

(ロボット・新機械イノベーションプログラム)  
「生活支援ロボット実用化プロジェクト」基本計画

技術開発推進部

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

### (1) 研究開発の目的

我が国では、少子高齢化が急速に進展しており、このままでは我が国の社会を支える人材が不足することが懸念されている。

一方、我が国は、産業用ロボットをはじめ、国際的にもトップレベルのロボット技術を蓄積してきた。これらのロボット技術を活用して、製造業の生産工程やサービス業の作業工程における一層の効率化・自動化の促進が必要となっている。

また、ロボット技術は産業分野のみならず、介護・福祉、家事、安全・安心等の生活分野においても、社会的課題の解決策の一つとして活用することが期待されており、生活支援ロボットの活用により、生活の質や利便性向上が可能となる。

しかしながら、不特定多数の人が関与する等、条件や状況が変化する実際の使用環境下で稼働する生活支援ロボットは、対人安全技術が確立されておらず残留リスクの高いものが多く、民間企業の独自の取組のみに委ねては本格的な産業化が期待できない。このため、国等の一定の関与により、安全性検証を行う認証機関・試験機関、安全性基準に関する国際標準等を整備することが求められている。

本プロジェクトは、生活支援ロボットとして産業化が期待されるロボットを対象に関係者が密接に連携しながら安全に係る試験を行い、安全性等のデータを取得・蓄積・分析し、具体的な安全性検証手法の研究開発を実施することを目的とする。

また、これらの試験においてはロボット研究開発実施者と安全性検証手法の研究開発実施者が連携し、リスクアセスメント技術、危険予防技術の検討や実際の使用環境下で幅広い参加者による実証試験を集中的に実施する。さらに、生活支援ロボットの安全性基準等の国際標準化を念頭に置きつつ研究開発を進める。

なお、本プロジェクトは、経済産業省が推進する「ロボット・新機械イノベーションプログラム」並びに内閣府が推進する「社会還元加速プロジェクト」の一環として実施する。

### (2) 研究開発の目標

#### (最終目標) 平成25年度

生活支援ロボットのリスクアセスメント手法を確立し、生活支援ロボットの開発者に提供可能となること。対人安全性に関する指標、機械・電気安全、機能安全の試験・評価方法や手順について、国際標準提案を行えること。生活支援ロボットに関する安全性基準適合性評価手法を確立すること。

研究開発の対象とした生活支援ロボットに関して、安全性検証のための安全性試験を完了し、ロボット安全性試験項目の評価基準値がすべて示され、実証試験が完了していること。

#### (中間目標) 平成23年度

生活支援ロボットのリスクアセスメント手法を開発するとともに、人間工学実験等による対人安全性に関するデータをロボット開発実施者に提供すること。研究開発の対象とした生活支援ロボットの機械・電気安全、機能安全等に必要な試験装置を開発し、ロボット安全性試験項目、各タイプのロボットの試験・評価方法や手順の策定を行うこと。これらに基づき、対象としたロボットの安全性検証を完了していること。

最終目標及び中間目標の詳細は、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

### (3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、次の5つの研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

[委託事業]

研究開発項目① 生活支援ロボットの安全性検証手法の研究開発

研究開発項目② 安全技術を導入した移動作業型（操縦が中心）生活支援ロボットの開発

研究開発項目③ 安全技術を導入した移動作業型（自律が中心）生活支援ロボットの開発

研究開発項目④ 安全技術を導入した人間装着（密着）型生活支援ロボットの開発

研究開発項目⑤ 安全技術を導入した搭乗型生活支援ロボットの開発

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、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」という。）が、実施者を公募により選定し、委託により実施する。なお、研究開発項目①を実施する体制は国際標準化を推進できるものとする。研究開発項目②～⑤を実施する体制は、ロボットのハードウェアまたはソフトウェアの開発者、及び実証試験施設提供者の参加を得るものとする。

本研究開発の推進にあたっては、NEDOが研究開発責任者（プロジェクトリーダー）を指名する。

### (2) 研究開発の段階的推進

研究開発項目②～⑤の実施は、安全性に係る試験方法の検討段階であるプロジェクトの初年度から参加する「グループⅠ」と、開発された安全性に係る試験手法を用いて2年度目から試験を行う「グループⅡ」に分けて段階的に推進する。「グループⅡ」については、各タイプのロボットの試験・評価方法や手順が策定される2年度目に公募により実施者を選定する。

