロボットアームとそのコントローラに付随するケーブル類がキチンと処理されていない為（長すぎて余った部分を輪にして固定しており、しっかりと締結されていない）日常での使用に危険を感じる
- ・ ロボットアーム本体の取り付けやコントローラの位置決めが複雑で工具が必要なため、手間がかかり、介助者へ指示がしづらい
- ・ ロボットアームが邪魔になってテーブルの下に入れないのでパソコン操作ができず、ロボットアームの着脱かあるいは自宅環境の再調整が必要となる

D. 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、生活の質と自立度を向上させる可能性が示唆された。また、iARMの安全機構により、ロボットアームを利用することによる危険の可能性は認められなかった。

満足度について、QUEST 2.0では「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るプラスの満足度と心理的效果を得た。

詳細は省略するが、平成23年度の短期評価実験結果からは上肢機能が比較的高い被験者1や被験者2でのQUEST2.0およびPIADSの評点が低く、上肢機能が比較的低い被験者3、被験者4ではQUEST2.0およびPIADSの評点が高い傾向が得られている。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示唆された。

頸髄損傷者の残存機能と日常生活動作の関連を調査した先行研究は幾つかあるが、例えば、改良Zancolliの分類による日常生活動作の自立の可能性を調べた研究では、食事動作の「スプーン、フォークで食べる」はおおよそC5B以上、「湯飲みやコップで飲む」動作はC6A以上、「お茶を注ぐ」動作はC6BI以上、「ビンや箱のふたを開ける」動作はC7A以上が自立の可能性があるといる結果となっている⁴⁾。また、服を着替えるという更衣動作では「ボタンをとめる」「ボタンを外す」以外の「ズボンを着る」「靴下をはく」といった動作は概してC6BI以上で自立の可能性が

あるという結果となっている。整容動作の「歯を磨く」動作ではC5B以上、「ひげを剃る（電気カミソリ）」動作ではC6BI以上、連絡動作の「ページをめくる」動作は概してC5A以上、「手紙動作（封筒の開閉と折り畳み）」ではC6BI以上で自立の可能性があるという結果となっている。以上から上記のような日常生活動作の場面において、ロボットアームが利活用されることを想定すると、改良Zancolliの分類においては、概してC6BⅡ以上の高位の頸髄損傷者がロボットアームの利用者となりうるとの推測ができる。今回の短期評価実験の課題においては「湯飲みやコップで飲む」C6A以上などが実施可能であった。過去の調査からも高位の頸髄損傷者には長い時間の介護が必要なことが明らかであり⁵⁾、ロボットアームの利活用の余地は十分にあると考える。

長期評価実験プロトコル構築のための予備実験の結果から電動車いすにロボットアームを取り付けた状態でも問題なく日常生活が送れるように事前に対策を取ることの重要性が明らかとなったと考える。平成24年度以降の長期評価実験に際しては、

- ・被験者の住宅、外出先、仕事、趣味等、ロボットアームによる影響、問題が予想される場面を事前により詳細に調査する
 - ・ロボットアームを取り付けた状態でも問題なく日常生活が送れるように事前に対策を取る
 - ・必要な環境調整と実験終了後の現状復帰に全面的に協力する
 - ・問題が発生した時は対応できるように介助者への説明や訓練を十分に行う
- などの対応が必要となると考える。

E. 健康危険情報

(総括研究報告書にまとめて記入)

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 井上剛伸, 木之瀬隆, 小林庸子, 中山剛, 我澤賢之. ロボットアームのコスト・ベネフィット評価. 第26回リハ工学カンファレンス講演論文集, 2011-07-25, 大阪, 2011, p. 117-118.
- 2) INOUE Takenobu, KINOSE Takashi, K OBAYASHI Yoko, NAKAYAMA Tsuyoshi, GASAWA Kenji. Cost-Benefit Evaluation of Assistive Robotic Arms. 第26回リハ工学カンファレンス講演論文集, 2011-07

-24, 大阪, 2011, p.59-60.

