

均余命は伸びている。(15%のコストカットの証明の様な事ができれば望ましい。リハビリテーションセンターで5~10台そろえて評価ができれば良いのだが。)

- プロジェクトの対象に子供を選ぶのであれば14~15歳の対象が良い。この年齢になると両親の手に負えなくなるし、自立の目覚めが出来てくる。それより小さいとロボットアームの大きさの問題がある。
- ロボットアームの対象者は小柄な場合が多く、クイッキー(電動車いすメーカー名)の電動車いすにとりつけられる。そのため16kgから9kgに軽量化した。またエレベーターに入るために重心を下にしてバランスをとるように工夫した。
- 以前訪問したロボットアームの使用者A氏(女性)のアームは少し小さかった。なるべく車いすの大きさより小さいものを意識している。
- 日本はロボット王国で有利ではないか。32ヶ所のリハビリテーションセンターがあり隣に学校がある。1台でも学校に入れば良いのに。子供はゲーム感覚。QOLが改善したというデータは沢山ある。コーヒーを飲めるかどうかではなく、カップで飲めるかどうかの考え方。三つの段階でトレーニングをする。最初に母親に入ってもらおう。下の兄弟に対しても良い傾向がある。
- ロボットアームによる自立を阻むのは母親であることがある。デュシェンヌ型とベッカー型は親に依存することが多い。脊髄性筋萎縮症と脊椎損傷は自立型が多い。前者は発症が早いせいか、母親が過保護になる。

1. 3. ロボットアーム供給のための 公認プロトコル

Assistive Innovations社のGertian氏より、パワーポイントデータで情報を入手した。実際のプロトコルデータの和訳を資料4に掲載する。ここでは、プロトコルの全体像について紹介する。

前節にある、iARMの直接の給付について説明の中に、ロボットアームの適合評価について、OTと一緒に業者がユーザーと訪問しフィッティングを行うとある。そして、プロトコルにあるYes・No形式のアンケート

を行い、基準に照らし合わせてOT達が判断をする。

プロトコルの概要としては、志願者の基本情報、ロボットアームを使用する際の動機確認があり、あくまでも自立支援の考え方に基づいており、ロボットアームのみでなく、介助者との組み合わせも含めて、必要性を判断するようになっている。

項目では、動機に関する4項目、アプリケーションに関する12項目、適正・指示に関する4項目、特性評価に関する9項目で、これらの必要条件を満たすときのみ、ロボットアームは適応されるとなっている。詳細な取扱いについては、和訳資料4の原文において「動作&指示確認」の間に関する判断基準が抜けている可能性もあり、再度確認が必要である。

1. 4. ロボットアームのコスト・ベネフィット 研究

G.J. Gelderblom博士は、CVZ(オランダの健康省に関連するオランダ政府の諮問委員会)の要求であった「ロボットマニピュレータの適切な供給を行うための諸条件に関する調査」に関する研究代表者の一人である(2004年)。また、博士はZuyd UniversityのResearch Centre Technology in Careの主任研究員でもある。

①ロボットアームのコスト・ベネフィットの研究経緯

大学はライフサイエンスに関連する大学で取材も同大学でおこなった。博士のグループは学部所属でなく単独でアシスティブテクノロジーの研究をしている。コスト・ベネフィットの研究の他に福祉機器の開発に参与している。

MANUS(iARMのプロトタイプ)プロジェクトとは、前職の機関IRVに関わった。その後商品化する段階で、ロボットアームのコスト・ベネフィットの研究を国から求められた。

当時、ロボットアームの資金はチャリティに頼っており、オランダのサッカーチームの筋ジストロフィー者のための活動「マッスルからマッスルへ(筋肉から筋肉へ)」が大きな資金源となった。政府の外郭団体CVZから、どの資金を給付するか判断の査定のために研究を依頼され、2001年に給付に関する研究レポートが出された。

②ロボットアームのコスト・ベネフィットの研究方法について

研究について博士らは、コストの効率性を査定、社会での受け入れについて査定をしたが研究自体が難しかった。その当時、ロボットアームのユーザーは40名しかいなかった。CVZは40名より多くのユーザーを加えての研究を求めた。そのため、既存の40名と新たに使用する10名を選択した。それ以外のロボットアームを使わないグループ10名との比較を行った。MANUSを使うことで出来るようになった活動を調べ、基本的な、食べる・飲む・物を動かすなど、どれくらい介護量が減少したかなどについてOTの意見をもらった。このOTの意見を求めたことが重要であった。たとえば、平均1日1.5時間自立できる時間が増えると、60〜70動作が出来るようになる結果が出た。それらにより、QOLスケールは大幅に改善した。方法は、長いインタビューと、質問票を用いた。

アシスティブテクノロジーの付加価値のスケールは少なかった。ツールとしてEATS (Efficiency of Assistive Technology and Services) の質問票、ライフハビットリスト、ゴールアチーブメント、満足度、QUESTなどを用いた。それらの結果について、2011年9月に論文として、テクノロジー・ディスアビリティに発表する。

コスト・ベネフィットについては、ロボットアームを使うことで、ユーザーの経済的費用を十分に削減できるかについては研究できているとは言えない。しかし、ロボットアームを導入することでユーザーの潜在能力がより上がることが期待でき経済的費用をセービング出来る。ロボットアームの給付については、コスト削減よりベネフィットを主にアピールしてから給付補助を受けられるようになった。政治的判断があり、2006年に法律化された。

CVZはユーザーの基準研究をする。障害・機能・社会的要素・やる気・家族構成・家の構造・介護犬との比較など、また、上肢機能として指は動くが肘が動かないために物をとることができないなど具体的な項目。また、上肢障害で歩ける人は対象としない。車いすには限られていない。デバイスの一つとしてMANUSが考えられた。

ICFを基礎としてユーザーにロボットアームの種類を選んでもらうことが重要である。ロボットアームが必要となったときに、どのロボットアームにするのか判断が必要であり、日本のマイスプーンでも良いのかなどが検討される必要がある。

オランダでのロボットアームのマーケットとしては、人口1600万人のうち、車いす対象者は8000人であり、さらにその内ロボットアームの対象者は400人と推計した。しかし実際には80人であった。2006年現在のオランダのマーケットは100万人に4〜5人と考えられる。

1. 5. iARMの利用者情報

ロボットアームのユーザー2名に直接面会し、ロボットアームの使用状況の一部を得られたので報告する。

2名ともにArnhem在住で、ビレッジと言われる施設入所のB氏はデュシェンヌ型筋ジストロフィーの30代男性、自宅生活のA氏は脊髄性筋萎縮症の女性である。

<本人からのコメント>

①B氏 (男性)

・ロボットアームは生活を楽しむために利用している (図1)。



図1 全体像

- ・利き手の左手でジョイスティックを操作し、右手はオンオフの操作をする。
- ・体幹は左に傾いており、首が左上を向くので視野に入るように左にモニター・道具等を置く。
- ・iARMは以前と比べてコントロールボックスがシン

プルになり故障しにくくなった。

- iARM の故障はすぐに業者が対応してくれる。対応してくれないと生活の一部なので困る。
- 子どもの発達で「ノー」というのが最初の言葉の一つと思う。自分の自我の目覚めは2歳ごろだったと聞く。自分は4歳で診断を受けたが、何でも自分でやりたい気持ちが強かった。
- 自分の経験から、少しでも早い時期に自立心を高めるためにもロボットアームを導入するほうが良い。
- 環境制御装置 (ECS) で室内環境をコントロールできる。車いす・電器・カーテン・コンピューターの電源・電話など。
- 血液の循環が悪くなると手が動かなくなるため、ヒーターで手を温めている。取り外しは簡単である。
- 今の電動車いすはオランダ製だったが、現在はノルウェーに買収された。人工呼吸器、バッテリーなど附属機器が多いので電動車いすはバランスをとるために大きなものになる。
- ロボットアームは外にいても使えるので、酒も飲めるし、煙草も吸える。ビールはストローでなくコップから飲めるのが重要。
- 自分は街に出て社会参加をしたい。健常者の友人と外出する時に友人に頼みたくないこともあるが、アームを使えば自分で行ける。