なお、「グループⅠ」については、実施者毎に、3年度目において実施計画の見直しを行う。

## 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の実施期間は、平成21年度から平成25年度までの5年間とする。

#### 4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を平成23年度、事後評価を平成26年度に実施し、中間評価結果を踏まえ、必要に応じ、その結果を後年度の研究開発に反映することとする。

なお、平成25年度までの各年度中に推進委員会等で各研究開発内容を内部評価し、必要に応じ、プロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

#### 5. その他の重要事項

##### (1) 成果の取扱い

###### ①成果の普及

得られた研究開発成果については、NEDO及び実施者とも普及に努めるものとする。共有可能なロボット安全要素技術に関しては、実施者間の成果の公開を必須としてオープンイノベーションを促進するとともに、プロジェクト実施期間中または終了後に、適切な知財戦略の下、成果の外部への提供を積極的に行うこととする。

###### ②成果の産業化

a) 研究開発項目①の実施者は、本研究開発から得られる安全性検証手法等に関する研究開発成果の着実な実用化を図るため、本研究開発の終了後に実施すべき取組のあり方や検証・認証機関の構築及びビジネスモデルについて立案する。また、開発した安全性基準等の国際標準化を戦略的に推進する仕組みを構築する。

b) 研究開発項目①の実施者は、上記a)で立案した取組とビジネスモデルを本研究開発の終了後、実行に移し、成果の産業面での活用を努めるものとする。また、研究開発項目②～⑤の実施者においては、本研究開発の終了後も成果の保守管理及び安全技術の蓄積・発展に努める。

###### ③知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

##### (2) 基本計画の変更

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発・標準化動向、産業技術政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

##### (3) 根拠法

本プロジェクトは、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号に基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

- (1) 平成21年3月、制定。
- (2) 平成22年12月、平成22年補正予算（第1号）に伴い、研究開発の実施方式の一部内容を改訂。
- (3) 平成24年3月、所管部署の変更等により改訂。
- (4) 平成25年2月、(別紙)研究開発計画の研究開発項目②～⑤中の特記事項に関して、25年度実施内容の追加による改訂。

## (別紙) 研究開発計画

### 研究開発項目①：生活支援ロボットの安全性検証手法の研究開発

#### 1. 研究開発の必要性

生活支援ロボットは少子高齢化の課題に対して大きな支援力になると期待されている。しかし、生活支援ロボットは不特定多数の人が関与する使用環境で稼働することが考えられ、安全を保證する方式が確定していない。特に、対人安全技術が確立されていないため残留リスクの高いものが多く、早急にリスクを低減し安全性を保證する方式を策定することが求められている。このため、本研究開発項目では生活支援ロボットの安全性や信頼性等のデータの取得・蓄積・分析を行い、具体的な安全性基準を含む実務的な安全性検証手法の策定に必要な技術を開発する。

#### 2. 研究開発の具体的内容

##### (1) 生活支援ロボットの安全性検証方法の開発

生活支援ロボットの安全性を検証するには、まずロボット開発実施者が自らリスクアセスメントを行った後、これに基づいて安全性検証を行う認証機関及び試験機関により客観的に安全性を検証する手順となる。リスクアセスメントに関しては、我が国でいち早く策定された「次世代ロボットのための安全確保ガイドライン」に則り、ISO-12100 に規定されているリスクアセスメントを実行する方針とする。しかし、生活支援ロボットのリスクアセスメントに関しては、本質安全設計のための定量指標等がほとんどなく、社会的にも方法論が確立していない。このため、生活支援ロボットに関するリスクアセスメント手法を開発する。

他方、生活支援ロボットにおける安全性の評価試験方法については、生活支援ロボットの普及のためにはその枠組みを早急に設定する必要がある。機械・電気・機能安全の側面からの試験は既存の関連規格が存在するため、これらを参考に安全性・信頼性等に関するデータを取得・蓄積・分析することにより定める。

##### ①リスクアセスメント手法の開発

生活支援ロボットに関する各応用分野、あるいは使用されるフィールドにおいて標準となるリスクアセスメント手法を開発する。具体的には、まず自動車等の機械安全分野を広く調査し、また必要に応じて適切な装置の開発及び試験体による耐性試験・人間工学実験等を行って、安全性に係わる耐性値をはじめとした対人安全性に関するデータを取得・蓄積・分析する。次に、これらのデータや類似機械の事故やトラブル履歴等の情報の効率的フィードバックが可能なリスクアセスメント手法を開発する。

