

平成19年度実施方針

機械システム技術開発部

1. 件名：プログラム名 21世紀ロボットチャレンジプログラム
(大項目) 人間支援型ロボット実用化基盤技術開発

2. 根拠法：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第2号

3. 背景及び目的・目標

(1) 背景

我が国のロボット産業は、製造業を中心に産業用ロボットが普及することにより拡大発展してきた。今日、我が国は国際的にもトップレベルのロボット技術を蓄積している。この技術を活用して、少子高齢化の進展による労働力不足や要介護者の増加などの課題を解決するとともに、犯罪、災害や医療等における将来への不安の軽減による安心で安全な社会を実現する手段として、病院、福祉施設、家庭などの製造現場以外で活用される次世代ロボットを開発し、実用化することが期待されている。また、次世代ロボットは、安全性に関する技術開発・制度整備の状況により、人間との接触度が大きいものへ普及が拡大していくと考えられる。

しかしながら次世代ロボットに関しては、潜在的ニーズが大きいものの、必要な性能が明確になっていないこと、必要な要素技術、システム化技術等が未整備なことなどにより、その実用化は限定的なものに止まっている。このため、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO技術開発機構」という。）は、経済産業省が平成16年6月に策定した「新産業創造戦略」中のロボット分野の新産業創出のためのアクションプログラムに基づき、本プロジェクトを実施する。

(2) 目的

上記の状況を踏まえて本プロジェクトでは、特定の環境下において一定程度継続的に人と接触して動作するロボットの技術開発及び実証試験を行う。技術開発の対象分野は、社会的ニーズがあり、市場拡大が期待でき、開発すべき技術が高水準かつ共通的で、波及効果が大きいと予測される福祉介護分野を対象とする。開発にあたっては介護施設、病院などのロボットのユーザーを開発初期段階から体制に入れて意見を取り入れ、より現実のニーズに即した達成目標を設定し、技術開発及びロボット開発を行うことを目的とする。

(3) 最終目標（平成19年度）

本プロジェクトでは、今後の少子高齢化に伴い、ロボット技術を人間社会に適応できる水準まで高度化するために、介護施設、病院などのユーザーを開発初期段階から体制に入れ、ロボットに対するニーズや必要な機能を明確にしながら福祉介護分野で必要とされる技術開発を行い、プロトタイプロボットを製作し、当該介護施設や病院等の現場（在宅を含む）にて開発したプロトタイプロボットの機能を評価するための人を対象とした実証試験を行う。これを達成するために、特定の人間に接触して動作するロボットを実用化するために不可欠な、以下の技術課題の解決を目指す。

- ・ 安全技術の確立（ロボットの設計段階においては、IEC/ISOのガイド51に掲げられるリスクアセスメント、リスク対策の実施から残留リスクの明確化までを行い、使用段階においては、リスク管理を徹底すること）
 - ・ 倫理問題の検討（ロボットの使用段階においては、ケースごとに事前に倫理問題の検討を行い、倫理上の障害を取り除くこと）
 - ・ ユーザーの動作に適応するカスタマイズ性の向上（フィードバック制御を可能とするリアルタイム人間状態計測技術、人間状態の計測結果に応じてロボットが合理的な動作を行うためのソフト・ハードに係る技術の開発等）
 - ・ ロボットの使用に関する操作性の向上（使用する上で煩わしさが少ないこと）
- これにより将来の高度なロボット実現に繋がる技術を開発することを最終目標とする。

4. 実施内容及び進捗（達成）状況

早稲田大学理工学術院創造理工学部教授 藤江正克をプロジェクトリーダーとして、コンソーシアム毎に以下の研究開発を実施した。

4. 1 平成18年度（委託）事業内容

研究開発項目①「リハビリ支援ロボット及び実用化技術の開発」

1) 筋トレ支援ロボットの開発

上肢と下肢の筋力トレーニングを1台で実現するプロトタイプロボットを設計、製作した。実証予備評価に向けて機能評価、機械・電気安全評価を実施し、問題の無いことを確認した。これを受けて元気な高齢者を対象として実証予備試験を実施し、トレーニング開始前と終了後とで運動機能や健康関連QOLに有意な改善効果があることを確認した。また、被験者やトレーナー等から使用感や操作性に関する意見を聴取し、今後の改良への指針を得た。（委託先：（財）にいがた産業創造機構、（株）日立製作所）

2) 上下肢訓練ロボットの開発

健常者用の上肢訓練ロボットを3台試作し、医師、理学療法士、作業療法士等の専門職による試用と安全性の評価を実施した。この結果をフィードバックして人工筋配置の最適化を行い、装具型ロボットおよびジャケット型ロボットを試作した。さらに軽度の脳卒中患者1名に対する上肢訓練ロボットを試作した。