- 3) 中山剛, 井上剛伸, 木之瀬隆, 小林庸子, 樋口智和, 我澤賢之, 木下崇史, 山口純, 藤野真理子, 兼森祥子. 肢体不自由者用ロボットアーム導入に向けた基礎評価. 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会2011論文集, 2011-11-03, 東京, 2011, p.10-4-1, p.10-4-2, CD-ROM.
- 4) 木下崇史, 井上剛伸, 中山剛, 我澤賢之, 山口純, 藤野真理子, 兼森祥子, 小林庸子, 樋口智和, 木之瀬隆. 肢体不自由者用ロボットアームの利用効果に関する基礎評価. 第7回日本シーティング・シンポジウム, 2011-11-20, 東京, 2011, p.54-55.

G. 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

実験補助ならびに実験データの分析に協力頂いた藤野真理子氏、藤田牧子氏、谷澤めい氏、茅野志徳氏、田澤聖氏、田中祥恵氏、飯沼冬海氏に感謝する。

<参考文献>

- 1) 上田敏, 大川弥生編: リハビリテーション医学大辞典, 医歯薬出版株式会社, 1996.
- 2) 徳弘昭博: 脊髄損傷—日常生活における自己管理のすすめ, 医学書院, 1992.
- 3) 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部企画課: 平成18年身体障害児・者実態調査, available from <<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/shintai/06/index.html>> (accessed 2012-03-10).
- 4) 吉村理, 他: 改良Zancolli分類による頸髄損傷者のADL自立の可能性, 広島大学保健学ジャーナル, 1(1), 73-77, 2001.
- 5) NPO法人日本せきずい基金: 日本せきずい基金レポート05, 在宅高位脊髄損傷者の介護システムに関する調査報告書, 2003.

厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業）
分担研究報告書

社会コストに関する検証

研究分担者 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

障害福祉研究部 研究員

研究要旨

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伴い生じるコストとベネフィットの事項についてまとめ、今年度行った調査により、①コストのうち、ロボットアーム供給者（販売店）を介して生じる費用の大きさについて明らかにした、②ベネフィットの調査を通じて、頸髄損傷者、神経・筋疾患者を対象とした「ロボットアームを使ってやってみたい動作」「ロボットアームを使ってやってみた動作」について現段階での結果をまとめた。

A. 研究目的

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、ロボットアームの導入・使用に伴うコストとベネフィットについて、金額単位での把握が可能と思われる事項についてまとめ、それらの項目のうちロボットアーム供給者（販売店）を介して生じる費用の大きさについて調査の結果を示す。次年度のコスト・ベネフィットの調査ならびに分析により、ロボットアーム導入に伴う正味のベネフィットの大きさを明らかにすることで、こうした福祉機器のコスト・ベネフィット評価方法について構築し、その普及を促進することを目的としている。

B. 研究方法

表1は、ロボットアーム導入・使用にともない生じる金額単位での把握が可能と思われるコストとベネフィットの事項である。次年度までの研究期間のなかで、同表の諸項目の大きさを調

査・推定し評価を行っていく¹。

現時点での調査状況であるが、コストの諸事項のうち、機器本体・操作デバイスなどのハードウェアそのものに要する費用以外にかかってくる、ロボットアーム供給者（販売店）を介する費用について調査を行った。一方、ベネフィットに関しては現時点で被験者のロボットアーム使用時・不使用時の間に介助サービスの利用、時間の使い方、行動などにどのような変化が生じるかについて調査を進めているところであるが、現時点では、まだデータの蓄積途上である。

¹ ただし、ベネフィットの「労働生産性等の向上」については、現時点では今回の研究プロジェクトでの計測を予定していない。

表1 ロボットアーム使用に伴うコスト・ベネフィット

コスト		メリット		
ロボットアーム供給者(販売店)を介する費用	(機器自体の費用)	本体 操作デバイス	金額的な効果として現れる便益	介助者サービス・家族介助等利用時間の節約による効果
	導入までの費用	初期フィッティング		
	導入時の費用	デバイス・取付金具など製作・調整 販売時納品	必ずしも直接金額的な効果としては現れない便益	労働生産性等の向上
	納品後の費用	訪問指導・訪問相談		利用者の生活の質等向上の効果 介助者の作業負担の軽減
利用者に直接的にかかる費用	環境調整費用	利用場所の配置換えなどの調整		
		付随して使用する用具等の用意		
		ロボットアーム使用に伴う介助者への依頼用務		