図2 お菓子を食べる

- ロボットアームの問題は、壊れることが心配なのでコンサートなどの大変な人ごみでは利用しない。ロボットアームがあると、最初は人の目も気になったが今は気にならないし、これが無くなると困る。

- ベッドからリフトで車いすに移乗して、部屋で身づくろいをして、朝食は食べないでランチは施設内食堂で食事をする。準備はしてもらおうが食事は自分でとる。施設から在宅の話はあるが、機器が壊れたときにすぐに対応してもらえるかを考えると、自分としてはここにいることを希望している。
- 実際の動作として、1cm 四方の小さなお菓子をつまんで食べた (図2)

②A氏 (女性)

- ユーザーとしてロボットアームに欲しい機能は、音声コントロールになること。カメラ機能があって体がずれても、それを自動認識して操作できるようになるとよい。
- ロボットアームは12年間使用している。
- ロボットアームを使用するきっかけは、ビレッジに居住しているときに雑誌でみて、すぐに欲しいと思った。MANUS を販売していたRTD社に欲しいと相談して申請したが、申請は却下され補助金はおりなかった。それから、3~4年後に申請して生命保険会社から入手した。2台目も生保会社から入手した。現在3台目になるが、別のロボットアームを進められたがコストに差がないので iARM を使用している (図3)。



図3 全体像

- 3台目の iARM は金曜日に納品され、土・日に自分で操作してみた。一般的にはトレーニングセンターで練習するが、3台目なので自分で30分の練習を行った。練習には智能も大切だがモチベーションが

より大切。

- 電動車いすとのセッティングやカスタマイズは車いす業者がやる。Exact Dynamics 社はインターフェイスのみをやる。ロボットアームを初めて練習するときには、OT が関与しないと絶対に使えないと思う。適合評価ではユーザーが OT を選べる。
- ロボットアームの便利なことは飲むことと食べること（自分の手でパンが食べられた）。かゆいところを自分でかける。ボタンを押すなど。
- 小さな子供に自分からお菓子をあげることができた。姪と遊ぶことができる。
- 銀行の ATM 操作ができる。これは人には頼めなかった。プライバシーが保たれるようになった。ロボットアームを使う前は、電話はスピーカーを使っていたが、現在は自分で受話器をとれるようになった。ただし、受話器を元の場所に置くことはできない。



図4 クリアカットテーブル

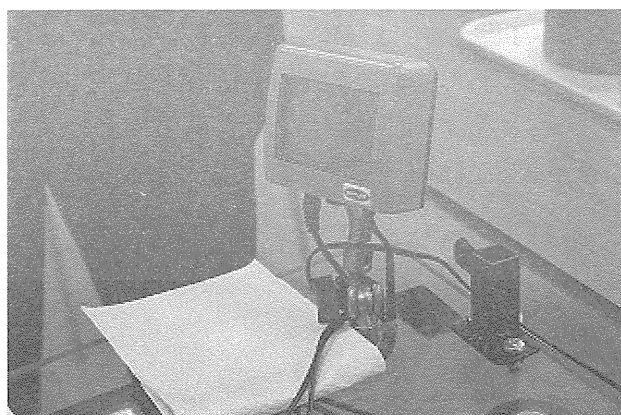


図5 ECS

- 電動車いすのクリアカットテーブルにて、右手親指

でジョイスティック操作、左手で環境制御装置などを操作する（図4）

- 環境制御装置のモニター画面（図5）

1. まとめ

2名のユーザーともに、進行性疾患であり、電動車いすに人工呼吸器を搭載している。メーカーの担当者によると、B氏(男性)の電動車いすは全重量が300kg近くになるという。ロボットアームの操作は2名ともに熟達しており、自分の手としての活用をしている。B氏(男性)はロボットアームとパソコンを駆使して、趣味の作曲をしている。また、A氏(女性)は、デイセンターにてのインタビューであったが、電動車いすによるセンター内案内やロボットアームの長いユーザー歴があり、今後更なるロボットアームの自動化を望んでいるとのことであった。

Assistive Innovations 社の営業のコメントとして以下のことが挙げられた。

ロボットアームの選定適合では、OT が重要な役割をしている。オランダでは OT には 2 種類の役割があり、1 つはトレーニングセンターのセラピストとして生活全般にかかわる。もう一つはアシスティブテクノロジーの中で、選定・適合を行う役割である。

2. 文献調査

スウェーデンで行われた先行研究では、ロボットアームを電動車いすに取り付けた状態で8名のユーザーに1日3~4時間、1~2日間の使用にて実生活場面を想定したいくつかの課題を実施し、実施後にアンケート調査が行われた。この報告では複数の課題が提示され、その中から被験者自身が課題を選択して実施している。提示された課題のうち、

- 台所の食器棚からグラスを取り出し、冷蔵庫から水差しを取り出してグラスに注ぎ、必要であればストローを差して飲む。
- 本やバインダーを棚から取り出し、テーブルまたは自身の膝に置く。
- ビデオテープをビデオデッキに入れ、その後ビデオテープをテーブルに戻す。

- ・環境制御装置を操作する。
- ・操作棒やリモコンなどを床から拾い上げる。
- ・膝の上から落とした雑誌を拾い上げ膝の上に戻す。
- ・ドアの開閉ボタンやエレベーターのボタンを操作する。
- ・自宅の玄関ドアを開ける。

が実施された。このうち、水を飲む課題はすべてのユーザーが実施している。このことから、ロボットアームを使用して水分摂取をすることはニーズが高いことが伺える。

また、他の先行研究において、ALS 患者がロボットアームに拾ってほしい家庭用品の優先順位が調査・報告されている²⁾。それによると、固定電話の受話器、携帯電話、雑誌・新聞、テレビのリモコン、錠剤や処方薬の瓶、フォーク、スプーン、眼鏡、歯ブラシ、歯磨き粉、本、手紙、などといった物品が優先度の上位に挙げられている。

この報告の中で、一日平均 5.5 回家庭用品を落としてしまうという調査結果も示されている。

物を落としてしまい拾い上げて欲しい状況となった一例として、居間でリングノートをソファと自分の足の間に落としてしまい、兄弟に拾いあげてもらうまでに 30 分を要したという事例も紹介されている。

3. 評価プロトコル試案

まず、本年度に実施された研究班での打ち合わせ会議、重度肢体不自由者や本研究に関連する研究者や中間ユーザーなども参加した研究会（資料 1）の結果を受け、短期評価プロトコル試案を作成した。

試案では短期評価で実施する動作として、

- ・コップを棚から取り出し、冷蔵庫の中の飲み物を注いで飲む

- ・書棚から本を取り出す
- ・室内灯のオン/オフ
- ・床に落ちたものを拾う
- ・ドアの開閉 他

を抽出した。これらについて当事者に操作を行ってもらい動作を実施し、操作効率、正確性、安全性、利用における満足度、利点、欠点についての評価を行う予備実験を行うこととした。安全性に問題があった場合は、その改善を図ることも目的の一つである。

