

201224007A

厚生労働科学研究費補助金
障害者対策総合研究事業

重度肢体不自由者用ロボットアームの
コスト・ベネフィット評価

平成24年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 井上 剛伸

平成25(2013)年3月

厚生労働科学研究費補助金
障害者対策総合研究事業

重度肢体不自由者用ロボットアームの
コスト・ベネフィット評価

平成24年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 井上 剛伸

平成25(2013)年3月

目次

I. 総括研究報告	
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	1
井上剛伸	
II. 分担研究報告	
1. ロボットアームの導入が及ぼす作業の変化と生活満足感についての検証	7
荻山泰地	
2. 筋疾患患者での適応について	13
前野 崇	
3. 頸髄損傷者での有効性の検証	21
中山 剛	
4. 脳性まひ者等での有効性の検証	29
木之瀬隆	
5. 重度肢体不自由者用ロボットアーム導入にともなうコスト・ベネフィットの評価	35
我澤賢之	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	49
IV. 研究成果の刊行物・別刷	51
V. 資料	59

I. 総括研究報告

厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業）

総括研究報告書

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

研究代表者 井上剛伸 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 福祉機器開発部長

研究要旨

先端福祉機器の代表例である重度肢体不自由者用のロボットアームのコスト・ベネフィット評価を行うことを目的とし、今年度はロボットアームの短期評価、長期評価、コスト・ベネフィット評価を行った。その結果、ロボットアームの利用により、一人でできることが増えることが示され、その価値は認められることが示された。コスト・ベネフィットの評価結果からは、介助時間を尺度とした対象機器に対するユーザーの主観評価結果より、機器の価値が機器導入価格に見合うとするユーザーがいる可能性が示された。ただしその一方で、ロボットアームの導入により、現在の介助サービスの利用時間を減らすことができるかについては、否定的な意見を示した被験者・当事者もいた。また、タイムスタディの結果から、一概に介助時間が短縮するとは言えない結果が得られた。明確な結論を得るためには、今後データの蓄積を進める必要がある。

研究分担者

木之瀬隆・国立障害者リハビリテーションセンター研究所福祉機器開発部・客員研究員

荻山泰地・日本医療科学大学保健医療学部リハビリテーション学科作業療法学専攻・助教

前野崇・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・医員

中山剛・国立障害者リハビリテーションセンター研究所障害工学研究部・主任研究官

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

ット評価を行うことで、その糸口を探ることとする。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まひ者においては、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、ニーズが高い機器である。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、普及がなかなか進まないのも現実である。

平成 20 年にまとめられた厚生労働省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”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。そのためにも、本研究で課題とする効果の実証研究を厚生労働科学研究費で実施することは必要性が高い。

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および導入に

A. 研究目的

先端福祉機器の利活用には、市場規模の問題や給付制度の問題など、多くの課題が存在する。本研究では、技術的には実用レベルに達したにもかかわらず利活用に至らない先端福祉機器として、肢体不自由者用ロボットアームを取り上げ、その課題解決の方策の一つとして、コスト・ベネフィ

よる社会コストの増減について、臨床評価を通して明らかにすることを目的とする。

上記の目的を達成するために、以下の達成目標を設定する。

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

昨年度までに、①に関してロボットアームの短期評価プロトコルおよび長期評価プロトコルを構築し、②、③に関して、短期評価プロトコルに従った有効性の検証を行った。また、④に関してコスト・ベネフィット推計に必要となる基礎データの収集を行った。

本年度は、②、③に関して、短期評価の追加および長期評価を実施し、④に関して長期評価の結果と基礎データの結果を基に社会コストを導出した。さらに⑤について、ステークホルダーによるワークショップを実施し、その結果をふまえて普及に向けた提案をまとめた。

B. 研究方法

1. 短期評価による有効性の検証

初年度構築した評価プロトコルに従って、さらなる短期評価を実施した。評価のために行った動作については、資料3を参照。

使用したロボットアームは、オランダの Exact Dynamics 社製 iARM およびカナダの Kinova 社製 JACO arm とした。これらの機種は、国内で市販されているロボットアームである。ロボットアームは、治具（トライポッド）を用いて床に設置し、テーブルをロボットアームから一定の位置に配置して、実験を行った。

被験者は、高位頸髄損傷者2名（昨年度5名実施済）、筋ジストロフィー患者10名、脳性マヒ者4名、頭部外傷後遺症者1名である。

被験者は、まず1時間程度操作の体験を行い、その後、前述の動作を順に行った。データとして

は、動作の可否、動作にかかった時間、操作精度を求めるとともに、主観評価として福祉用具満足度評価（QUEST2.0の用具スケール）および福祉機器心理評価スケール（PIADS）を実施した。また、実験項目やロボットアーム本体についての感想などの聞き取り調査を実施した。

2. 長期評価による有効性の検証

昨年度構築した評価プロトコルに従って、長期評価を実施した。内容については、資料4を参照。

使用したロボットアームは、短期評価と同様であり、被験者が日常使用している電動車いすに取り付けて評価を実施した。

被験者は、頸髄損傷者3名（2名は実施中）、筋ジストロフィー患者1名（実施中）であった。使用期間は3ヶ月とし、使用前の事前評価、中間評価（2ヶ月後）、終了時評価（3ヶ月後）を実施した。