23年度に調査を行い、本稿に結果をまとめる事項
現在調査中の事項

1. ロボットアームの導入・メンテナンスに要する販売店経費

福祉機器を利用するためには、物品そのもの入手するのに要する費用以外に付随する費用が生じるケースがしばしばある。まず機器の使用開始の時点において、利用者が使いやすいようなフィッティング、調整を要する場合があることが考えられる。さらに利用者の身体状況が変化することが予想される機器については、継続的に利用できるよう使用開始後のサポート、メンテナンスを行っていくことが重要である。ロボットアームもまたそのような特性を持つ機器であると考えられる。

厚生労働省の補装具評価検討会（第10回。平成21年12月22日）における、重度肢体不自由者意思伝達装置についての議論で、「スイッチの適合や再適合等、むしろ販売後のフォローの負担が大きく、サポート事業の形態のほうが馴染むのではないか」との指摘がなされた。制度上のどこに機器を位置づけるのが適切かについての議論は措くとして、機器の初期導入価格以外にどのような費用がかかってくるのか把握するとともに、利用者・販売店が持続的に機器を使い、あるいは供給し続けられるようにするためにはその費用をどのようにまかなっていくのか考慮することが必要である。

本稿ではロボットアーム販売店を対象に、この企業が直面する費用について調査を行い、その結果をまとめる。現在日本で購入可能なロボットアームのうち、日本国内での販売・サポートに携わ

る窓口が設置され、利用者宅訪問を含むサポートが実施されているのは、事実上1機種（iARM。製造元 Exact Dynamics 社（オランダ））で、その代理店事業所は1箇所のみである。さらに同事業所についても、現時点では研究目的でない実用用途でのロボットアーム販売実績はそれほど多くないと考えられ、十分な案件数の蓄積は今のところない。しかし、現時点で利用可能なデータに基づき、販売店の直面する費用についてまとめることにする。

2. ベネフィットの評価について

ベネフィットの評価を行うための基礎データとして、ロボットアーム不使用時と使用時との間で、利用者の生活行動ならびに介助などのサービスの利用状況がどのように変わるのかについて把握する必要がある。そこで、頸髄損傷、神経・筋疾患のある被験者を対象に不使用時（短期評価被験者を対象）、使用時（「不使用時」の生活記録回答者であり、かつ長期評価により生活環境へのロボットアーム導入経験のある被験者を対象）それぞれの1週間の生活記録調査を実施するとともに、不使用時段階においてはロボットアームを使ってやってみたいこと、使用時段階ではロボットアームで実際にやってみた動作について訊く。現時点では、不使用時段階について3件、使用時段階については長期評価予備実験における1件のデータを収集したところである。今後、データ間の比較を行い、注視して分析すべき点を明らかにしたうえで、該当部分のより詳細なタイムスタディ

調査ならびに分析を進める予定である。

なお、金額的な効果としては直接現れないような効果、例えば利用者の生活の質の向上等については、今後支払意思額等の調査を検討している。

(倫理面への配慮)

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の承認を得て実施した。研究における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。想定される不利益・危険性については、事前に排除を行うべく対処するとともに、上記倫理委員会での審査を経る。人権擁護に関する事項、想定される不利益や危険を含めた研究協力に関する説明は文書を作成しそれをもとに行う。被験者の同意については、書面によりその意思を確認する。なお、これらの倫理に関する項目は、同委員会の指示に従うものとする。

