

- ・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<sup>2)</sup>。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 回家庭用品を落とす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(5") ・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て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	2'21"	
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が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"	
	自分の所を持ってきて食べる	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"	
	自分の所を持ってきて食べる	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"	
	自分の所を持ってきて食べる	1'36"	
	計	4'40"	
食べ物を変え、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
	自分の所を持ってきて食べる	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刺して食べる (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よいかもしれない
- ・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"> <li>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</li> <li>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</li> <li>3球目は置く位置の調整に手間取る。</li> </ul>
	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"> <li>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。</li> <li>2個目は枠内に置く際の位置調整に手間取る。</li> <li>3個目は置いた後に位置を修正せず、4個目を置いた後にハンド部で手前から奥に押すことで位置調整。</li> </ul>
	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"> <li>・40点</li> </ul>
	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"> <li>・1回目失敗。ボトルを倒した</li> <li>・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</li> <li>・10点</li> </ul>
	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"> <li>・40点</li> </ul>
	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"> <li>・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。</li> <li>・40点</li> </ul>
	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"> <li>・1回目失敗。アームの肘関節部分がボトルに当たり倒す。</li> <li>・ストローをつかむ動作に手間取る。</li> <li>・コップ掴の取手が邪魔で掴む動作に手間取る。</li> <li>・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。</li> <li>・30点</li> </ul>
	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"> <li>・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捲りのため約15秒程動作を中断</li> <li>・30点</li> </ul>
	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とのこと。

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、手元に持ってくる	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、手元に持ってくる	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VICE
	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動くかについて、及び収納方法 計 1'16"
- ・机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"	・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"	・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"	・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"	・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"	・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"	・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	17'30"	・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
	机の上に置く	6'18"	
		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わ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"	・置く際にペットボトル転倒
	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"	
		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"	
	コップを元の位置に置く	1'17"	
	計 6'34"	・このときのテンキーは使いやすいという発言あり	

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"	・クリップ部を掴ま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。
- ・来客がある時に今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"> <li>・キーパッドの取り付け場所を考える必要がある。</li> <li>・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わかると良い。</li> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・キーパッドが少し押しづらい。</li> <li>・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。</li> <li>・大きさ、重さがもう少し小さいと良い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・手頃なサイズのキーパッドが必要。</li> <li>・肘の位置を調整して肩への負担を軽減する必要がある。</li> </ul>
やってみたい こと できそうな こと	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マウススティックを落とした時に拾うことができる。</li> <li>・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。</li> <li>・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)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コップで水を飲むこと等、人に頼まなくてもできる</li> <li>・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。</li> <li>・軽食だったら食べることができそう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヘルパーがいなくても時間帯や一人で過ごしたい時、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と良い。</li> <li>・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。</li> <li>・オートロックを解除するためにインターホンを操作する。</li> <li>・本や書類ファイルを取り出す。</li> </ul>
疲労	<ul style="list-style-type: none"> <li>・キーの取り付け位置と目標物を見るのに視線を頻繁に移す必要があり疲れる。</li> </ul>	(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"> <li>・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)</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・横目で操作しているからピントが合わないことが多い</li> <li>・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。</li> <li>・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)が出来るとは思ってもいなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。特に職場に持っていくなど。</li> <li>・家で使う方が楽。</li> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・右肘を持ち上げた方が操作しやすい?</li> <li>・操作中に腕がアームレストから落ちそうになる。</li> </ul>

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	・ワ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 と使える。	・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ボードを使用しての入力に限定されていたが、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、QUEST 2.0 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



などが挙げられた。特に大きさや重さについては QUEST 2.0 の結果においても、各被験者が重要度の高い項目に挙げており、満足度に大きな影響を与えることが確認された。

今回目標とした短期評価プロトコルとしては一応の動作項目および実施形式を導出することができた。しかしながら、今回はプロトコル作成の為に予備実験自体が iARM のみを使用して実施されており、かつ iARM 一機種においてのみ確認実験を行っているため、構築された評価プロトコル自体が iARM の仕様に影響を受けている部分が多くなってしまっている可能性を否定できない。そのため、他機種を対象とした短期評価プロトコルとしては不適切な仕様となっている可能性がある。次年度に短期評価プロトコルを用いた評価を実施する前に、この点についての確認実験および検討が必要となる。