4. 予備実験による確認および聞き取り調査結果

重度肢体不自由者用ロボットアームの有用性検討および評価手法検討の為、2010 年 12 月より 2011 年 3 月の期間において、事前に想定した複数の日常生活動作（Activities of Daily Living : ADL）生活関連動作（Activities Parallel to Daily Living : APDL）または日常生活関連動作（Instrumental Activities of Daily Living: IADL）に関する課題について、現在国内で比較的容易に入手可能な肢体不自由者用ロボットアーム iARM を用いて、当事者である障害を有する 3 名の被験者にて操作実験を行った。実験の評価項目として、実施時の観察、所要時間、失敗回数の記録、実施後の聞き取り調査、福祉用具満足度評価（Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology version 2.0 : QUEST 2.0）、福祉機器心理評価スケール（Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale : PIADS）を実施した。また、あわせてロボットアーム操作への慣れによる影響の検討を行った。

なお、予備実験では iARM は被験者の車いすの右側に配置し、操作対象物への視界を iARM が遮らないように微調整を行っている。

被験者情報および予備実験の結果を以下の表に示す。

表 3 被験者情報

被験者番号	疾患・障害
被験者 1	頸髄損傷 C4 完全損傷
被験者 2	縁取り空泡を伴う遠位型ミオパチー
被験者 3	シャルコー・マリー・トゥース病

表4 実験結果—被験者1 (1回目)

課題	作業	所要時間	特記事項
本棚から本を取り出した後、 枠内に置く (表紙は表にする)	本を取り出す	2'05"	
	本を置く	3'06"	・休憩5回
		計5'11"	
床に落ちた鉛筆を拾い上げた 後、机の上に置く	鉛筆を拾う	7'18"	・掴み損ない1回 ・途中見えなくなったので移動(6") ・アームの先端とキーパッドの両方を交互に見なくてはならなかったので大変という会話あり
	机の上に置く	1'10"	
		計8'28"	
コップを持ち上げた後、口元 へ移動させた後、元の位置に 戻す (中身空)	コップを持ち上げる	1'45"	・コップの持つところを掴んだ
	口元まで近づける	1'39"	・休憩2回
	元の位置へ戻す	1'13"	・休憩2回 ・置く時にアームが外れにくい
		計4'37"	
ペットボトルを持ち上げた 後、コップに注ぐ (中身空)	ボトルを持ち上げる	1'37"	・休憩1回
	コップに注ぐ	1'30"	・休憩2回
	ボトルを元の位置に戻す	0'40"	
		計3'47"	
ペットボトルを持ち上げた 後、水をコップに注ぐ (中身有り)	ボトルを持ち上げる	1'22"	
	コップに注ぐ	2'23"	・初挑戦、休憩なし ・水を全部コップに注ぐ ・「こぼれましたね」と発言あり
	ボトルを元の位置に戻す	0'51"	
		計4'36"	
コップを持ち上げどかした 後、こぼれた水をタオルでふ く	コップを持ち上げる	1'28"	・自発的にこの課題を提案し行う
	タオルをコップで押さえて移動 させ水を拭き、コップを離す	2'26"	・コップを持ち、その底面でタオルを移動させるというアイディアが見られる
	タオルを持ち上げる	1'20"	
	タオルをスライドさせながら水 を拭き、もとの位置に置く。		・ロボットアームが稼働限界に達し、アラームが鳴って停止した。 実験従事者の介入により修正したため時間計測不能
		計—	
平坦で持ちにくい書類を持ち 上げた後、操作する。	書類を持ち上げ	1'04"	
	書類を置く	1'38"	
		計2'42"	

表5 実験結果—被験者1 (2回目)

課題	作業	所要時間	特記事項
STEFの検査項目1 大球	1球目	2'43"	・5個目のボールを掴むことに苦勞していた
	2球目	1'26"	・途中でJモードからCモードに変更
	3球目	1'10"	・JモードはメンテナンスがいらないがCモードのほうがものをつかみやすい
	4球目	1'19"	
	5球目	2'25"	・キーパッドだとすべりやすい
		計9'03"	

表6 実験結果—被験者1 (2回目) つづき

課題	作業	所要時間	特記事項
STEFの検査項目3 大直方	1個目	2'05"	・隙間無く並んだ直方を掴むため、アームで箱をずらして隙間を作ってから掴むという動作を入れた ・奥から置いていきアームで箱を押して隙間をなくす作業を行ったから次の箱を掴む作業を行った
	2個目	2'06"	
	3個目	2'22"	
	4個目	1'57"	
	5個目	1'48"	
	計	10'18"	
ペットボトルを持ち上げた後、同じ位置に置く (中身有り)	ボトルを持ち上げる	1'17"	・置く所で微調整が入った
	ボトルを置く	56"	
	計	2'13"	
ペットボトルを持ち上げた後、重ねた本の上に置く	ボトルを持ち上げる	1'08"	・本の上に置く所で微調整が入った
	ボトルを移動し置く	1'43"	
	計	2'51"	
重ねた本から一番上の本を持ち上げた後、子供に渡す	本を持ち上げる	2'32"	・アームの先端で本をずらして持ち上げた
	子供に渡す	39"	
	計	3'11"	
横に並べた大小のテープを2つ持ち上げる	テープを持ち上げる	2'21"	・バランスを崩すことなく持ち上げられた
		計	
ストップウォッチを持ち上げた後、子供の手置く	ストップウォッチを持ち上げる	55"	
	子供の手置く	34"	
	計	1'29"	
重ね合わせた大小のテープを持ち上げた後、子供の手置く	テープを持ち上げる	1'08"	・下側が小さいテープだったか落とすことなく持ち上げられた
	子供の手置く	22"	
	計	1'30"	

表7 実験結果—被験者1 (3回目)

課題	作業	所要時間	特記事項
フォークを掴み、食べ物に刺した後、食べる (1回目)	フォークを掴む	4'58"	・Cモード ・刺した後に手首を変えるという話があった ・刺せたがフォークの持ち手が不安定だった
	食べ物に刺す	3'17"	
	自分の所に持ってきて食べる	1'08"	
	計	9'23"	
フォークをコップの中に置く	コップの中に置く	57"	
	計	57"	
フォークを掴み、食べ物に刺した後、食べる (2回目)	フォークを掴む	4'43"	・1回動きを入れて、直すという動作を入れるという話があった ・1回目とは持ち方を変えた
	食べ物に刺す	3'07"	
	自分の所に持ってきて食べる	2'23"	
	計	10'13"	
フォークに食べ物を刺して食べる (3個目)	食べ物に刺す	3'04"	
	自分の所に持ってきて食べる	1'36"	
	計	4'40"	
食べ物を換え、フォークに食べ物を刺して食べる (1個目)	食べ物を刺す	5'51"	・刺すときに見えないからフォークを90度回転させて刺すという話があった
	自分の所に持ってきて食べる	1'13"	
	計	7'04"	