また、下肢装具ロボットでは2つの方式のMR ブレーキを設計・試作し、ブレーキ性能試験を行い下肢装具ロボット（一次試作）に組み込んだ。当該ロボットについて少数のモデル患者を対象とした歩行訓練での試用とデータ収集を実施した。データ収集には空間座標計測装置と足底6分力（軸力3成分、トルク3成分）センサ等を用いて開発した歩行計測評価システムを用いた。（委託先：（財）新産業創造研究機構）

3) 手指上肢リハビリ支援ロボットの開発

ネットワークを介して遠隔地からの医師による患者の状態評価やリハビリ動作指示を実現する遠隔リハビリ支援システムの医師側要素システムとして、小型・薄型関節トルクセンサを実装し、人工皮膚を装着した手指と前腕部のセンサシステムを試作した。また、患者側要素システムとして、イメージトレーニング機能を改良し、コンプライアンス調整機能を追加した手指上肢リハビリ支援ロボットの二次試作を行った。これらについて、実証試験を実施する機関での安全性審査、倫理審査を実施した。（委託先：（株）丸富精工）

研究開発項目②「自立動作支援ロボット及び実用化技術の開発」

1) 歩行補助ロボットの開発

前年度に倫理委員会の承認を取得した関連病院で、1次試作機により健常者と下肢麻痺者の実証試験を実施した。その結果から2次試作機の設計、製造、評価試験を行い、仕様を明確にした。3次試作では高信頼・小型モータを開発し、試作機に設置した。また、杖および歩行器に荷重センサ、加速度センサ、ジャイロセンサを組み込み、アクチュエータ駆動トリガタイミング、角度制御量について実験式を設定し、腕の動きから次歩行の歩幅を予測するシステムを開発した。ロボットの普及促進に向けて、ロボット操作訓練システムの転倒防止免荷式懸垂装置とトレッドミルの設計・製造を行った。（委託先：アスカ（株））

2) 上肢機能支援ロボットの開発

障害者・高齢者への医療専門家によるヒアリングを実施し、上肢機能支援ロボットに対するニーズを明確化した。上肢機能支援ロボットの各ユニット（ハンド、アーム、センサ、操作部）を統合して、動作できる1次試作機を設計、製造し、車いすに装着して基本機能の評価した。この結果を受けて実証試験可能な2次試作機の設計を開始した。（委託先：セコム（株））

3) ロボットスーツの開発

運動支援機能、環境適応機能、操作支援機能及び安全技術、構造最適化技術を適用した下半身用プロトタイプロボットを開発し、関連機関の専門家による試用を実施した。同時に片足用プロトタイプを開発し、医師に対して動作デモを実施した。安全・倫理に関するチェック体制として、運用試験時に専門医の意見を得るシステムを構築した。また、実証試験を行う関連施設については倫理委員会の承認を得た。（受託先：筑波大学）

研究開発項目③「介護動作支援ロボット及び実用化技術の開発」

1) トイレアシストロボットの開発

H17年度に開発した、各トイレアシスト機能要素を組み込んだトイレアシストシステム第1次試作機の試作及び基本機能評価を実施した。この結果を受けて、介護動作、清掃作業シナリオに基づき、介護動作負担、操作性、安全性をそれぞれ評価するプログラムを完成させた。(委託先：東陶機器(株)、川田工業(株)、受託先：(独)産業技術総合研究所)

4. 2 実績推移

実績額推移	17年度	18年度
①一般会計(百万円)：	855	890
特許出願件数(件)：	0	18
論文発表数(査読あり)(報)：	0	9
論文発表数(査読なし)(報)：	0	8
フォーラム等(件)：	0	40

5. 事業内容

早稲田大学理工学術院創造理工学部教授 藤江正克をプロジェクトリーダーとして、コンソーシアム毎に以下の研究開発を実施する。各ロボットの実証試験に係る倫理問題及び安全性については、実証試験を円滑に進めることを目的として検討を継続する。実施体制については、別紙を参照のこと。

5. 1 平成19年度(委託)事業内容

研究開発項目①「リハビリ支援ロボット及び実用化技術の開発」

1) 筋トレ支援ロボットの開発

安全面、使い勝手などの機能面を改良したプロトタイプロボットを用いて、トレーニングプログラム及びトレーニングプロトコルを開発し、健常者及び障害者を対象とした筋力トレーニングを実施し、その有効性を実証する。さらに被験者のバイタル信号から得られる心拍数や血圧などのデータを取り込み、トレーニングデータとして蓄積するとともに、事故を抑制する監視システムを構築する。(委託先：(財)にいがた産業創造機構、(株)日立製作所)