##### ②機械・電気安全、機能安全等ロボットの安全性試験評価方法の開発

耐環境試験、電磁環境試験等、生活支援ロボットの機械・電気安全、機能安全の観点における安全性試験評価方法を開発する。そのため、産業用ロボット等の類似機械装置・コンポーネントに関する安全規格等を調査し、それらの試験基準や方法に関して、既存の試験装置を利用、あるいは必要に応じて新規に試験装置を開発して、安全性・信頼性等に関する試験データを取得・蓄積・分析する。なお、対人安全に関する各種試験・評価手順に関しては、現状では参照すべき規格等が確立されていないため、その

試験装置の開発を含めた安全度水準の定量化等に関する研究開発を行う。

これらの結果に基づいて、安全性能の定量化、評価指標等についての研究を行い、試験・評価方法を開発する。

以下に、安全性試験項目の例を挙げる。

- a) ロボット運動性能試験（制御安定性、加速・減速、変動負荷安定性及び各項目における耐久性・信頼性）
- b) ロボット動作性能試験（動作安定性、操作性、及び各項目における耐久性・信頼性）
- c) ロボット耐環境性試験（EMC 特性、低・高温環境信頼性、防滴特性、防塵特性、振動耐久性、感電防止、及び各項目における耐久性・信頼性）
- d) 安全停止特性（非常停止、故障検出時の安全停止）及び予期せぬ再起動防止

#### (2) 生活支援ロボットの安全性基準に関する適合性評価手法の研究開発

安全技術を導入して開発された生活支援ロボットを対象として、コンセプト段階から製品段階までについて、安全性基準に関する適合性評価手法の研究開発を実施する。

### 3. 達成目標

#### (1) 最終目標（平成25年度）

- ①各タイプのロボットのリスクアセスメント手法を確立すること。並びに、それを各タイプのロボット開発実施者に対して提供する。さらに対人安全性に関して取得したデータに基づき、耐性指標等の国際標準提案を行えること。
- ②各タイプの生活支援ロボットの機械・電気安全、機能安全等に関し安全性試験評価方法を確立すること。さらに策定した試験・評価方法や手順について、国際標準化提案を行えること。
- ③各タイプの生活支援ロボットに関する安全性基準適合性評価手法を確立する。

#### (2) 中間目標（平成23年度）

- ①リスクアセスメント手法を開発すること。さらに人間工学実験等による対人安全性に関するデータをロボット開発実施者に提供すること。
- ②各タイプの生活支援ロボットの機械・電気安全、機能安全等に必要な試験装置を開発し、ロボット安全性試験項目、各タイプのロボット毎の試験・評価方法や手順の策定を行うこと。

### 4. 特記事項

- (1) 試験・認証方法については国際標準化の推進のため、必要な情報を提供しつつ、関係機関と連携し、安全規格の確立に向け努力すること。特に、生活支援ロボットに関する安全性・信頼性等のデータ取得・蓄積・分析に際しては、(社)日本ロボット工業会にて審議中の ISO/TC 184/SC 2/WG 7 Robots in personal care (Robots and robotic devices - safety requirements - Non-medical personal care robot) の議論と連携して進めること。
- (2) 国際的な評価が得られる安全認証拠点が我が国に形成されるように、その中核をなすべく、ISO/IEC Guide 65 (JIS Q 0065) 「製品認証機関に関する一般要求事項」に、

準拠した認証機関、ISO/IEC 17025（JIS Q 17025）「試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項」に準拠した試験機関が、本研究開発の実施期間終了後に設立・継続できるような体制の構築を実施期間中から目指すこと。さらに、PL法を見据えた法的責任の確認も行うこと。

(3) 制度設計の観点から、安全認証拠点基盤がより強固かつ広範に発展するように、例えば事故情報の提供に関し保険機関の関与が、さらに、規格提案に向けて学会の関与が、それぞれ提案に含まれることを目指すこと。また、様々な使用者の協力を得ることが可能な地域に根ざした施設を整備することを目指すこと。

(4) 各種試験装置は、プロジェクトの中間目標年度（平成23年度）までに試験機関候補場所に可能な限り集約することを目指す。

## 研究開発項目②：安全技術を導入した移動作業型（操縦が中心）生活支援ロボットの開発

### 1. 研究開発の必要性

少子高齢化が急速に進展しており、介護を必要とする高齢者・障害者が増え、その人たちを支える体制の整備が急務となっている。そのため、この分野への新しい技術であるロボット技術による支援の強化が求められている。しかし、このような介護・福祉分野へのロボット技術の活用は、利用者に加えて家族等の人との共存が必須となるため安全性の確保が必要なこと、作業内容が多様であること等から困難となっている。