また上記被験者のうち、頸髄損傷者2名、筋ジストロフィー患者1名に対して、作業質問紙（Occupational Questionnaire：以下OQ）による評価をロボットアーム導入前後について行った。

3. コスト・ベネフィット評価

3.1. コストの評価

Exact Dynamics 社製の iARM を対象として、ロボットアームに係る諸費用として、以下の項目合算値を算出した。

- 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

3.2. 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（金銭を尺度とした主観

的評価、介助時間を尺度とした主観的評価)

b) 介助時間への影響

の2つの面から評価を行った。

(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および国立精神・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. 研究結果

1. 短期評価による有効性の検証

頸髄損傷者の評価結果では、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、JACO arm でおおよそ4分～21分、iARM でおおよそ3～23分程度の範囲で完了することができている。満足度についてはQUEST 2.0の結果より、JACO arm で 3.25 ± 0.35 点、iARM で 3.13 ± 0.25 であった。心理的効果においては、PIADSの結果よりJACO arm で 0.31 ± 0.16 点、iARM で 2.09 ± 0.56 点であった。この結果より、高位頸髄損傷者において、iARM、JACO arm とともに、日常生活における物品操作を主体的に行う事が可能になり、生活の質と自律度を向上させる可能性が示唆された。しかしながら、ロボットアームの重量や大きさ、取付け、取外しなどの容易性など、種々の点に対する不満も見られた。満足度について、QUEST 2.0ではいずれのロボットアームについても、「やや満足している」という結果を得た。心理効果につ

いてはPIADSにおいて被験者2 (iARM) では高い心理的効果を示しているが、被験者1 (JACO arm) では現状とほぼ変化しないという結果となっている。これは、被験者1では現状で在宅生活が安定して行えており、JACO arm 導入に対する必要性や期待感が低いためではないかと考えられる。昨年度までの結果も含め、短期評価におけるQUEST 2.0による満足度およびPIADSによる心理的効果の得点が、ロボットアーム導入の一つの指標となる可能性が示唆された。

筋ジストロフィー患者の結果では、所要時間はiARM で3分～14分、JACO arm で3分～16分であった。ロボットアームの種別によつての作業時間は、床からの拾い上げを除いてほとんど変わらなかった。今回使用した製品はふたつとも海外で十分な期間実用されていたものであり、実用的な時間で作動することが期待できる。QUEST2.0の総合得点としてはiARM が 3.7 ± 0.6 、JACO arm が 3.7 ± 0.1 といずれも「満足～やや満足」という結果を得た。PIADSの結果はiARM が 1.7 ± 0.9 、JACO arm で 1.3 ± 0.2 であり、iARM が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という結果が得られた。これはJACO arm の操作がより難しく、顔の近くで操作するとき危険を感じたことに影響された可能性が考えられる。

脳性マヒ者の結果では、4名中2名は課題を終了することができなかった。課題を終了できた脳性マヒ者2名と頭部外傷後遺症者1名の結果では、所要時間は、5分～40分程度であった。また、また、満足度についてはQUEST 2.0の結果より、平成24年度の被験者3名に関しては平均得点 3.38 ± 0.98 、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24年度に実施した被験者3名に関しての合計得点(得点範囲-3～3点)は 1.51 ± 0.63 点、効力感サブスケール得点(得点範囲-3～3点)は 1.56 ± 0.54 点、積極的適応性サブスケール得点(得点範囲-3～3点)は 1.78 ± 0.82 点、自尊心サブスケ

ール得点(得点範囲-3~3点)は 1.25 ± 0.66 点と、特に積極的適応性サブスケール得点では高い得点を示した。この結果より、脳性マヒ者や頭部外傷後遺症者などの多く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、生活の質と自律度を向上させる可能性が示唆された。一方で、更に重度の脳性まひ者においては、入力装置の特注などの対応が必要であり、ロボットアームの選定・適合の際により慎重な対応を必要とされることが示された。ロボットアームを操作可能であった2名と操作不可能であった2名の違いの一つとして、電動車いす操作能力の違いが認められた。実施可能であった2名においては、電動車いす標準の入力装置を用いて自立した電動車いす操作が可能であったが、実施不可能であった2名においては、特殊な入力装置を必要としかつ介助者の見守りの下での電動車いす操作が必要であった。

障害種別で比較すると、筋ジストロフィー患者が所要時間および心理的効果においても良い結果となった。オランダでの利用者数の割合でも、筋ジストロフィー患者が多く、ロボットアームの適応として最も可能性のある対象であることを支持する結果が示されたといえる。

2. 長期評価による有効性の検証

現時点で長期評価実験が終了した頸髄損傷者の結果では、PIADS 1.2点、QUEST 2.0 2.4点とともに得点は低い、ADL、iADL 面については、AMPS 運動項目においてロボットアーム導入により、有意に能力の向上を認めることができた。また、満足度、心理的効果ともに得点は低いながらも、3か月間の実験期間中に種々の活動に使用しており、飲酒や、生命維持にかかわる水分摂取においては日常生活において恒常的に使用するに至っている。満足度、心理的効果共に低い点数となった理由としては、被験者の在宅生活は、ロボットアーム導入前に既にほぼ完成された状況にあり、使用場面はあるもののロボットアーム導