表8 実験結果—被験者1 (3回目) つづき

課題	作業	所要時間	特記事項
フォークに食べ物を通して食べる (2個目)	食べ物に刺す	3'14"	
	自分の所に持ってきて食べる	57"	
		計 4'11"	
フォークをコップの中に置く	コップの中に置く	1'41"	
		計 1'41"	
スプーンを掴み、食べ物を掬い上げた後、食べる (1個目)	スプーンを掴む	1'29"	・開始時にスプーンはコップの中ではなく、皿の上に設置した
	食べ物を掬いあげる	2'28"	・掬う際手前の方にスプーンを向けて掬うという話があった
	自分の所に持ってきて食べる	1'15"	
		計 5'12"	
スプーンで食べ物を掬い食べる (2個目)	食べ物を掬いあげる	1'35"	・アームを指の向きと同じにしないと難しいという話があった
	自分の所に持ってきて食べる	1'07"	
		計 2'42"	
スプーンで食べ物を掬い食べる (3個目)	食べ物を掬いあげる	2'31"	
	自分の所に持ってきて食べる	57"	
		計 3'28"	
スプーンを皿の上に置く	皿の上に置く	1'03"	
		計 1'03"	
ペットボトルを持ち上げた後、飲む (中身有り)	ボトルを持ち上げる	1'55"	・直接飲むなら下を掴み、ホルダーに入れるなら上を掴む、また一番奥を掴むと引っかかるという話があった
	自分の所に持ってきて飲む	1'03"	
	ボトルを置く	1'14"	
		計 4'12"	
リモコンを拾い上げた後、動かす	リモコンを拾う	1'26"	
	リモコンを動かす	43"	
	ボタンを押す		・実施しているか時間計測できず
		計 2'09"	・ボタンを押す作業の所要時間は除く

感想

- ・横目で操縦しているからピントが合わないことが多い。目が疲れる。
- ・自分が操縦しやすいようにスプーンやフォークを持てればいけるかもしれない
- ・キーパッドを見ないで操縦できれば普通の生活に使えるかもしれない

表9 実験結果—被験者1 (4回目—中止)

課題	作業	所要時間	特記事項
STEFの検査項目1 大球	1球目	1'27"	・操作パッドをフレキシブルアームに取り付けて位置を調整。フレキシブルアームは車いすのフレームに固定。
	2球目	37"	
	3球目	1'12"	・Cモード
	4球目	59"	・2球目は微調整がなくスムーズにボールをつかめた
	5球目	1'22"	・今回のセッティングは操作がしやすいとの感想あり。
		計 5'37"	

※ 以降の実験は、地震の影響により中止

表10 実験結果—被験者1 (4回目—再実施)

課題	作業	所要時間	特記事項
STEFの検査項目1 大球	1球目	1'29"	<ul style="list-style-type: none"> ・操作パッドをフレキシブルアームに取り付け、マウススティックでボタン操作を行いやすい位置に調整。フレキシブルアームは車いすのフレームにクランプ固定 ・速度1で開始し、1球目を掴む前に速度2へ変更、以降継続 ・3球目は置く位置の調整に手間取る。
	2球目	1'09"	
	3球目	1'44"	
	4球目	1'10"	
	5球目	1'22"	
		計 6'54"	
STEFの検査項目3 大直方	1個目	2'40"	<ul style="list-style-type: none"> ・1個目は把持する際にブロック間の隙間を広げる操作で手間取る。 ・2個目は枠内に置く際の位置調整に手間取る。 ・3個目は置いた後に位置を修正せず、4個目を置いた後に手部で手前から奥に押すことで位置調整。
	2個目	2'30"	
	3個目	1'14"	
	4個目	2'06"	
	5個目	1'54"	
		計 10'24"	
ペットボトルを持ち上げた後、 同じ位置に置く (中身空)	ボトルを持ち上げる	1'33"	<ul style="list-style-type: none"> ・40点
	ボトルを置く	36"	
		計 2'09"	
ペットボトルを持ち上げた後、 右方に30cm移動させる(中身空)	ボトルを持ち上げる	1'42"	<ul style="list-style-type: none"> ・1回目失敗。ボトルを倒した ・2回目ではハンドの移動範囲限界に達し操作方法に混乱が見られた為アドバイス。 掴む際にボトルの位置がずれる
	ボトルを移動し置く	54"	
		計 2'36"	
ペットボトルを持ち上げた後、 左方に30cm移動させる(中身空)	ボトルを持ち上げる	27"	<ul style="list-style-type: none"> ・40点
	ボトルを移動し置く	1'17"	
		計 1'44"	
ペットボトルを持ち上げた後、 30cm左方のコップに中身を注ぐ (中身空)	ボトルを持ち上げる	1'24"	<ul style="list-style-type: none"> ・コップの手前から、奥方向にボトルを傾け注ぐ動作を実施。その後続けて右横から注ぐ動作を実施。 ・40点
	ボトルの中身をコップに注ぐ (中身空)	1'11"	
	ボトルを元の位置に置く	2'12"	
		計 4'47"	
ストローを掴み上げた後、コップにストローを入れる コップを持ち上げた後、口元に持って行きストローで飲む (中身空)	ストローを掴んで持ち上げる	1'24"	<ul style="list-style-type: none"> ・1回目失敗。アームの肘関節部分がボトルに当たり倒す。 ・ストローをつかむ動作に手間取る。 ・コップ掴の取手が邪魔で掴む動作に手間取る。 ・口元に近づける際、顔の正面下方に配置したキーパッドがアームの動作の妨げとなるが、操作を工夫して回避可能。 ・30点
	ストローをコップ内に入れる	32"	
	コップを掴んで口元まで近づける	3'18"	
	コップを元の位置に置く	1'17"	
		計 6'31"	
ペットボトルを持ち上げた後、 30cm左方のコップに中身を注ぐ (中身有り)	ボトルを持ち上げる	54"	<ul style="list-style-type: none"> ・被験者の要望により、モード変更およびキーパッド部の操作マニュアルのページ巻りのため約15秒程動作を中断 ・30点
	ボトルの中身をコップに注ぐ (中身有り)	2'20"	
	ボトルを元の位置に置く	47"	
		計 4'01"	

表 11 実験結果—被験者 1 (4 回目—再実施) つづき

課題	作業	所要時間	特記事項
コップにストローをさして飲む (中身有り)	ストローを掴んで持ち上げる	45"	
	ストローをコップ内に入れる	42"	
	コップを掴んで口元まで近づける	2'19"	・口元に近づける際、顔の正面下方に配置したキーパッドがアームの動作の妨げとなるが、操作を工夫して回避可能。 ・実際にストローを使って水分摂取。
	コップを元の位置に置く	58"	・30点
		計 4'44"	
本棚から目標の本を取り出した後、指定された枠内に表紙を表にして置く	本を取り出す	4'43"	・1回目失敗：目標の隣の本にハンド先端が引っかかり、そのまま動かし続けた為 iARM 本体が転倒しそうになり中断。戦略としては本の上の角を、ハンド部先端でひっかけ、手前に倒そうとしていた。本を操作する際のハンドの角度をアドバイス。 ・2回目。本の上端に引っかけて手前に引き出そうとするが、角度がある程度ついたところで離し、本が元の位置に戻ってしまう。その後、本を手前に完全に倒してから、掴みなおして取り出す。
	本を置く	1'03"	・40点
	位置を調整する	2'40"	・40点
		計 8'26"	
書類操作	プリンタから紙を掴み掲げ、眼前に紙を持ってきて文章を読む	2'07"	
	紙をスタートレーに置く	3'30"	・スタートレーに紙を置く際に、トレーの溝に紙の角が引っかかるため、位置の微調節に手間取る。
	位置を調整する	32"	
		計 6'09"	
床に落ちたリモコン(ボタン側が下)を拾い上げた後、机の上にボタン側を上にして置く	リモコンを拾う	3'13"	・最初は上手く掴めないが、手首の角度などを調整して掴む。
	机の上に置く	2'30"	・机上の高さまで持ち上げ、把持したままリモコンの向きを変えて置く。その後位置を微調節。40点
		計 5'43"	