C. 研究結果

1. ロボットアームの導入・メンテナンスに要する販売店経費

調査の結果得られた、販売店の直面する費用について、表 2 にまとめる。

同表に挙げていない費用として、大別して 2 つのものがある。

1 つは、ロボットアーム本体・操作デバイス・ロボットアーム取り付け金具・修理用部品等の実物である。これらに要する費用については、現状では利用者の負担となっていると考えられ、その費用を販売店が負担しているわけではない。2 つ目は、製造間接費（製作作業に要する光熱費、減価償却費）や事務経費等、ロボットアーム販売事業に関する該当分が特定しにくいと考えられる費用である。この部分についても、費用の推定が必要と考えられるが、ここでは措くこととする。

以上の点を踏まえたうえで、表 2 について検討する。同表の I の部分では、販売に向けたフィッティング作業時点から販売後 6 年の間に要する費

用（メーカーへの搬送を要する修理を除く）を挙げており、また II の部分ではメーカー搬送（オランダまで機器を送付）を要する修理 1 回あたりの費用を挙げている²。

I について、利用者宅が事業所に比較的近く 1 回の往復に要する交通費が 5,000 円程度で済む事例の場合、6 年間に要する費用の概算値は、41 万円となる。中部地域へのある訪問事例の場合、販売店事業所（所在地・関東）との間の交通費は往復 1 回 22,000 円程度であるが、この場合 I の費用の概算値は 65 万円程度となる。調査先販売店によれば、現状では、これらの費用のうち、「B-1 デバイス・取り付け金具など製作・調整に要する費用」、「B-2 販売時納品」については概ね本体販売価格でカバーしているとのことであるが、この部分の費用は表 2 の I に纏めた費用の 20% 台半ばに過ぎない。残る費用については、販売店負担になっていると考えられる。

現時点ではロボットアームは補装具等の制度下にあるわけではなく販売店が自由に価格設定できる状況にはあるものの、現行の補装具でサポート費用をどこが担うのか課題になっているものと類似の図式が見受けられる。

今後ロボットアームが普及し、各地に販売店が立地するようになれば、表 2 に挙げた費用のうち交通費はある程度（仮に先に挙げた 22,000 円（関東地方 - 東海地方間）の半分以下として、11,000 円以下）に抑えられると考えられる。

一方、II 修理に関しては、現状では複雑な修理を行うためには、ロボットアーム本体をメーカーのあるオランダに送付する必要がある。この国外搬送費用のために 5 万円ないし 8 万円程度を要している（表 2 では中間値の 65,000 円を採用）。このため、メーカーの直面する修理に要する直接的な費用（修理の直接的な作業費用や部品費など）を別にして販売店にかかる費用のみで 1 件あたり 10 万円以上を要することになる。

² 6 年間という期間設定については、自立支援法における補装具の電動車いすの耐用年数を参考とした。

表2 ロボットアームの導入・メンテナンスに要する販売店の直面する経費

I 費用(メーカー搬送を伴う修理費用を除く)

	人件費	交通費 (※)	その他	利用者宅 訪問回数	備考
A. 販売決定以前の時点に要する費用(展示・デモなど1台あたりの費用として算出しにくいものを除く)					
A-1	初期フィッティング費用	20,000	5,000		1 利用者の環境調査、入力器機の選択、購入に適しているか等を判断して、見積書作成のための作業を実施。
B. 販売初期時点に要する費用					
B-1	デバイス・取付金具など製作・調整に要する費用	80,000	5,000		1 販売決定後に採寸などを行う。
B-2	販売時納品	20,000	5,000		1 納品時に使用法ガイダンス等も併せて行う。
C. 販売後に要する費用(販売後仮に6年程度について概算)					
C-1	訪問指導・訪問相談(1年目)	20,000	5,000		1 訪問に至らず電話相談で済むケースが多い。
C-2	訪問指導・訪問相談(2~6年目)	200,000	50,000		10 訪問が年2回程度
		340,000	70,000		14
合計			410,000 円		

II メーカー搬送を伴う修理費用(1回あたり)