入による恩恵やメリットよりも運用の負担や疲労感などデメリットの方が大きかったのではないかと考えられる。

筋ジストロフィー患者の長期評価実験において、今回は終了時評価を実施できなかったため、客観的指標をもって導入前後の効果比較を行うことが出来なかったが、実験期間を通した実施項目の記録より、ロボットアーム導入により、対象者周辺の生活に明らかな変化を及ぼすことが示唆された。今回の被験者は身体機能の低下により、生活の全般に渡って全介助が必要であったが、ロボットアームを導入したことにより、自己で出来ることの範囲が広がり、また他者との関係性においても、身体機能低下後の受け身的な関わりから、他者の為に何かをするという自発的な行動へとの変容が認められた。今後も身体機能の低下が予想されるが、身体機能の変化に応じて入力装置を変更していくことによって、ロボットアームの利用により比較的長期にわたって、自己から外界への直接的な関わりを維持できる可能性が示唆された。

今回の長期評価プロトコルでは実験期間を3か月間としていたが、iARM、JACO arm ともに、実際の生活環境の中で実用的に使用できるレベルに至るまでに約2か月間の期間を要しており、より実際の生活場面に即したロボットアームの利用評価を行うためには、約半年から1年程度の評価期間が必要であることが示唆された。

また、OQ による評価結果からは、ロボットアーム導入後において加わった作業は1~2であり、9割以上の時間帯の習慣に変化を認めなかった。作業遂行領域別遂行時間においても、3名とも30分程度の増減を認めたのみで、作業バランスの大きな変化も認めなかった。以上のことから、今回実施した3か月程度の期間においてはロボットアーム導入によって大きな習慣の変化を及ぼす可能性は低いと考える。一方で、3名とも共通していた作業の変化として「水分補給」を挙げており、自分のタイミングで人に介助を頼まず飲む

ことが嬉しいと話されていた。このことから、ロボットアーム導入によって変化するの、作業の質であり、これまで行っていた作業の中で活用できるところから始めていると考えられる。マイナス面として挙げられた車いすの走行性などの問題も、それまで行っていた作業である電動車いすでの移動における違和感であった。以上のことから、ロボットアームなどの導入に際して、被験者の習慣を事前に評価し、どの作業においてロボットアームが有効に活用できるかを検討することが、重要であると考えられる。

また、加わった数少ない作業として、3名それぞれから挙げられた、「お酌をする」「猫をじゃれらせる」「軽食の準備をする」という作業においては、自分から他者（ペット）との交流を伴う能動的な作業という点で共通していた。また、新たに加わった作業はこれら以外にはほとんどなかったが、生活満足感が3名ともすべて維持・向上した。以上のことから、自分で他者との交流を伴う能動的な作業が可能となることが、生活満足感が向上につながる可能性が高いと考えられる。また、これらの作業は、ロボットアーム導入が可能にした作業であり、重度肢体不自由者に共通した潜在的な作業ニーズであることが考えられる。

3. コスト・ベネフィット評価

3.1. コストの評価

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）。

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）。

3.2. ベネフィットの評価

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。

介助時間による主観的評価について、iARM の評価結果は0.5～1.5時間であった。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ところ、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）。

また、タイムスタディの結果からは、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。

E. 結論

本研究では、重度肢体不自由者用のロボットアームにコスト・ベネフィットの評価を行うことを目的とし、ロボットアームの短期評価、長期評価、コスト・ベネフィット評価を実施した。

その結果、ロボットアームの利用により、一人でできることが増えることが示され、その価値は認められることが示された。心理的評価についても、やや効果が認められるという結果が得られた。

コスト・ベネフィットの評価結果からは、介助

時間を尺度とした対象機器に対するユーザーの主観評価結果より、機器の価値が機器導入価格に見合うとするユーザーがいる可能性が示された。ただしその一方で、ロボットアームの導入により、現在の介助サービスの利用時間を減らすことができるかについては、否定的な意見を示した被験者・障害者もいた。金額を尺度とした主観評価結果ではロボットアームの推定導入費用以上の評価をした被験者はいなかった。このことは、ロボットアームの入手手段が現在の市場価格のもとでの私費購入に限られる場合、普及が進まないことを示唆している。また、タイムスタディの結果から、ロボットアーム導入によりその導入費用に見合う介助に要する実時間が短縮するかどうかについて検討したところ、一概に介助時間が短縮するとは言えない結果が得られた。明確な結論を得るためには、今後データの蓄積を進める必要がある。

高額・高機能な福祉機器の普及には、自費での購入が難しく、公的給付の影響が大きい。資料1に示した公開研究会における議論でも、その点は指摘されたが、一方で介助時間を削減することに対する当事者の反対意見も多く出された。一概にコストのみで判断することの難しさが示されたといえる。これらの議論をふまえて、当事者がその福祉機器の利用価値を的確に判断するための機会が少ないことが問題点としてあげられた。その解決策として、臨床評価や試用の充実や、レンタルサービスを広めることも重要である。利用する機会が増え、自分でできることが増えることを実感し、利用者がその価値を認め、その上で再度コストの議論をすることも必要である。時間がかかるプロセスではあるが、着実な進め方といえる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 前野崇、小林庸子: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2012年、福岡
- 2) 山口純、井上剛伸、我澤賢之、木下崇史、木之瀬隆、中山剛、小林庸子、樋口智和、前野崇:肢体不自由者用ロボットアームの臨床評価ー心理的評価スケールを用いた有効性評価、日本デザイン学会第59回春季研究発表大会概要集、2012-06-24、札幌市、2012、p.300-301(CD-ROM)
- 3) 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、2012-12-06、東京、2012
- 4) 井上剛伸、木之瀬隆、荻山泰地、小林庸子、前野崇、中山剛、我澤賢之: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、2013-02-04、東京、2013、p.7-8
- 5) 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、2013-02-09、所沢、2013、p.7-9
- 6) 中山剛:ロボットアームの適合と環境調整、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、2013-03-20、所沢、2013、p.3-4