特記事項

- ・実験当日、被験者は入浴・排便実施後であった。そのため、全般的に若干の思考力の集中力の低下を認めた。
- ・本の操作実験では、プロトコルと本棚の形状が異なる。また、書類操作実験では、書類を机上から取り上げるのではなく、プリンタから紙を取り上げ、眼前に掲げて書いてある文書を読み、スタートレーに要旨を収納するという課題内容に変更している。

感想

- ・早く実際に生活の中で使ってみたい。
- ・疲労度は VAS (Visual Analog Scale, 10 段階) で 3 程度。キーパッドの取り付け位置の変更が、疲労の改善につながっている感じのこと。

表 12 実験結果—被験者 2 (1 回目)

課題	作業	所要時間	特記事項
基本動作説明		計 6'57"	
被験者による基本的操作の確認		計 2'39"	
ペットボトル操作	ペットボトルを掴む	1'57"	・テーブルから離れた位置から実施
	自分の所まで運んでくる	1'58"	
	ペットボトルを机に戻す	28"	
		計 4'23"	

表 13 実験結果—被験者 2 (1 回目) つづき

課題	作業	所要時間	特記事項
ペットボトルを持ち上げた後、自分の所まで運び、戻す	ボトルを持ち上げる	49"	
	自分の所を持ってくる	48"	
	微調整	2'20"	
	ボトルを戻す	1'54"	
		計 5'51"	
コップを持ち上げた後、自分の所まで運び、戻す (中身空)	コップを持ち上げる	1'22"	
	自分の所を持ってくる	26"	
	微調整	4'17"	・2 回飲むしぐさをした
	コップを戻す	4'45"	・アームがコップから完全に離れたと判断できたまでの時間
		計 10'50"	
本を取り出した後、手元を持ってくる	本を取り出す	1'01"	
	自分の手元に置く	4'14"	
		計 5'15"	
ペットボトルを持ち上げた後、コップに水を注ぐ (中身有り)	ボトルを持ち上げる	1'06"	
	コップに注ぐ	1'55"	・コップの向こう側にボトルを持って行きそこから注いだ
	ボトルを置く	45"	
		計 3'46"	
コップを持ち上げた後、飲む (中身有り)	コップを持ち上げる	1'24"	
	コップで飲む	3'29"	・3 回飲んだ
	コップを置く	59"	
		計 5'52"	
紙を上から掴み持ち上げた後、手元を持ってくる	一枚の紙を上から掴む	2'21"	・ハンドが開いているのが見えにくい際は、横に回転してハンドの状態を見えるようにするというアドバイス
	手で受け取る	2'07"	
		計 4'28"	
テーブルに紙を戻す	手から紙を掴む	55"	・カットアウトテーブル上にある紙を自己の手でハンドにわたす。
	テーブルに置く	1'58"	
		計 2'53"	
紙をテーブルの端で掴み、持ち上げた後、移動させる	テーブルの端に紙を持っていく	18"	
	紙をつかむ	53"	
	紙を移動させる	3'16"	
	紙を回転させる	1'30"	・開いたアームの先端を紙に押し付け回転させようとするが失敗
		計 5'57"	

補足説明

- ・ロボットアームがどういう動きをするかについて、及び収納方法 計 1'16"
- ・机上にある硬化の掴み方、紙の掴み方について 計 5'33"
- ・ジョイスティックの操作説明 (ジョイスティックは、操作時の抵抗を軽くすることもできる)
- ・車に乗せる場合について
- ・日常で使うためにはどうするとよいか

感想

- ・ジョイスティックの操作は、動きが疲れる
- ・キーパッドのボタンの操作はあまり疲れないが、ボタンの方が理想的なところに行ける
- ・日常で使うためには、車いすに付けて動かせると良い

表 14 実験結果—被験者 2 (2 回目)

課題	作業	所要時間	特記事項
STEF の検査項目 1 大球	1 球目	3'00"	<ul style="list-style-type: none"> 手前から順にボールを置いていき 5 個目はボールとの隙間に入れた。 少しやりにくい感じがした ボールのとり方を事前に指導すれば時間が短縮できるかもしれない
	2 球目	2'24"	
	3 球目	1'57"	
	4 球目	1'00"	
	5 球目	1'31"	
		計 9'52"	
STEF の検査項目 3 大直方	1 個目	1'05"	<ul style="list-style-type: none"> 隙間無く並んだ直方を掴むため、アームの先端で隙間を作ってから掴むという動作を入れた 5 個目を掴む前にアームで押す動作を入れ隙間なく整列させた (1'10"掛かった)
	2 個目	1'37"	
	3 個目	1'11"	
	4 個目	1'28"	
	5 個目	3'00"	
		計 8'21"	

感想

- ・Cモードだと手首が固定されるのでアームを動かすのに戸惑うことがない
- ・アームが自分の手前まで動かせる所に設置したほうが使いやすい
- ・ボールが見づらかった
- ・ボールが取りづらかった
- ・手首を少し傾かせてやれば早く終わるかもしれない

表 15 実験結果—被験者 2 (3 回目)

課題	作業	所要時間	特記事項
床に落ちたペットボトルを持ち上げた後、自分の所まで持ってくる (中身空)	ボトルを持ち上げる	1'52"	<ul style="list-style-type: none"> ・Cモード
	自分の所まで移動させる	31"	
		計 2'23"	
横になったペットボトルを立てる (中身空)	ボトルを立てる	1'04"	<ul style="list-style-type: none"> ・中身が入っていたら立つかどうか？
		計 1'04"	
床に落ちたリモコンを持ち上げた後、自分の所まで持ってきて置く	リモコンを持ち上げる	1'25"	
	自分の所まで移動させる	36"	
		計 2'01"	
床に落ちた紙を持ち上げた後、自分の所まで持ってきて置く	紙を持ち上げる	10'37"	<ul style="list-style-type: none"> ・掴むのが難しい ・奥が見にくい ・すくいあげるように掴むという話があった
	自分の所まで移動させる	40"	
	置く	1'39"	
		計 12'56"	
本棚から本を取り出した後、自分の所まで持ってくる	本を取り出す	1'11"	
	自分の所まで持ってくる	37"	
		計 1'48"	
本棚から漫画本を取り出した後、自分の所まで持ってくる	漫画本を取り出す	5'37"	<ul style="list-style-type: none"> ・上から引いて本を少し出してから掴んだ (速度調整を含めて) ・1、2冊取り出すだけで疲れる ・電子版の本もあるが紙で読みたいものもある
	自分の所まで持ってくる	45"	
		計 6'22"	

表 16 実験結果—被験者 2 (3 回目) つづき

感想

- ・アームで本のめくりを止めることができるかどうか。アームでめくれるようにセッティングできると思うが大変
- ・自分の所から 10cm の所まで本が置ければ読めるものもある
- ・ページめくり機できちんとめくれない本はめくれるようにセッティングしてもらっているがうまくいかない事が多い
- ・自宅内や会社でのロボットアームの置き場所がなく難しい
- ・最新の本や雑誌は業者さんに頼んで電子化にするかドキュメントリーダーを使うつもり

表 17 実験結果—被験者 2 (4 回目)