このため、本研究開発項目では、人とロボットを積極的に連携させることで、これらの課題を克服するための要求仕様や運用ルールを明確にし、多様な作業を、安全に行うことができる移動作業型（操縦が中心）生活支援ロボットの安全技術を開発する。

### 2. 研究開発の具体的内容

#### (1) 移動作業型（操縦が中心）生活支援ロボットにおける安全技術の開発

安全技術を導入した移動作業型（操縦が中心）生活支援ロボットを開発する。移動作業型（操縦が中心）生活支援ロボットとは、人の生活環境下で、ユーザーの指示によって、安全かつ効率よく生活に必要な作業を行う機能を実現するロボットである。

ロボットの使用目的、使用環境及び運用シナリオ等を考慮してリスクアセスメントを行い、その結果に基づき、リスク低減に必要な安全技術を開発する。リスクアセスメントは研究開発項目①と連携して、安全性試験方法や検証手順を開発しながら進めるものとする。

以下に安全な移動作業型（操縦が中心）生活支援ロボットを実現するための安全技術の例を挙げる。

##### a) 移動・作業技術

生活環境下において、ユーザーの指示より、移動や作業（マニピュレーション等）を効率よく安全に行うための技術。

##### b) ユーザーインタフェース技術

直感的に操作可能で、利用者の負担の少ないユーザーインタフェース技術により操縦動作の安全性の確保、ユーザーに適切な情報を提示することによりロボットが周囲の人を含む作業環境に対して安全性を確保する技術。

##### c) ユーザーへの適用（フィッティング）技術

利用方法が簡便であり、様々な身体状況のユーザーが、安全に利用できる適用技術。

##### d) 安全な退避技術

ロボットへの供給電源（バッテリー等）が、突然遮断された場合でも、ロボット本体が安全に停止、退避がなされる技術。

##### e) ユーザー拘束時の安全開放技術

ロボットが故障等によって、ユーザーや第三者の身体を拘束するような状態に陥った場合でも、安全かつ容易に開放できる技術。

#### (2) 移動作業型（操縦が中心）生活支援ロボットの安全性検証

##### ①安全性試験

上記2.（1）に該当する安全技術をその用途、使用シーンに応じて一部、またはすべて

を搭載した移動作業型（操縦が中心）生活支援ロボットの安全性試験を、研究開発項目①において開発する安全性検証手法を用いて行う。この安全性試験の結果は、研究開発項目①の開発に対してフィードバックしつつ実施する。

#### ②実証試験

想定ユーザーによる、実環境あるいは模擬した環境において、上記2.（1）で開発されたロボットの実証試験を行い、各安全性試験項目について検証を行う。

### 3. 達成目標

#### （1）最終目標（平成25年度）

- ①上記2.（1）に該当する安全技術の一部またはすべてを搭載した移動作業型（操縦が中心）生活支援ロボットが2.（2）項の安全性検証のための安全性試験を完了していること。
- ②上記2.（1）で開発されたロボットの安全性試験項目の評価基準値がすべて示されていること。
- ③2.（2）②項の実証試験が完了していること。

#### （2）中間目標（平成23年度）

- ①上記2.（1）で開発されたロボットのリスクアセスメントを終了し、安全性試験項目がすべて示されていること。
- ②実施計画に予定されている安全技術の開発が終了し、その一部またはすべてが上記2.（1）項で開発されたロボットに搭載されていること。
- ③上記2.（2）①に該当する安全性試験のうち、研究開発項目①で策定済みの安全性検証手法を用いて試験を完了していること。

### 4. 特記事項

- （1）安全技術として、共有可能なロボット安全要素部品の開発を含めることを推奨する。これら要素部品は、生活支援ロボットに使用される構成部品であり、安全度水準（SIL）等の標準規格に適合するものの取得を目指して開発されるものであり、本プロジェクト内外に提供することが望ましい。
- （2）安全性検証に用いるロボットは、安全技術も含め開発済みのロボットを用いても良い。
- （3）実証試験を実施できる施設を有する機関を、協力機関として確保すること。
- （4）実証試験は、倫理問題に配慮して行うこと。
- （5）2.（1）に記載のリスク低減に必要な安全技術開発は、平成24年度末までに完了の目処をつける。平成25年度は研究開発項目①の研究開発に資する内容に特化して実施する。