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

II. 分担研究報告

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

ロボットアームの導入が及ぼす作業の変化と生活満足感についての検証

分担研究者 荻山 泰地

日本医療科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 作業療法学専攻 助教

研究協力者：木之瀬 隆

研究要旨

本年度行われた長期評価班での打ち合わせ会議、昨年度作成した長期プロトコルに基づき、障害当事者3名を対象とし、3か月間ロボットアーム導入前後における作業と生活満足感についての調査を行った。結果、3名とも平日、休日ともに季節の変化による作業内容の変化以外に大きな変化は見られなかったが、3名とも30分程度の「お酌をする」「軽食の準備をする」といった他者との交流を伴う能動的な作業が加わった。生活満足感においては、平日においては3名とも向上し、休日においては、1名は変化を認めなかったが2名において向上した。以上のことから、ロボットアームを導入することにより、大きな作業習慣の変化は起こりにくい、普段行ってる作業の中から活用され、かつ他者との交流を伴う能動的な作業が生まれることにより生活満足感が向上することが示唆された。また、これらの他社との交流を伴う能動的な作業は、重度肢体不自由者の潜在的な作業ニーズであることが考えられる。今後、ロボットアームを導入する際には、事前に使用者の作業習慣を評価し、活用できる作業の抽出と提案を個別で行うことが重要であると考えられる。

A. 研究目的

昨年度までの長期評価予備実験において、心理評価として福祉用具満足度評価（QUEST2.0：12項目中8項目）および福祉機器心理評価スケール（PIADS）による評価を行い、その効果について確認ができた。しかし、日常生活でのロボットアーム使用による変化や有用性の指標として、ADLの評価指標であるFIMを用いたが、APDLなどの変化を捉えにくいことが課題として挙げられた。そこで本研究では、ロボットアーム導入前後におけるAPDLなどの細かい諸活動の変化を捉えることを目的とし、長期評価を実施した3事例に対して、自己報告形式の評価法である作業質問紙（Occupational Questionnaire；以下OQ）による評価、生活満足感についての聴取を行った。また、上記の評価結果を基にロボットアームの在宅生活での適応について考察した。

B. 研究方法

長期評価研究班での打ち合わせ会議、昨年度作成した長期評価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約3ヶ月在宅生活の中で使用していただき、ロボットアーム導入前後において、主観的評価としてOQによる評価を行った。本研究では、公表されている日本語に翻訳されたOQ²を用いた。OQは、作業療法の概念的実践モデルである人間作業モデル（Model of Human Occupation；以下MOHO）を理論的基盤として開発された評価法である。OQの用い方は、回答者自身が典型的な1日と思う週日について、起床から就寝までの時間に行っている諸活動を記入するように求める。次に、質問1において、記載した活動が仕事、日常生活活動、レクリエーション、休憩の4領域いずれに当てはまるかを回答者に分類してもらう。質問2では、遂行度について、1. 非常によくやった、2. 良くやった、3. ほぼ普通に

やった、4.良くやらなかった、5.非常に良くやらなかったという選択肢の中から1つを選択してもらおう。同様に、質問3では、重要度について、1.非常に重要だ、2.重要だ、3.残しておく方がよい、4.ないよりましな程度だ、5.時間の浪費だと思おうという選択肢の中から、質問4では、楽しんだ程度を、1.非常に楽しんだ、2.楽しんだ、3.楽しくも嫌でもなかった、4.嫌だった、5.非常に嫌だったという選択肢の中から1つを選択してもらおう。次いで、週末の一日においても同様に記入してもらおう。また、ロボットアーム導入前後において、平日と休日の各日について全体的な生活満足感を0点から100点の間でつけて下さいと依頼し、次いでロボットアームを使用することで変化した作業についての自由な回答を促した。

3名の被験者の身体状況等の概要を以下に示す。

1. 被験者基本情報

・被験者1 (以下A氏)

疾患名：頸髄損傷 C5 不全麻痺

性別：男性

利き手/優位手： 右手/右手

肢体不自由の状況：四肢麻痺 (不全)

改良 Zancolli 分類に照らすと、右上肢 C5B

レベル、左上肢 C4 レベルに近似

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

・被験者2 (以下B氏)

疾患名：頸髄損傷 C4 完全麻痺

性別：男性

肢体不自由の状況：四肢麻痺 (完全)

改良 Zancolli 分類 C4

電動車いす操作：チンコントロールにて操作

・被験者3 (以下C氏)

疾患名：デュシェンヌ型筋ジストロフィー

性別：男性

利き手/優位手： 右手/右手

肢体不自由の状況：四肢近位筋・体幹・頸部の筋萎縮および筋力低下により徒手筋力がおおよそ MMT 0~2-、手指筋力のみが MMT 3~4

電動車いす操作：

ジョイスティックを右上肢にて操作

(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および日本医療科学大学研究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、上記倫理審査委員会での審査を経る。人権侵害に関する事項、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