課題	作業	所要時間	特記事項
ペットボトルを持ち上げた後、同じ位置に置く	ボトルを持ち上げる	1'08"	
	ボトルを置く	33"	・円内
		計 1'41"	
ペットボトルを持ち上げた後、右方に 30cm 移動させる	ボトルを持ち上げる	1'27"	
	ボトルを移動し置く	18"	・円内
		計 1'45"	
ペットボトルを持ち上げた後、左方に 30cm 移動させる	ボトルを持ち上げる	1'15"	
	ボトルを移動し置く	44"	・円内
		計 1'59"	
ペットボトルを持ち上げた後、30cm 左方のコップに中身を注ぐ (中身空)	ボトルを持ち上げる	44"	
	ボトルの中身をコップに注ぐ	1'31"	・ドリンクモードを使用せず、手首の回転で動作を行った
	ボトルを元の位置に置く	1'00"	・円内
		計 3'15"	
ストローを持ち上げた後、コップにストローを入れる	ストローを掴む	1'11"	
	ストローをコップ内に入れる	22"	
		計 1'33"	
コップを持ち上げた後、口元に持って行きストローで飲む (中身空)	コップを持ち上げて、口元まで近づける	2'10"	
	コップを元の位置に置く	50"	・円内
		計 3'00"	
ストローを掴み、持ち上げた後、コップにストローを入れる	ストローを掴む	54"	
	ストローをコップ内に入れる	28"	
		計 1'22"	
ペットボトルを持ち上げた後、30cm 左方のコップに中身を注ぐ (中身有り)	ボトルを持ち上げる	1'16"	
	ボトルの中身をコップに注ぐ	2'32"	・ドリンクモードを使用せず、手首の回転で動作を行った
	ボトルを元の位置に置く	1'04"	・円内
		計 4'52"	
コップを持ち上げた後、口元に持って行きストローで飲む (中身有り)	コップを掴んで口元まで近づける	3'10"	
	コップを元の位置に置く	1'06"	・円内
		計 4'16"	

表 18 実験結果—被験者 2 (4 回目) つづき

課題	作業	所要時間	特記事項
本棚から目標の本を取り出した後、指定された枠内に表紙を表にして置く	本を取り出す	4'39"	・本の上部をアームで押さえ手前に引き倒してから掴んで取り出した
	本を置く	2'16"	
	位置を調整する	15"	
		計 7'10"	
クリップで留められた紙束を持ち上げ、自身から見える位置に掲げた後、元の位置に置く	紙束を掴んで掲げる	1'30"	・10'40"~14'10"の間はアドバイスを受けていて操作せず
	紙束を置く	3'31"	
	位置を調整する	2'27"	
		計 23'28"	
床に落ちたりリモコン (ボタン側が下) を拾い上げた後、机の上にボタン側を上にして置く	リモコンを拾う	7'17"	・車いすのジョイスティックとテーブルに隠れてリモコンが見え辛かった
	机の上に置く	6'18"	・机の上にリモコンを裏返しに落としてしまい、再度持ち上げた ・枠からはみ出ている
		計 13'35"	

感想

- ・そんなに疲れなかった
- ・集中力や考えなどでいやにはならなかった
- ・だんだん操作が、雑になってくる
- ・私生活だと自分のものなのでもっとラフに扱えるので楽になるだろう
- ・私生活で使うとしたら、水やりリモコンなどを自分の手の届かないところに置いておいて、使いたいときに取ってくるというような使い方をしたい
- ・エレベーターのボタンを押せば、電車とかにも乗れるようになる
- ・最初に一人でこれをやると危険だなと感じた
- ・外で、車いすに付けていると正直手間がかかるだろうなと思い、家で使う方が楽

表 19 実験結果—被験者 2 (4 回目) 再チャレンジ

課題	作業	所要時間	特記事項
ペットボトルからコップに中身を注ぐ (中身あり)	ボトルを持ち上げる	2'18"	
	ボトルの中身をコップに注ぐ (中身あり)	1'24"	
	ボトルを元の位置に置く	46"	・置く際にペットボトル転倒
		計 4'28"	
コップを口元に持って行きストローで飲む (中身あり)	コップを持ち上げる	3'36"	・アームで倒れているペットボトルをどかす ・持ち手に引っかかっている ・持ち直し 1 回
	コップを口元まで近づける	46"	
	微調整	38"	
	ストローで飲む	17"	・2 回飲む
	コップを元の位置に置く	1'17"	・このときのテンキーは使いやすいという発言あり
		計 6'34"	

表 20 実験結果—被験者 3 (1 回目)

課題	作業	所要時間	特記事項
STEF の検査項目 1 大球	1 球目	1'30"	・ 1~4 球目まではスムーズだが、5 球目になると移動先の枠内にある他のボールの隙間に入れるのに苦労していた
	2 球目	1'17"	
	3 球目	1'00"	
	4 球目	1'13"	
	5 球目	2'40"	
		計 7'40"	
STEF の検査項目 3 大直方	1 個目	2'36"	・ 隙間無く並んだ直方を掴むため、アームで突いて隙間を作ってから掴むという動作を入れた ・ 同様に、直方を置いた後に隙間なく整列させるためにアームで突く動作を入れた
	2 個目	4'42"	
	3 個目	1'28"	
	4 個目	3'57"	
	5 個目	2'33"	
		計 15'16"	
ペットボトルを持ち上げた後、同じ位置に置く (中身空)	ボトルを持ち上げる	1'26"	・ 40 点
	ボトルを置く	34"	
		計 2'00"	
ペットボトルを持ち上げた後、右方に 30cm 移動させる (中身空)	ボトルを持ち上げる	55"	・ 50 点
	ボトルを移動し置く	1'05"	
		計 2'00"	
ペットボトルを持ち上げた後、左方に 30cm 移動させる (中身空)	ボトルを持ち上げる	57"	・ 40 点
	ボトルを移動し置く	1'23"	
		計 2'10"	
ペットボトルを持ち上げた後、30cm 左方のコップに中身を注ぐ (中身空)	ボトルを持ち上げる	1'14"	・ ドリンクモードを使用せず、手首の回転で動作を行った ・ 50 点
	ボトルの中身をコップに注ぐ (中身空)	1'23"	
	ボトルを元の位置に置く	29"	
		計 3'06"	
ストローを掴み上げた後、コップにストローを入れる	ストローを掴む	1'25"	
	ストローをコップ内に入れる	20"	
		計 1'45"	
コップを持ち上げた後、口元に持って行きストローで飲む (中身空)	コップを持ち上げて、口元まで近づける	3'18"	・ 前の作業で生じたアーム手首のねじれ修正に 2 分強 ・ 50 点
	コップを元の位置に置く	1'14"	
		計 4'32"	
ペットボトルを持ち上げた後、30cm 左方のコップに中身を注ぐ (中身有り)	ボトルを持ち上げる	1'11"	・ ドリンクモードを使用せず、手首の回転で動作を行った ・ 40 点
	ボトルの中身をコップに注ぐ (中身有り)	1'09"	
	ボトルを元の位置に置く	1'05"	
		計 3'25"	
ストローを持ち上げた後、コップにストローを入れる	ストローを掴んで持ち上げる	1'00"	
	ストローをコップ内に入れる	26"	
		計 1'26"	

表 21 実験結果—被験者 3 (1 回目) つづき

課題	作業	所要時間	特記事項
コップを持ち上げた後、口元に持って行きストローで飲む (中身有り)	コップを掴んで口元まで近づける	1'01"	
	コップを元の位置に置く	1'10"	・40 点 ・コップを置いた後、アームが隣のペットボトルに接触
		計 2'11"	
本棚から目標の本を取り出した後、指定された枠内に表紙を表にして置く	本を取り出す	8'21"	・試行錯誤の末、目標の隣の本を先に少し抜き出し、手先が入る隙間を作ってから目標の本を取り出した
	本を置く	2'49"	・50 点
	位置を調整する	0"	・置いた時点で枠内に収まったので微調整無し
		計 11'10"	
クリップで留められた紙束を持ち上げ、自身から見える位置に掲げた後、元の位置に置く	紙束を掴んで掲げる	6'59"	・クリップ部を掴んで紙束の上部が手前側に来るように回転させた
	紙束を置く	4'08"	・置き位置に試行錯誤
	位置を調整する	3'22"	・50 点
		計 14'29"	
床に落ちたりリモコン (ボタン側が下) を拾い上げた後、机の上にボタン側を上にして置く	リモコンを拾う	7'48"	・2 回の持ち直しとリモコン裏返した後に持ち上げた
	机の上に置く	1'03"	・50 点
		計 8'51"	