	人件費	交通費 (※)	その他	利用者宅 訪問回数	備考
D. メーカー(オランダ)への搬送を要する修理費用(該当案件1件あたり)					
D-1	メーカーへの搬送費用		65,000		その他は輸送費。
D-2	利用者宅からの引き取り、再納品	40,000	10,000	2	
		40,000	10,000	2	
合計			115,000 円		

※ 事業所所在地(関東)から比較的近隣地域を想定し、往復1回5000円の交通費を仮定する。なお中部地域へのある訪問事例の場合、往復1回22,000円程度となるため、表の数値に較べ交通費が1で238,000円程度、34,000円程度多くかかる計算になる。

2. 生活場面でのロボットアームの活用について

生活記録調査のなかでおこなった、生活場面でのロボットアームの活用について、現時点でまとめられているデータを示す。表3に示すのは、ロボットアームを使用してやってみたいこととして挙げられたことをまとめたものである(回答者:短期評価の被験者3名)。

表3 ロボットアームを使用してやってみたいこと

動作区分	事柄
健康管理	口腔ケア 肌の手入れ
家電操作	エアコン、TVのスイッチ操作 リモコンなどを配置する
電話機操作	受話器を外す、耳に当てるなどの操作 電話機のボタン操作
パソコン操作	電源スイッチ操作 印刷 印刷物をプリンタから取る DVD、USBメモリなどの着脱 押しにくいキーを押す
着替え・眼鏡着脱	眼鏡の着脱
洗面・入浴	鼻をかむ
移乗・屋内移動	エレベータのボタン操作
食事	食事を摂る 飲物を飲む
その他	玄関の鍵の操作(施錠、解錠) 資料整理 水遣り 高い棚の物を取る 資料・本を自分で読みたい 本の出し入れ 顔を掻く 不要な書類等を捨てる 落とし物を拾う 足先の位置の微修正 熱くなったカイロの位置を変える 自動販売機のボタン操作 ※マウススティック以外の操作法を用意することでできることが広がるか

このロボットアームを使用してやってみたいことの回答者のうち、その後長期評価により実際に生活環境においてロボットアームを使用した被験者1名を対象にロボットアームを使ってやってみた動作について得られた結果が表4である。

表4 生活場面のなかでおこなってみたいロボットアームの動作について

ロボットアームでの動作について

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
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
A-2 できはした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

B. やってみたが、今のところできていない動作について

B-1 うまいくなかったが、上手くいく方法を検討している動作
レンジで温めることや冷凍庫のものを解凍する (うまいくなかった理由) アームの操作やアームのみに頼ったのでうまいくなかった
B-2 うまいくはず、ひとまず断念した動作
玄関のドアの開閉 受話器を取る (うまいくなかった理由) ドアの重さや狭い角での操作が難しい

C. まだ試していないが、機会があれば試してみたい動作について

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

D. 考察

1. 重度肢体不自由者用ロボットアームの導入・メンテナンスに要する販売店経費

今後ロボットアームを公的制度にのせることを検討する際、同機器を安定的に供給できるようにしていくためには、販売店が現在直面している費用をどのようにまかなっていくのかについての検討が必要である。なかでも、義肢などの補装具についてもしばしば指摘される(例えば、第7回補装具評価検討会。平成20年8月8日)ところであるが、販売店事業所からの遠方の利用者へ供給・サポート実施する際の交通費の負担をどのように扱うのかについて考える必要がある。

修理に関しては、現時点では日本国内で利用者宅訪問を含めたサポート体制の取られている実用的なロボットアームが事実上輸入品である本機種のみである以上、修理の部品・作業以外に要する費用に数万円を要するという事は、公的制

度の適用を考える際、修理費用負担の仕組みについて検討を要すると考えられる。

なお、現時点での日本国内のロボットアームの導入台数は極めて少ないと考えられるが、Römer et al (2004)によれば the Dutch Institute for Rehabilitation Issues (iRV) は、オランダにおけるロボットアームの潜在的なユーザーの数は人口の0.005%ないし0.0125%であると推定している。これは日本の人口に適用すれば6,000人ないし16,000人に相当する。今後、日本国内でロボットアームの普及が進めば、規模の経済効果により1台あたりの付随費用が低下することが考えられる。