・A氏

1. 作業の内訳および作業遂行領域別遂行時間

ロボットアーム導入前後における、聴取された作業遂行領域別遂行時間について、表II-1-1に示した。

① 平日について

聴取された作業数は、導入前が16であり、導入後は18であった。導入前に挙げた16の作業はすべて導入後にも挙げられており、導入後には「コーヒーを飲む」と「iPadをいじる」の2つの作業が加わった。作業遂行領域別遂行時間においては、レクリエーションと休憩の時間の長さにそれぞれ30分の遂行時間の変化がみられた程度であった。

② 休日について

聴取された作業数は、導入前が20、導入後が21であった。増加した作業は「iPadで読書する」であった。作業遂行領域別遂行時間においては、レクリエーションと休憩の時間の長さにそれぞれ30分の増減を認めた。

2. 作業遂行領域別の遂行度、重要度、楽しみの程度、および生活満足感

ロボットアーム導入前後における、聴取された作業遂行領域別の遂行度、重要度、楽しみの程度、および生活満足感について表Ⅱ-1-2に示した。

表Ⅱ-1-1 作業遂行領域別遂行時間・生活満足感

活動領域	平日 (分)		休日 (分)	
	導入前	導入後	導入前	導入後
仕事	240	240	150	150
ADL	390	390	330	330
レク	180	150	390	420
休憩	630	660	570	540

表Ⅱ-1-2 作業遂行領域別遂行度・満足度・
楽しみの程度平均

活動領域		平日		休日	
		導入前	導入後	導入前	導入後
仕事	遂行度	4	4	3	3.5
	重要度	5	5	5	5
	楽しみ	4	3	4	3.5
ADL	遂行度	3.6	4	3.7	3.8
	重要度	4.9	5	5	5
	楽しみ	3.6	3.1	3.5	3.5
レク	遂行度	3.7	4	3.5	4
	重要度	5	5	5	5
	楽しみ	4.3	4.3	4.3	4.4
休憩	遂行度	4	4.3	4	4
	重要度	5	5	5	5
	楽しみ	3.5	4	3.3	3.5
生活満足感		80	95	80	95

① 平日について

導入前後の仕事における楽しみの程度が平均で1の、ADLの楽しみの程度において0.5の減少を認めた。その他の遂行度、重要度、楽しみの程度の変化は、0.5未満であった。生活満足感においては80から95と増加した。

② 休日について

各作業遂行領域における遂行度、重要度、楽しみの程度の導入前後の差はすべて0.5以内であった。生活満足感においては80から95と増加を認めた。

3. 自由回答より得られた変化した作業についてのコメント

作業質問紙による聴取より、「晩酌をする」という作業がロボットアーム導入前後ともに挙げられたが、この作業について、以前はヘルパーにお酌をしてもらうだけであったが、ロボットアームを使用することでお酌をしてあげられるようになったとの回答が得られた。また、水分補給においても自分の飲みたいタイミングで飲めるようになったとの回答が得られた。また、「iPadをいじる」や、「iPadで本を読む」という作業については、ロボットアームの導入によって可能となった作業ではなく、その他の環境調整によって生まれた作業であった。全体的な生活満足感については、以上の2つ作業ができるようになったことで向上したとのことであった。

・B氏

1. 作業の内訳および作業遂行領域別遂行時間

ロボットアーム導入前後における、聴取された作業遂行領域別遂行時間について、表Ⅱ-1-3に示した。

① 平日について

聴取された作業数は、導入前が21であり、導入後は22であった。導入前に挙げた21の作業すべて導入後にも挙げられており、導入後には「レクリエーションの時間(ペットをじゃれさせる)」の作業が加わった。作業遂行領域別遂行時間においては、レクリエーションと休憩の時間の長さにそれぞれ30分の遂行時間の変化がみられた程度であった。

② 休日について

聴取された作業数は、導入前が14、導入後が11であった。減少した作業は「散歩」「車いすタイヤを拭いてもらう」「着替えをする」の3つであった。作業遂行領域別遂行時間においては、レクリエーションの時間が60分増加し、ADLの時間が60分減少した。

2. 作業遂行領域別の遂行度、重要度、楽しみの程度、および生活満足感

ロボットアーム導入前後における、聴取された作業遂行領域別の遂行度、重要度、楽しみの程度、および生活満足感について表Ⅱ-1-4に示した。

① 平日について

導入前後の仕事における遂行度が1増加した。また、仕事に対する楽しみの程度が2増加した。ADLの楽しみの程度においても0.6程度の増加を認めた。生活満足感においては、70から80となった。

② 休日について

仕事に対する重要度が1減少し、楽しみの程度が1増加した。その他は0.5未満の変化であった。

表Ⅱ-1-3 作業遂行領域別遂行時間・生活満足感

活動領域	平日 (分)		休日 (分)	
	導入前	導入後	導入前	導入後
仕事	30	30	30	30
ADL	450	450	300	240
レク	420	390	570	630
休憩	540	570	540	540