感想

- ・車いすのスティックも適度に汗がないと引っかからないので、乾燥していたらすべすべで操作ができない
- ・ロボットアームを使う事で、一人の時間を有効に過ごせるようになると良い。
- ・来客がある時にはインターホンを操作できないので、玄関のオートロックの解除が出来ないが、ロボットアームを使ってインターホンを操作できるようになると、非常に便利。介助者の手を減らすことが出来る。

表 22 iARM 使用後の聞き取り結果

	被験者1 (C4 完全損傷)	被験者2 (遠位性)	被験者3 (シャルコーマリートゥース病)
要望 改善点	<ul style="list-style-type: none"> キーパッドの取り付け場所を考える必要がある。 マウススティックで押すにはキーが小さい、滑りやすい。どのキーを押しているかブラインドタッチの様になると良い。 食べ物を扱う時に、フォークやスプーンが掴みにくい。何か掴みやすくするような部品が必要か。 	<ul style="list-style-type: none"> キーパッドが少し押しづらい。 慣れていないので操作しづらい。慣れるともっとうまくできそう。 大きさ、重さがもう少し小さいと良い。 	<ul style="list-style-type: none"> 手頃なサイズのキーパッドが必要。 肘の位置を調整して肩への負担を軽減する必要がある。
やってみたい こと できそうな こと	<ul style="list-style-type: none"> マウススティックを落とした時に拾うことができる。 想像していたよりも使えそう。様々なことが自分で出来そうな可能性を感じる。 食べる飲むが一番やりたい。(小さいパン、お菓子、クッキー、お茶など) 	<ul style="list-style-type: none"> コップで水を飲むこと等、人に頼まなくてもできる 自分の手の届かないところにあるものを、使いたいときに持ってくる等の使い方ができる。 軽食だったら食べることができそう。 	<ul style="list-style-type: none"> ヘルパーがいないうちで過ごす時間、帰宅してから寝るまでの時間に自分で出来る事は出来るようになる 良い。 パソコンで印刷した文書を取り出して自分の方に向ける。 オートロックを解除するためにインターホン操作する。 本や書類ファイルを取り出す。
疲労	<ul style="list-style-type: none"> キーの取り付け位置と目標物を見るのに視線を頻りに移す必要があり疲れる。 	(本人からの疲労の訴えは無いが、長時間の操作による疲労がうかがえる。)	<ul style="list-style-type: none"> 指より肩が疲れる。 (体幹を左右に動かすことで腕を動かして(代償運動)キー操作をしていた)
その他	<ul style="list-style-type: none"> 横目で操作しているからピン트가合わないことが多い キーパッドを見ないで操作できれば普通の生活に使えるかもしれない。 自分でこんなこと(ペットボトルからお茶を注げる、こぼしたお茶を拭ける)が出来ると思ってもいなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> もう少し力がある時だったら、車いすに取り付けてエレベーターのボタンを押して、電車に乗ったりできたと思う。いまは体幹が弱く一人で外出することが危険なので外で使おうとは思わない。 外で使おうとすると車いすに取り付けたり持ち運ぶ手間がわかりそう。特に職場に持って行くなど。 家で使う方が楽。 ロボットアームを使って自分のタイミングで水を飲めたことが、苦しくなくて、とてもうれしかった。 	<ul style="list-style-type: none"> 右肘を持ち上げた方が操作しやすい? 操作中に腕がアームレストから落ちそうになる。

表 23 QUEST 2.0 得点、得点解釈、重要項目

	被験者1 (3回目)	被験者1 (4回目-再実施)	被験者2 (3回目)	被験者2 (4回目)	被験者3 (1回目)
得点	3.00	3.13	3.50	4.00	3.38
得点解釈	「やや満足している」	「やや満足している」	「やや満足している」 ～「満足している」	「満足している」	「やや満足している」
重要項目	1. 大きさ 6. 使いやすさ 8. 有効性	1. 大きさ 6. 使いやすさ 7. 使い心地	1. 大きさ 4. 安全性 8. 有効性	1. 大きさ 4. 安全性 8. 有効性	1. 大きさ 2. 重さ 6. 使いやすさ

表 24 QUEST 2.0 コメント

	被験者1 (3回目)	被験者1 (4回目-再実施)	被験者2 (3回目)	被験者2 (4回目)	被験者3 (1回目)
設問1 大きさ	・少し大きい	・大きい(3点に近い2点)	・もっと小さい方が良い	聴取なし	・もっと小さければ良い
設問2 重さ	・重い気がする	・重い(3点に近い2点)	・もっと軽い方が良い ・車椅子に付ける、運ぶなどの時	聴取なし	・同上
設問3 調節しやすさ	・今の段階では取り付け ていないので	・これからの課題 ・位置を決めるまでが大変 ・テーブルについた時にどこにつけるか難しい。	・取付けの位置合わせが気になる	聴取なし	・フンタッチなので取り付けは良さそう ・自分では取り付け作業をしていないので、わからない
設問4 安全性	・警告音が鳴るし、安全装置もあるし、テーブルなどに押しつけても壊れないので安心。	・負荷がかかると止まるのは良い。 ・コップなど、顔の所に来る時が怖い	・ものを壊さないか心配	聴取なし	・手の当たりなども無くて良さそう
設問5 耐久性	・何とも言えない	・わからないが、丈夫そう。		聴取なし	・使ったばかりでわからないが、良さそう
設問6 使いやすさ	・結構使える ・想像していたよりも使えた	・簡単ではないが、色々使える。	・仕組みが分かりやすい ・行き詰った時にわかりにくい	聴取なし	・まだ操作がきちっと決まらない ・手の位置に板(キーパッド取り付け及び手のせ台)があるので前腕の回内外で指の位置を変えられない ・Joystickに慣れているので、Joystickで操作できると良い
設問7 使い心地	・もう少し練習すると違うかもしれないが、入力しやすいスイッチが欲しい。 ・車椅子に取り付けた	・操作盤の位置が以前に比べて操作しやすい。 ・奥行の微調整が難しい。	・自分でものを動かせるのがうれしい	聴取なし	・使い心地はまあまあ良い ・肩が疲れる
設問8 有効性	・期待以上だった ・初めは使えるかわからなかったが、意外と使えそう。	・使えば使うほど使い方が増えそう。 ・モードをうまく利用すれば、もっと良くなるかも。	・設問7と同じ	・水を飲む、食べるなど出来そうだ。	・とても満足している

表 25 PIADS 得点

	被験者 1	被験者 1	被験者 2	被験者 2	被験者 3	Mean±Std.
	3 回目	4 回目	3 回目	4 回目	1 回目	
合計得点	1.0	0.7	2.1	1.9	2.4	1.6±0.8
効力感 サブスケール得点	1.2	0.8	2.0	1.9	2.4	1.7±0.6
積極的適応性 サブスケール得点	0.8	0.7	2.7	2.2	2.7	1.8±1
自尊心 サブスケール得点	0.9	0.4	1.9	1.8	2.3	1.4±0.8