2. 生活場面でのロボットアームの活用について

表4の結果によると、実際に行うことのできた動作のうち習慣化したものとそうならなかったものを分けたひとつの目安として、所要時間の及ぼす影響が考えられる。A-2に挙げた、習慣化しなかった動作としては電話・インターホン対応と、相手の呼びかけに対して速やかな反応が求められる動作が列挙されている。これに対し、A-1で挙げた習慣化した事項については、食事、飲料摂取、資料読みといった、どちらかといえば多少時間がかかっても利用者自身のペースで行うことのデメリットが比較的小さい動作が並んでいると考えられる。特に飲料摂取、資料読みについては介助者を介することなく利用者が自身で行うことができるようになることで、別の依頼用務を遂行中の介助者の作業を途中で中断させる機会が減り、介助者利用の効率化ならびに介助負担の軽減の効果を期待することができる可能性がある。

現時点では、表4にかかるデータはまだ被験者1名分しかないため確かなことは言えないが、今後データの蓄積を進めるとともに、こうした点行動が生活行動のどの時点で生じるのかについて分析を加えたい。より詳細なタイムスタディ分析を進め、ベネフィットの効果の大きさの金額評価を進めていきたい。

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、今年度行った調査により、①コストのうち、ロボットアーム供給者（販売店）を介して生じる費用の大きさについて明らかにした、②ベネフィットの調査を通じて、頸髄損傷者、神経・筋疾患患者を対象とした「ロボットアームを使ってやってみたい動作」「ロボットアームを使ってやってきた動作」について現段階での結果をまとめた。

今後、長期評価の進行にともない、コストのうちロボットアーム利用者の直面する環境調整費用、ベネフィットのうちより詳細な生活記録調査データ並びに利用者の感じる効用等にかかる金額評価データを蓄積し、分析を進めていきたい。

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) Römer, G., H. Stuyt, G. Peters and K. van Woerden, Processes for Obtaining a “Manus” (ARM) Robot within the Netherlands, *Advances in Rehabilitation Robotics*:

Human-friendly Technologies on Movement Assistance and Restoration for People with Disabilities, Springer-Verlag New York, LLC, p.221-232, 2004.

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
INOUE Takenobu	Cost-Benefit Evaluation of Assistive Robotic Arms	第 26 回リハ工学カンファレンス講演論文集	26	p.59-60	2011
井上剛伸	ロボットアームのコスト・ベネフィット評価	第 26 回リハ工学カンファレンス講演論文集	26	p.117-118	2011
木之瀬隆	ロボットアームのコスト・ベネフィット評価に関する検討 (シャルコー・マリー・トゥース病のケース)	日本義肢装具学会誌	27	p.108	2011
中山剛	肢体不自由者用ロボットアーム導入に向けた基礎評価	生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2011 論文集	—	p.10-4-1 p.10-4-2	2011
木下崇史	肢体不自由者用ロボットアームの利用効果に関する基礎評価	第 7 回日本シーティング・シンポジウム	—	p.54-55	2011

IV. 研究成果の刊行物・別刷

Cost-Benefit Evaluation of Assistive Robotic Arms

- The National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities • Takenobu INOUE
Nihon Institute of Medical Science • Takashi KINOSE
The National Research Center for • Yoko KOBAYASHI
- The National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities • Tsuyoshi NAKAYAMA
The National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities • Kenji GASAWA

Keywords : Physical disabilities, Clinical evaluations, Outcome measurement, Social cost

1. Introduction

Assistive robotic arms for persons with physical disabilities are expected to dramatically improve autonomy and independence of persons with quadriplegia like spinal cord injury, muscular disease and some other disabilities. So, there are potential needs of them. However, there are some problems toward dissemination of the assistive robotic arms in Japan. In order to solve these problems, cost-benefit evaluations are important. These results will be one of the evidences for institutional reform of the governmental assistive product provision system.