表Ⅱ-1-4 作業遂行領域別遂行度・重要度・楽しみの程度平均

活動領域		平日		休日	
		導入前	導入後	導入前	導入後
仕事	遂行度	2	3	3	3
	重要度	4	4	4	3
	楽しみ	2	4	2	3
ADL	遂行度	3	3	3	3
	重要度	3.7	3.6	3.2	3.3
	楽しみ	3.5	4.1	3.1	3.3
レク	遂行度	3	3	3.2	3.5
	重要度	3.8	3.4	3.8	3.8
	楽しみ	4	4	3.8	3.8
休憩	遂行度	3	3	3	3
	重要度	3.5	3.5	4	4
	楽しみ	3	3	3	3
生活満足感		70	80	60	80

3. 自由回答により得られた変化した作業についてのコメント

平日に増加した作業として「レクリエーション(猫をじゃれさせる)」が挙げられた。この作業について、「本当なら撫でてあげたいがじゃれさせることならできるから。」と話され、「今は次にどうやってじゃれさせようか考えています。」と語られた。また、水分補給ができることで「一人になりたい時に一人になる時間が作れるようになった。」とのことであった。休日の作業数の減少については、「季節がら寒くなり散歩に出かけなくなった。」とのことであり、実際に減少した作業においては3つとも散歩に伴う作業であった。

また、ロボットアームを導入したことによるマイナスとなった点について、車椅子の走行性や操作性の低下を挙げられた。

・C氏

1. 作業の内訳および作業遂行領域別遂行時間

ロボットアーム導入前後における、聴取された作業遂行領域別遂行時間について表Ⅱ-1-5に示した。

① 平日について

聴取された作業数は、導入前が16、導入後は17であった。導入前に挙げた16の作業はすべて導入後にも挙げられており、導入後には「軽食の準備」の作業が加わった。作業遂行領域別遂行時間においては、仕事とレクリエーションの時間の長さにそれぞれ30分の遂行時間の変化があった程度であった。

② 休日について

聴取された作業数は、導入前後ともに17であり、挙げられた作業、遂行時間ともに変化がなかった。

2. 作業遂行領域別の遂行度、重要度、楽しみの程度、および生活満足感

ロボットアーム導入前後における、聴取された作業遂行領域別の遂行度、重要度、楽しみの程度、および生活満足感について表Ⅱ-1-6に示した。

① 平日について

導入前後のレクにおける楽しみの程度が平

均で0.5増加した。その他の遂行度、重要度、楽しみの程度の変化は、0.5以内であった。生活満足感においては60から80と大きな変化を認めた。

② 休日について

各作業遂行領域における遂行度、重要度、楽しみの程度、生活満足感においては変化がなかった。

3. 自由回答により得られた変化した作業・生活満足感についてのコメント

C氏においては、平日の作業において「軽食の準備」が加わった。この作業については、ロボットアームを使用してヘルパーの方のためにお茶を準備することができるようになったことで加わったとのこと。また、その作業が加わったことにより、全体的な生活満足感が向上したとのことであった。

表II-1-5 作業遂行領域別遂行時間・生活満足感

活動領域	平日 (分)		休日 (分)	
	導入前	導入後	導入前	導入後
仕事	120	90	90	90
ADL	390	390	420	420
レク	150	180	180	180
休憩	780	780	750	750

表II-1-6 作業遂行領域別遂行度・重要度・楽しみの程度平均

活動領域		平日		休日	
		導入前	導入後	導入前	導入後
仕事	遂行度	4	4	5	5
	重要度	5	5	5	5
	楽しみ	4	4	5	5
ADL	遂行度	3.6	3.7	3.4	3.4
	重要度	3.5	3.5	3.4	3.4
	楽しみ	3.5	3.9	3.2	3.2
レク	遂行度	4.5	5	5	5
	重要度	4.5	4	4.5	4.5
	楽しみ	4.5	4.3	4.5	4.5
休憩	遂行度	4	4	4	4

	重要度	4.5	4.5	4.7	4.7
	楽しみ	4	4	3.7	3.7
生活満足感		60	80	90	90

また、ロボットアームの長期評価の被験者としての役割（仕事）をこなしているということに満足感を得られたと話された。

D. 考察

本年度考案した長期評価プロトコルに基づき、被験者3名においてロボットアームの在宅導入を行った。3名とも、ロボットアーム導入前後において加わった作業は1~2であり、B氏の休日以外は9割以上の時間帯の習慣に変化を認めなかった。B氏の休日においても、季節が変わり寒くなったことによる習慣の変化のみであった。作業遂行領域別遂行時間においても、3名とも30分程度の増減を認めたのみで、作業バランスの大きな変化も認めなかった。以上のことから、今回実施した3か月程度の期間においてはロボットアーム導入によって大きな習慣の変化を及ぼす可能性は低いと考える。一方で、3名とも共通していた作業の変化として「水分補給」を挙げており、自分のタイミングで人に介助を頼まず飲めることが嬉しいと話されていた。このことから、ロボットアーム導入によって変化するのは、作業の質であり、これまで行っていた作業の中で活用できるところから始めていると考えられる。B氏よりマイナス面として挙げられた車いすの走行性などの問題も、それまで行っていた作業である電動車いすでの移動における違和感であった。以上のことから、ロボットアームなどの導入に際して、被験者の習慣を事前に評価し、どの作業においてロボットアームが有効に活用できるかを検討することが、重要であると考えられる。

また、加わった数少ない作業として、3名それぞれから挙げられた、「お酌をする」「猫をじゃれらせる」「軽食の準備をする」という作業においては、自分から他者（ペット）との交流を伴う能動的な作業という点で共通していた。また、新たに加わった作業はこれら以外にはほとんどなかったが、生活満足感が3名ともすべて維持・向上した。