2) 上下肢訓練ロボットの開発

安全性を十分に検討したロボットを用いて、H18年度の予備試験にて有効と認められたレベルの被験者10名程度により実証試験を実施する。

上肢訓練ロボットでは、小型化と服形状デザインにより運用性を向上させ、実証試験による効果の確認と意欲喚起に与える影響を確認する。

下肢支援ロボットでは、小型化・軽量化した二次試作ロボット、および可搬型歩行計測評価システムを用いて実証試験を実施し、歩行運動機能の改善に及ぼす効果を定量的に計測し確認する。(委託先：(財)新産業創造研究機構)

3) 手指上肢リハビリ支援ロボットの開発

1. 手指・上肢リハビリ支援システムの第3次試作

脱着の容易さ向上、治験時における手指の安全性向上、患者の意欲向上を目的として手指・上肢リハビリ支援システムの第3次試作と手指装着用グローブ素材の改良、イメージトレーニング機能用CGの改良を行う。実証試験により運動機能回復の評価方法を確立して効果を確認するとともに、機能回復意欲の向上とイメージトレーニング機能用CGの有効性を評価する。実証試験に際しては、本システムを2セット整備して二箇所の病院で同時に治験評価ができるようにする。

遠隔リハビリ支援ハンドに関しては第3次試作を実施し、遠隔から人間の手指に近いリハビリ支援ハンドを介してリハビリ運動を教示する実証試験、および機能回復状況を遠隔地から評価する実証試験を行う。(委託先：(株)丸富精工)

研究開発項目②「自立動作支援ロボット及び実用化技術の開発」

1) 歩行補助ロボットの開発

H18年度に開発した3次試作機の評価結果を元に、仕様をさらに明確化し、ユーザ動作への適応機構、転倒回避機構を搭載した製品化に向けた最終の4次試作機を設計・製造し、安全性、有効性に重点を置いた実証試験を実施する。操作性向上については、ロボット部と軟性装具部との着脱性を容易にする最適な装具部インターフェースを実現する。さらに歩行訓練システムを完成し、安全かつ有効に歩行訓練できるプログラムを確定する。(委託先:アスカ(株))

2) 上肢機能支援ロボットの開発

H18年度に開発した一次試作機(研究試作機)の評価結果を元に、実証試験を行うための二次試作機の仕様を策定し、設計、製造および機能評価を行う。

実証試験にあたっては、ISO14971医療機器リスクマネジメント規格に準拠し、リスクマネジメントを行うとともに、倫理委員会による審査を行い、倫理問題の事前摘出と対策を実施し、実証試験の円滑実施を図る。リスクマネジメント以外にも、実証試験の評価方法、評価計画などを策定し、実証試験実施機関と調整して推進する。(委託先:セコム(株))

3) ロボットスーツの開発

H18年度に開発した運動支援機能、環境適応機能、操作支援機能及び安全技術、構造最適化技術を適用したプロトタイプロボットを用いて実証試験を実施し、自立動作支援に係るロボットの効果を検証するとともに、実用に向けた安全性や性能の評価基準を策定するためのデータを蓄積する。さらに発展的研究開発課題として、ロボットスーツと電動車椅子を合体させた統合システムに着目し、より広範囲な移動を実現するための自立動作機能の拡充方法を検討する。(受託先:筑波大学)

研究開発項目③「介護動作支援ロボット及び実用化技術の開発」

1) トイレアシストロボットの開発

H18年度に実施した第一次実証試験の結果を受けて、機能の拡充/集約を再検討して最終成果機の設計・製作を行う。機器に対する介護者/被介護者への心理的不安を緩和するため、人に優しいデザインの検討も合わせて行う。

臀部洗浄装置および便座素材については機能向上検討を継続実施し、最終成果機に搭載する最終仕様の洗浄装置の設計・製作を行い、第2次実証試験にてその有効性を検証する。有効性の検証にあたっては、介護動作評価システムを構築し、現場実証試験時の介護動作計測結果の解析を通じてロボット機能の有効性を検証する。(委託先:東陶機器(株)、川田工業(株)、受託先:(独)産業技術総合研究所)

5. 2 平成19年度事業規模

一般会計 799百万円(継続)

(注) 事業規模については、多少の変動があり得る。

6. その他重要事項

(1) 運営・管理

委託先に委員会を設置し、定期的に開催して意見を運営管理に反映させる。

四半期に一回程度プロジェクトリーダー及びプロジェクトリーダー代理を通じてプロジェクトの進捗について委託先より報告を受ける等の運営管理を行う。

(2) 複数年度契約の実施

研究開発項目に係る契約に関しては、平成17～19年度の複数年度契約を行う。

7. スケジュール

(1) 本年度のスケジュール

平成19年4月 契約変更

4月 第1回委員会
7月 第2回委員会
10月 第3回委員会
平成20年1月 第4回委員会

(別紙) 事業実施体制の全体図

「人間支援型ロボット実用化基盤技術開発」実施体制