また、客観的に数値化可能な評価指標としては、所要時間と成否の 2 値のみであり、評価プロトコルとして、対象ごとの比較や客観的な効果判定などとしては説得力が弱いことが、研究会で議論の対象となった。

そこで、今回導出したプロトコルに加え、作業療法評価の一つとして統計的にも標準化されており、ADL や IADL の評価が可能である AMPS (Assessment of Motor and Process Skill) を評価指標の一つとして加えることを検討している。

AMPS では、被験者自身のやり方で行っている日常生活の動作を観察し、行為の円滑さの度合い、遂行の質を数値で表すことが可能である。個人の心身機能を測定するのではなく、ある課題を特定の環境で行う場合の遂行の質を測定する<sup>3)</sup>。そのため、ロボットアームの機種に依存することなく、一定の課題を実施することにより、課題実施状態を数値化して表すことが可能である。

今回導出した短期評価プロトコルに AMPS を加えることにより、より客観的な指標を用いて、重度肢体不自由者へのロボットアーム適用による効果を求めることが可能になると考える。

次年度は、まず本年度検討した短期評価プロトコルにおける動作項目について再検討を行い、iARM 以外の機種でのプロトコル確認、AMPS の導入検討などを行い、短期評価プロトコルとしての完成度を高める。

## 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>

- (1) Håkan Efrting, Kerstin Boschian : Technical Results from MANUS User Trials, ICORR '99, 136-141, 1999.
- (2) Young Sang Choi, Travis Deyle, et.al. : A List of Household Objects for Robotic Retrieval Prioritized by People with ALS, ICORR '2009, 510-517, 2009.
- (3) 吉川ひろみ 著 : 作業療法がわかる COPM・AMPS スターティングガイド, 株式会社 医学書院, 2008
- (4) Albert M. Cook, Jan Miller Polgar : Assistive Technologies. Robotic Aids to Manipulation , 483-496, 2008

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

筋疾患患者での適応について

分担研究者 小林 庸子

国立精神・神経医療研究センター病院 リハビリテーション科 医長

研究協力者：木下 崇史、樋口 智和

研究要旨

筋疾患は、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となると考えられ、コスト・ベネフィット評価の一環として、遠位型ミオパチー患者1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。約2時間、4回の予備実験及び評価実験で十分操作は可能となり、QUEST, PIADSの得点でも高い満足感が得られた。今回作成したプロトコルで操作性能力の評価は可能であることを確認し、筋疾患患者への導入適応に際しての留意事項を考察した。

A. 研究目的

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なども参加した研究会の結果を受け、短期評価プロトコル試案が作成された。さらにその試案を基に、3名の被験者においてロボットアームの動作検証、予備実験を行い、短期評価プロトコル案の変更・構築を行った。

本研究では、本年度考案した短期評価プロトコルに基づき、日常生活の一場面を想定した模擬環境において、障害当事者におけるロボットアーム活用の評価実験を行う。この評価実験の結果をもとに、筋疾患患者におけるロボットアーム適応の可能性について検討する。

B. 研究方法

先行研究及び、本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考案した実験環境及びプロトコルに基づき、障害当事者の方にロボットアームを操作していただき、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）を実施する。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する。

本年度の研究でのロボットアームは、日本国内

で市販されており入手が比較的容易であるオランダのExact Dynamics社製iARM（intelligent Assistant Robot Manipulator）を用いる。

1. 被験者基本情報

被験者：30代 女性

疾患名：縁取り空泡を伴う遠位型ミオパチー  
身体状況：

四肢・体幹・頸部の筋委縮および筋力低下、呼吸筋力低下（MMT：頸部前屈1，側屈3，後屈1，体幹前屈1，肩甲骨挙上1/1，肩関節屈曲1/1，伸展1/1，外転1/1，内転3/3，肘関節屈曲1/1，伸展1/1，前腕回内2/2，回外2/2，手関節屈曲2/2，伸展1/1，中手指節関節屈曲2-2-2/2-1-2-2，伸展1-1-2-2/1-1-1-2，近位指節関節屈曲2/2，伸展2/2，遠位指節関節屈曲2/2，伸展1-1-1-1/1-1-2-2，手指外転1/1，内転1/1，