The report of the Ministry of Health, Labor and Welfare of Japan about future vision of assistive products pointed out importance to put more advanced technologies, like robot technologies, into assistive technology field and improve autonomy, independence and QOL of persons with disabilities¹⁾. In addition, it is necessary to take into account the assistive robot arms covered by the governmental provision systems from orphan product point of view, if they are really useful.

The objective of this study is to clarify the cost-benefit advantage and disadvantage of the assistive robotic arms using at home through the clinical evaluations.

This paper describes that the whole concept of this project and some primitive results that we acquired so far.

2. Whole concept of this project

The goal of this project is to estimate comprehensive outcome of assistive robotic arms from the benefit of their use and social cost with their use. Figure 1 shows the whole concept of this project. In terms of benefits, improvement of users' autonomy and independent, psychological effectiveness, reduction of care givers' burden and increase of users' income are taken into account. On the other hand, cost saving for care givers, increase of tax income and economic effect as the convenience cost, and also expense for purchase, installation, maintenance and follow-up of the robotic arm are taken into account as the social costs.

In order to clarify the cost-benefit advantage and disadvantage, we set four questions; "What the users can

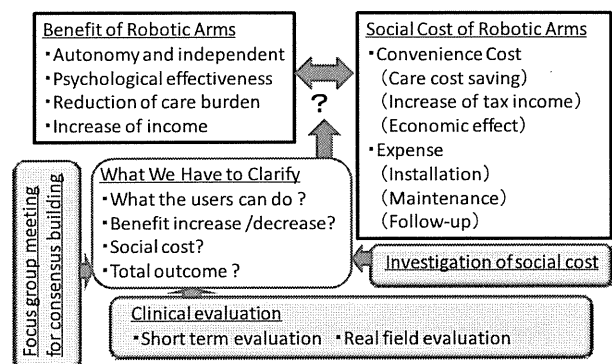


Figure 1 Whole concept of this project

do with using the robotic arms?”, “Do the benefits increase or decrease with using the robotic arms?”, “Do the social costs increase or decrease?” and “How are the total outcomes?” The methods to answer these questions are divided into three parts. The clinical evaluation is the most important. We are planning short term evaluation in the simulated environment and long term evaluation in the real life. We are also conducting investigation for social cost estimation and focus group meeting for consensus building about total outcomes.

3. Preliminary clinical evaluations

In order to fix the clinical evaluation protocol, we conducted preliminary clinical evaluations. The cooperators of the experiments were three people; a male with C4 complete spinal cord injury, a female with progressive myopathy and a male with Charcot-Marie-Tooth disease. All cooperator use powered wheelchairs. We chose “iArm” of Exact Dynamics Co. Ltd. in Netherlands as the evaluation platform.

The results of the evaluation experiments showed that the following tasks were possible with the assistive robotic arms.

- Pick up the PET bottle from the table and drink water.
- Pick up books from the bookshelf on the desk.
- Pick up a piece of paper from the desk.
- Pick up a remote control box from the floor

The results of Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale (J-PIADS) showed higher average point ;+1.9 than +1.5 point of eye glass taken by Inoue et.al.²⁾.

From these results, it was suggested that the assistive robotic arms have potential to improve autonomy and independent of persons with disabilities, and also improve psychological effectiveness.

4. Preliminary estimation of social cost

Care givers’ cost is one of the important factor of social cost related to use the assistive robotic arms. We tentatively hypothesized that the use of the robotic arms

once decrease one hour of care. Based on this hypothesis, we calculated how much care givers’ cost can be reduced. We emphasize this results are only based on the desk plan.

The results showed that the use of the robotic arms reduced ¥606,042 a year if they were used every day. Where, the number of days of use was 348, the caregivers’ cost is ¥1,741.5/hour.

If the durable period of the robotic arms is 6 years, the total convenient cost is ¥3,636,252. In addition, if we take into account the change of monetary value, it came to ¥3,304,033, where the social rate reduced was 4% a year.