以上のことから、自分で他者との交流を伴う能動的な作業が可能となることが、生活満足感が向上につながる可能性が高いと考えられる。また、これらの作業は、ロボットアーム導入が可能にした作業であり、重度肢体不自由者に共通した潜在的な作業ニーズであることが考えられる。

今回、作業質問紙による聴取によって、以下の知見が得られた。

ロボットアームを導入することにより、3か月間という期間においては、導入による大きな習慣の変化は起こりにくく、まず現在行っている習慣の中から始めているという点である。また、ロボットアーム導入により主観的な満足感が得られやすい作業の特徴として、「他者との交流を伴う能動的な作業」であることがわかった。Smithら³⁾は、施設入所中の高齢者60名にOQを用いた結果、時間の長さ和生活満足感は関係しないと結論しており、我が国においても、小林ら⁴⁾が施設入所中の高齢者43名に、中村ら⁵⁾が大学生66名にOQを用いて、Smithの結論を支持している。本研究においても3名の被験者においても作業遂行領域別の時間の長さに変化がないにもかかわらず生活満足感が向上した。以上のことから、以前から行っていた作業の質の変化や、30分程度でも価値をおいている新たな作業が加わることで主観的な生活満足感の向上につながることを示唆された。

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. 実用新案発案
なし

3. その他
なし

<参考文献>

- 1) Kielhofner G (山田孝・訳) : 人間作業モデル—理論と応用—. 改訂第4版、協同医書出版社、東京、261-266、2012
- 2) 山田孝 (監訳) : 作業質問紙. 人間作業モデル講習会 ハンドブック
- 3) Smith, AR, Kielhofner, G&Watts, JH : The relationship between volition, activity pattern, and life satisfaction in the elderly. *Amer J Occup Ther* 40 : 278-283、1986
- 4) 小林法一、宮前珠子 : 施設で生活している高齢者の作業と生活満足感の関係. *作業療法* 21 : 472-481、2002
- 5) 中村 Thomas 裕美、山田孝 : 作業質問紙を用いた保健医療福祉系大学生の作業遂行領域別の時間と生活満足感に関する調査

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 前野 崇 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

研究要旨

筋疾患患者は四肢体幹の運動障害により外界へのアプローチ、上肢による操作に多大な障害を持つことが多く、重度肢体不自由者用ロボットアームの適応が大きいと考えられる。コスト・ベネフィット評価の一環として、筋疾患患者 10 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短期評価実験を実施した。その結果患者 10 名全員において、所要約 3 時間を 2 回、計約 6 時間の評価実験中に十分にロボットアーム操作を習得することができた。QUEST、PIADS の得点でも満足からやや満足という QOL への効果が認められた。今回の短期評価で筋疾患患者への導入は適応があると確認し、長期評価への留意事項を考察した。また、短期評価実験の対象被験者 1 名について、長期評価実験を実施したのでその経過についても報告する。

A. 研究目的

2011 年度作成した短期評価プロトコルに基づき、10 名の被験者に対し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、利便性について検討する。また、短期評価実験対象者 1 名において、実際の生活環境におけるロボットアーム活用の評価実験を行い、実生活場面でのロボットアーム適応および利便性についての検討を行う。

B. 研究方法

1. 短期評価実験

先行研究および平成 23 年度までに実施したプロトコル作成のための実験により考案した実験環境およびプロトコル^(資料 3)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 (QUEST 2.0) 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。ロボットアームは、日本国内で市販されており入手が容易であるオランダの Exact Dynamics 社製 iARM とカナダの Kinova 社製 JACO arm の 2 種類を用いた。

1. 1. 被験者基本情報

被験者：10~20 代 男性 9 人女性 1 人

平均 22±5 歳

疾患名：デュシェンヌ型筋ジストロフィー、Urlich 型筋ジストロフィー

身体状況：10 人全員において、四肢近位筋・体幹・頸部の筋萎縮および筋力低下により徒手筋力がおおよそ MMT0~2-、手指筋力のみが MMT3~4 程度に保たれていた。

ADL：起居、移乗、食事、整容、更衣、トイレ、入浴など全介助。机上での手指による書字、ボタン操作、ジョイスティック操作など手もとでの操作のみ自力で可能であった。

iADL(APDL)能力：電動車いすを用いて屋外移動可能、介助にて電車など公共交通機関利用可能
授業・屋内作業などに従事可能

職歴：未成年の 4 名は中学校~大学に在籍

成年の 6 名は在宅で行える勤務、アルバイトなど
ロボットアームの使用履歴：被験者は本実験以前に約 1~2 時間ロボットアームの操作を見学または経験していた。

1. 2. 環境設定と実験課題

被験者中 10 人が iARM を操作した。その 7 か月~1 年後に 10 人のうち 3 人が JACO arm を操作した。環境設定および実験課題については、資料 3「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」に基づいて行った。但し、課題実施時の操作精度確認については行わなかった。

2. 長期評価実験

平成 23 年度までに実施したプロトコル作成のための実験より考案した長期評価プロトコル^(資料 4)に基づき、障害当事者の方に実生活環境の中でロボットアームを利用して頂き、適応性および有効性の検討を行う。ロ