表 26 被験者 1、被験者 2 における実験の各回の間隔

	1 回目～2 回目	2 回目～3 回目	3 回目～4 回目	4 回目 (中止) ～4 回目 (再実施)
被験者 1	20 日間	29 日間	47 日間	38 日間
被験者 2	13 日間	15 日間	28 日間	—

※被験者 1 の 4 回目の実験は地震により一旦中止し後日再実施した。

いずれの被験者においても、設定した課題をほぼすべて実施することが可能であった。

被験者 1 について 2 回目と 4 回目 (中止) 4 回目 (再実施) の簡易上肢機能検査 (STEF) の物品操作実験の結果を比較すると、2 回目で 9 分 13 秒要していたものが、4 回目 (中止) で 5 分 37 秒、4 回目 (再実施) では 6 分 54 秒と減少を認める。また、食べ物を食べる課題は被験者 1 においてのみ実施したが、時間を要するものの、食べ物を摂取することは可能であった。被験者 1 は C4 レベルの頸髄損傷であり、ロボットアームに対する特徴的なニーズとして、落としたマウススティックの拾い上げが挙げられた。

被験者 2 では、飲水動作について比較すると、1 回目の予備実験では 10 分 50 秒かかっていたものが、4 回目の実験では 4 分 16 秒まで短縮された。多くの試験項目において、使用回数が増えるほど、所要時間が短くなる傾向を認める。実験を通して聞くことが出来た被験者 2 のニーズとして、自分のタイミングでコップから水分摂取を行いたいという事があった。普段は介助者に飲水の介助を頼んでいるが、自分の飲み込みのタイミングと合わない時点で口の中に水分が送られることが多く、苦い経験をすることが多いとのことであった。予備実験においてロボットアームを使用して

飲水を行ったところ、自分のタイミングで苦しい思いをせずに水を飲むことが出来たとの感想を得た。

被験者 3 については、被験者 1 および被験者 2 による実験を通して得られたプロトコルの動作項目についての確認を目的に予備実験を行った。被験者 3 では、STEF 物品の操作にかかる所要時間は被験者 1 および被験者 2 の 1 度目の実施時とほぼ同程度の所要時間である。被験者 3 は本年度以外に、ロボットアームを操作した経験があり、実験前日にも数時間程度触る機会があった。以前自宅にて iARM をトライポッドに固定した状態で操作した経験もあり、その際にはインターホンを受けるための操作がうまくいかなかったとのことである。今回の実験では 3 被験者の中で唯一 iARM を車いすに取り付けての実験であった。被験者 3 におけるニーズとしては、ヘルパーがいない時間帯や一人で過ごしたい時間に、自分で出来る事は出来るようになりたい、夕方から就寝までの間に、自宅でパソコンを使用しての書類作成やプリントアウトをしたり、自分で出来ることをしておきたいとのことであった。

また、全ての被験者に対して QUEST 2.0 と PIADS を実施した。被験者 1 は実験 3 回目および 4 回目 (再実施)、被験者 2 は実験 3 回目と 4 回目、被験者 3 では実験 1 回目に実施している。いずれの被験者においても QUEST 2.0 では「やや満足している」から「満

足している」という結果を得た。PIADS 得点 (-3~3 点) は、平均で 1.6 点で、プラスの心理的効果が示された。またサブスケール得点では、積極的適応性が高い傾向 (平均 1.8 点) が見られ、続いて効力感 (平均 1.7 点)、自尊心 (平均 1.4 点) の順であった。

5. 短期評価プロトコルの構築

短期評価プロトコルの構築にあたり、海外調査、文献調査、iARM を用いた実験、当事者からの聞き取りを実施し、これらに基づき検討した。

プロトコルを作成のための予備実験で使用した iARM は電動車いすに取り付けた状態、または床面設置用のトライポッドに取り付けた状態のいずれの状態でも使用可能である。また、自宅では車いすに取り付けない状態での使用が主となるとの当事者からの聞き取り結果もあり、今回のプロトコル作成においてはロボットアームを車いすに取り付けた状態、車いすに取り付けずに床に設置した状態のいずれにおいても利用可能なプロトコル作成を条件とする。この条件下では、ロボットアームの据え付け状態での実施が前提となるため、作業空間の移動を含む課題の実施が困難である。つまり、前項で述べた短期評価プロトコル試案で設定した課題項目の内、

- ・ コップを棚から取り出し、冷蔵庫の中の飲み物を注いで飲む
- ・ 室内灯のオン/オフ
- ・ ドアの開閉

などが移動を含む課題となり、今回の短期評価プロトコルからは除外とした。iARM 使用後の被験者からの聞き取り調査では、飲食関連の動作、床からの物品拾い上げ、事務作業、本の取り扱いなどに対するニーズが強い。これらの条件を基とし、先行研究、所要時間、被験者の疲労性などの条件を含めて検討を行い、短期評価プロトコルでの動作課題として、

- ・ 机上でペットボトルを操作しての飲水動作
- ・ 棚からの本の取り出し
- ・ 机上で書類操作
- ・ 床からのリモコンの拾い上げ

の動作を抽出した。

更に、ロボットアームの基本操作課題として、簡易上肢機能検査 (STEF) の課題のうち、大球の操作および大立方の操作課題を応用することとした。

評価指標としては、操作の所要時間、操作精度、操作の成否 (失敗回数)、QUEST 2.0、PIADS、操作後の感想の聴取などを記録する。短期評価プロトコルの

詳細については添付資料 5 に示す。

この短期評価プロトコル案に基づき被験者 3 名において確認実験を行った。前節の被験者 1、被験者 2 における 4 回目の実験および、被験者 3 における 1 回目の実験がプロトコル案の確認実験に当たる。結果の詳細については疾患別の分担研究報告に示す。

D. 考察

本年度考案した短期評価プロトコルに基づき、被験者 3 名において確認実験を行った。

今回実施した確認実験により、操作実施上の安全性が確認でき、ロボットアーム操作への習熟による操作効率の変化、操作の正確性を記録できることの確認がなされた。被験者 1 では、各実験間の実施間隔が長く、4 回目 (中止)、4 回目 (再実施) の何れにおいても操作方法の戸惑いや忘れていた場面が見られた。にもかかわらず、操作所要時間の短縮が認められ、操作経験が少なからず蓄積されていると考えられる。

操作実施中および実施後に被験者より、疲労に関する訴えが聴取されたことから、疲労度に関する評価も必要となることが示唆された。疲労の聴取に関して VAS (Visual Analog Scale) を用いることを検討している。また、疲労に関しては被験者 1 における実施結果より、入力装置の取り付け位置に影響を受ける事が示唆された。今回の予備実験を通しては何れの被験者も入力装置としてキーパッドを使用していたが、利用者の状態に合わせた入力装置の選定および取り付け位置の調整が重要であることが確認された。

利用における満足度については、QUEST2.0 の結果および実験後の聞き取り調査より、「こんなこと (自分でお茶を飲む準備をし、こぼしたお茶を拭ける) が出来るようになるとは思ってもいなかった」「自分でものを動かせるのがうれしい」という発言も確認され、一定の満足度を得ていることが確認された。

ロボットアームを用いることについての利点と欠点に関して、利点としては今までできなかったことが出来るようになる可能性があること、ロボットアームは汎用機器であり、特定の動作のみに限られることなく、使用者の利用方法により利用場面や可能性の幅が広がることなどが挙げられた。欠点としては、大きさがあため車いすに取り付けた場合に狭路を通過しにくくなることや自宅-職場間での持ち運びの困難が予想されること、入力装置が限られているため進行性疾患の場合適応が心配であること、サイズが大きく重いこと