Some assistive robotic arms cost lower than this estimation. This result shows some possibility to reduce the social cost by using them. We are planning the more precise estimation including installation, maintenance and follow-up costs.

5. Conclusions

This paper described the whole concept of the cost-benefit evaluation of the assistive robotic arms. This project is based on the orphan products point of view that the really useful products for small group must be supported by society. The result of preliminary study revealed that the robotic arm had potential to be taken into account as a orphan product.

This research is supported by the Ministry of Health, Labor and Welfare. The experiments that was conducted in this project were approved by IRB and COI committee of the National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities of Japan.

6. References

- 1) Future vision of assistive technology in Japan, The ministry of health labor and welfare of Japan, <http://www.rehab.go.jp/study-session/Contents.html>, 2008
- 2) Inoue, T., Kamimura, T., Sasaki, K., Mori, K., Sakai, N., Fujita, Y., Nihei, M., Tsukada, A.: Standardization of J-PIADS (Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale), Assistive Technology Research Series, IOS Press (in printing)

ロボットアームのコスト・ベネフィット評価

Cost-Benefit Evaluation of Robotic Arms

○ 国立障害者リハビリテーションセンター研究所・井上 剛伸
 日本医療科学大学保健医療学部・木之瀬 隆
 国立精神・神経医療研究センター 病院・小林 庸子
 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・我澤 賢之

キーワード：肢体不自由、臨床評価、利用効果、社会コスト

1. はじめに

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、介助無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無しには、普及は困難である。ロボットアームのコスト・ベネフィットを明らかにすることは、制度の改革に根拠を提案するものともなる。

平成20年にまとめられた社会援護局長勉強会報告書“支援機器が拓く新たな可能性”¹⁾では、ロボット技術などの先端的な技術を福祉機器に適切に活用することにより、障害者の自立・自律を促進し、生活の質を向上させることの重要性が示されている。厚生労働省としては、技術シーズ主導で考える他省庁とは異なり、利用者の立場から、これらの技術を真に役立つ方向に先導することが求められている。また、オーファンプロダクツの観点に立てば、重度肢体不自由者のロボットアーム使用を、社会コストでまかなうことも考慮する必要がある。

本研究では、重度肢体不自由者用の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。

本稿では、プロジェクトの全体コンセプトを概説するとともに、これまでに実施した臨床評価プロトコルの構築に向けた試用評価結果および机上検討による予備的コスト推計の結果について示す。

2. コスト・ベネフィット評価の全体コンセプト

コスト・ベネフィット評価では、ロボットアーム導入によるベネフィットと、それによる社会コストを対比して、全体的な利用効果を算出することを目指す。本研究で実施する評価の全体コンセプトを図1に示す。ベネフィットでは、利用者の自立・自律の向上や、心理的効果、介助負担の軽減、就労による収入増などを考慮に入れることとし、社会コストでは、ヘルパーコストの低減や税収入増、経済効果などの便益と、ロボットアームにかかる導入、メンテナンス、修理などの費用を考慮に入れることとする。

ここで、確かめるべき項目として、ロボットアームが実際にどこまで使えるのか、ベネフィットおよび社会コストの増減、トータルでの利用効果、を取り上げ評価することとした。評価方法としては、実

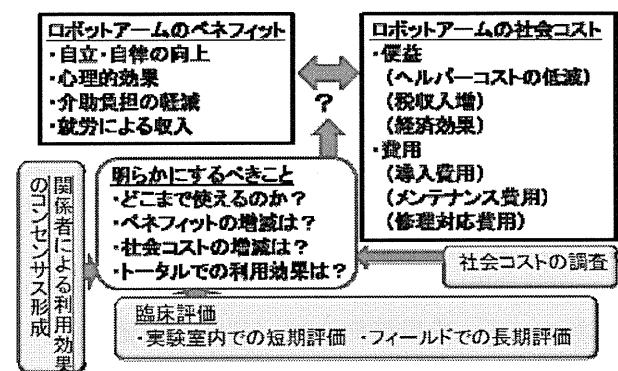


図1 評価の全体コンセプト