ロボットアームは、日本国内で市販されており、入手が容易であるカナダの Kinova 社製 JACO arm を用いた。なお、当初は iARM での長期評価実験の被験者として更に 1 名での評価を計画していた。しかしながら冬季における体調不良が著しく、長期評価プロトコルの導入前調査を実施した時点で延期とし、それ以降の項目については体調の回復を待って再開する予定である。以下では長期に渡り日常生活環境でのロボットアーム使用が可能であった被験者についてのみ記載する。

2. 1. 被験者基本情報

被験者：20 代男性

疾患名：デュシェンヌ型筋ジストロフィー

身体状況：四肢近位筋・体幹・頸部の筋萎縮および筋力低下により徒手筋力がおよそ MMT 0~2、手指筋力のみが MMT 3~4 に保たれていた。

ADL：起居、移乗、食事、整容、更衣、トイレ、入浴など全介助。机上での手指によるボタン操作、ジョイスティック操作など手もとでの操作のみ自力で可能であった。

iADL(APDL)能力：電動車いすを用いて屋内・外の自己での移動が可能であり、介助にて電車など公共交通機関の利用も可能、屋内作業などへの従事も可能である。パソコン操作は指にはめる小型のトラックボールを用いて行っている。また、電動車いすサッカーに参加している。

職歴：在宅で行える勤務、アルバイトなど

ロボットアームの使用履歴：被験者は短期評価実験を通して約 6 時間程度のロボットアームの操作を経験していた。

2. 2. 実験実施方法

長期評価実験の方法については資料 4 に示す「長期評価プロトコル」に基づいて実施した。

以下にロボットアームの操作方法を示す。

対象ロボットアーム：カナダ Kinova 社製 JACO arm

電動車いす：インパケア社製 RANGER X

使用コントローラー：

被験者の電動車いすのジョイスティック

(モード切替による外部機器制御)

マイクロスイッチ 1 (電動車いす ECU 切替用)

マイクロスイッチ 2 (ホームボタン用)

マイクロスイッチ 3 (モード切替用)

取付方法：

JACO arm は、被験者使用の電動車いす右前方に専用フレームを介して取付。

増設するマイクロスイッチ 3 個は被験者が操作可能なジョイスティック前方に配置。

操作方法：

JACO arm 本体の電源操作は被験者自身には実施困難であるため、電動車いすに取付ける際に介助者が電源スイッチ操作を行う。マイクロスイッチ 1 にて電動車いす操作モードから外部機器制御モードへ切り替え、電動車いすのジョイスティックおよびマイクロスイッチ 2・3 を用いて JACO arm の操作を行う。

その他補足事項：

被験者使用の電動車いすに Environmental Control Unit (ECU) を増設し、更に JACO arm 純正の Universal Interface に各種入力装置からの出力を接続している。



図 II-2-1 長期評価実験のロボットアーム取付状況

(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

1. 短期評価実験の結果

本実験では 10 人全員がキーパッドを指で押して操作した。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。

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て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. 1. 各操作の所要時間

表Ⅱ-2-1に短期評価における各課題の実施に要した所要時間を示す。

1. 2. 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。表Ⅱ-2-2 と表Ⅱ-2-3 に結果を示す。

自由な意見としてコメントでは、iARM については、

- 「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いい」
- 「スピード感が足りない」

との意見が得られた。

JACO arm については、

- 「軽量化されている」
- 「顔の近くでの操作が見づらい、危ない」
- 「操作が難しい、頭を使う」

との意見が得られた。

QUEST2.0 の総合得点としては iARM が 3.7 ± 0.6 、JACO arm が 3.7 ± 0.1 といずれも「満足～やや満足」という結果を得た。各設問では問1大きさと問2重さについて JACO arm のほうが有利であり、問4安全性について iARM のほうが有利であった。

質問2の重要項目においては

iARM について

- 項目 6 : 有効性 (10 人中 8 人)
- 項目 8 : 使いやすさ (10 人中 7 人)
- 項目 1 : 大きさ (10 人中 5 人)
- 項目 4 : 安全性 (10 人中 4 人)

JACO arm について

- 項目 6 : 有効性 (3 人中 2 人)
 - 項目 8 : 使いやすさ (3 人中 2 人)
- を重要と答えた (重複あり)。

PIADS の結果は iARM が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。JACO arm については iARM に比べて心理的効果が低いことが分かった。

表Ⅱ-2-1 実験結果 ※表中の合計時間には失敗した場合のやり直し時間も含む

【課題 1 基本動作】

課題	作業	iARM		JACO arm	
		所要時間 (分' 秒")	成否 特記事項	所要時間 (分' 秒")	成否 特記事項
大球を 左枠から右枠 (また は右枠から左枠) へ 移動 (5つ)	1 球目	1' 42"		1' 21"	1 人が失敗 1 回
	2 球目	1' 09"		2' 00"	
	3 球目	1' 16"		1' 18"	
	4 球目	1' 11"		1' 02"	
	5 球目	1' 28"		1' 31"	
		計 6' 50"		計 7' 12"	
大直方体を 左枠から右枠 (また は右枠から左枠) へ 移動 (5つ)	1 個目	2' 22"	3 人が失敗 2~5 回	2' 09"	2 人が失敗 1~3 回
	2 個目	2' 08"		2' 50"	
	3 個目	2' 34"		2' 17"	
	4 個目	2' 25"		2' 29"	
	5 個目	1' 56"		3' 17"	
		計 11' 25"		計 16' 13"	