母指中手指節関節屈曲2/2，伸展1/1，指節関節屈曲2/2，伸展1/1，内転2/2，外転2/2，母指・小指対立2/2，握力0/0kg，股関節屈曲1/0，伸展0/0，外転1/1，内転0/0，外旋1/1，内旋1/1，膝関節屈曲1/1，伸展1/1，足関節底屈0/0，背屈0/0）

肺活量座位2.07L 臥位2.39L

関節可動域：肘伸展-10/-10以外は正常範囲  
嚙下障害なし

起立・歩行・座位保持不能

ADL：移動・食事・更衣・整容・トイレ動作・入浴とも全介助（Barthel Index 20 排泄排尿管理は自立）

上肢機能は、高さや位置が手指を使いやすい条件に調整された車いすのテーブル上で手指をわずかに動かすことができる状態で、パソコン操作はスクリーンキーボードに市販の小さめのマウスを使用して入力自立、電動車いす操作はジョイスティックを形状と動きを軽く調整して自立。

移動は車いす3台を使い分け、自宅は普通型車いす介助、外出は手動リクライニング簡易電動車いすを自己操作、職場は電動リフト式電動車いす自己操作、車いす座位時は頭部を支えるため頸椎装具を使用している。

自宅での介助は家族。

職業：会社員。週5日勤務で原則午前中は在宅勤務。仕事内容はパソコン操作が主で、職場でのトイレ・食事・移動はヘルパーが介助。

通勤：家族が運転する車で、移乗介助

iARMの使用履歴：被験者は本実験以外にiARMの操作の経験はない。

## 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5「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については、点数の記録ではなく、基準位置からのずれの有無無しで判断している。

### （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. 結果

### 1. 各操作の所要時間

以下の表に各実験項目の所要時間をまとめる。

表1 課題1 基本動作実験結果

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"	5球目の把持に1回失敗
	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"	初期状態で各直方体間に隙間有り。 ハンド先端を直方体上面に押しつけて、手前にずらしてハンドの入る隙間を作った。 5個目に取り掛かる前に、先に置いた4個を手前より押しつけて5個目を入れるスペースを作るよう指示をした。
	2個目	1'37"	
	3個目	1'11"	
	4個目	1'28"	
	5個目	3'00"	
		計 8'20"	

表2 課題2 水分摂取実験結果

課題	作業	所要時間	特記事項
ペットボトルの把持・設置	ボトルを持ち上げる	1'08"	
	ボトルを置く	33"	枠内に収まっている
	計	1'41"	
ペットボトルの移動と設置 (左→右)	ボトルを持ち上げる	1'27"	
	ボトルを移動し置く	18"	枠内に収まっている
	計	1'45"	
ペットボトルの移動と設置 (右→左)	ボトルを持ち上げる	1'15"	
	ボトルを移動し置く	44"	枠内に収まっている
	計	1'59"	
コップに水を注ぐ動作の確認	ボトルを持ち上げる	44"	
	ボトルの中身をコップに注ぐ (中身空)	1'31"	Cモードの手首の回転で実施
	ボトルを元の位置に置く	1'00"	枠内に収まっている
	計	3'15"	
コップにストローをさして飲む動作の確認	ストローを掴んで持ち上げる	1'11"	
	ストローをコップ内に入れる	22"	
	コップを掴んで口元まで近づける	2'10"	
	コップを元の位置に置く	50"	枠内に収まっている
	計	4'33"	
コップに水を注ぐ	ボトルを持ち上げる	1'16"	※実験ではストローを挿した後に注ぐ動作を行った
	ボトルの中身をコップに注ぐ (中身有り)	2'32"	Cモードの手首の回転で実施
	ボトルを元の位置に置く	1'04"	枠内に収まっている
	計	4'52"	
コップにストローをさして飲む	ストローを掴んで持ち上げる	54"	※実験では水を注ぐ前にストローを挿した
	ストローをコップ内に入れる	28"	
	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"	枠内に収まっている
	計	4'38"	