## 研究開発項目③：安全技術を導入した移動作業型（自律が中心）生活支援ロボットの開発

### 1. 研究開発の必要性

次世代ロボットの大きな特徴の一つは、自ら環境を認識してその情報に基づき、物理的移動を伴う作業を行う「自律性」であり、これによって複雑な環境下においても人に代わって様々な作業を行うことができる。我が国の社会が直面している少子高齢化社会に伴う労働力不足や、家庭における高齢者の生活支援等の大きな問題を解決する鍵を握る。しかし、この自律性を有する移動作業型のロボットは、従来の安全規格、概念への適合が難しく、また技術的にも確立されていない部分がある。

このため、本研究開発項目では、自律性を有する移動作業型ロボットの安全に関する課題を洗い出し、安全を実現するための要求仕様や運用ルールを明確にし、その課題を解決する安全技術を開発する。

### 2. 研究開発の具体的内容

#### (1) 移動作業型（自律が中心）生活支援ロボットにおける安全技術の開発

安全技術を導入した移動作業型（自律が中心）生活支援ロボットを開発する。移動作業型（自律が中心）生活支援ロボットとは、周囲の環境を認識し、自律的な判断に基づいて安全かつ効率よく生活に必要な作業を行う機能を実現するロボットである。

ロボットの使用目的、使用シーン及び運用シナリオ等を考慮してリスクアセスメントを行い、その結果に基づき、リスク低減に必要な安全技術を開発する。リスクアセスメントは、研究開発項目①と連携して、安全性試験方法や検証手順を開発しながら進めるものとする。

以下に安全な移動作業型（自律が中心）生活支援ロボットを実現するための安全技術の例を挙げる。

#### ①リスク低減技術

##### a) 安定走行技術

自律での走行速度指令による駆動力制御に加え、走行加減速や外力、凹凸や斜面等がある路面環境に対して自律的に姿勢を安定化し、安全に走行する技術。

##### b) 人・障害物回避技術

静止障害物の位置及び人等の移動障害物の位置・動きを検知する機能、またこれらとの衝突リスクを見積もり回避する等安全に走行する技術。

##### c) 自律走行技術

自己位置認識技術や地図情報生成技術、動的経路計画技術等の安全性要素技術を使い安全に自律走行する技術。

##### d) 自己診断技術

ロボットの各機能が正常に動作していることを常時確認して、故障や異常を自動的に検出して通報又は修復することにより、安全に運用する技術。

##### e) 危険予防技術

ロボットの動作や行動を人に事前に認識させることや人の行動を予測することにより安全に運用する技術

## ②安全要素技術

### a) 自己位置認識技術

周囲環境のセンシングによる環境地図情報や、ロボットの移動及び動作の履歴情報を活用し、正確な自己位置を推定する機能を持つことで安全な移動や作業動作を確保するためのセンサ、制御アルゴリズム・ソフトウェア等を含む要素技術。

### b) 安全環境認識技術

ロボットやその作業環境に配置された各種センサを用い、人の移動、及び作業の障害となる環境変化を検出する機能を持つことで、環境地図生成と動的動作計画機能を成立させ、安全な移動や作業動作を確保するためのセンサ、制御アルゴリズム・ソフトウェア等を含む要素技術。

### c) 環境地図生成技術

ロボットやその作業環境に配置された各種センサを用い、移動や作業に必要な地図等の環境記述を生成する機能を持つことで、自己位置認識と動的動作計画機能を成立させ、安全な移動や作業動作を確保するためのセンサ、制御アルゴリズム・ソフトウェア等を含む要素技術。

### d) 動的動作計画技術

目的地への移動や目的作業を実現するための動作を計画する技術において、人の移動、及び作業の障害となる環境変化による動作変更の必要性があっても、補正、再計画を自立的に行うことで安全な移動や作業動作を確保するためのセンサ、制御アルゴリズム・ソフトウェア等を含む要素技術。

## (2) 移動作業型（自律が中心）生活支援ロボットの安全性検証

### ①安全性試験

上記2.（1）に該当する安全技術をその用途、使用シーンに応じて一部、またはすべてを搭載した移動作業型（自律が中心）生活支援ロボットの安全性試験を、研究開発項目①において開発する安全性検証手法を用いて行う。この安全性試験の結果は、研究開発項目①の開発に対してフィードバックしつつ実施する。

### ②実証試験

想定運営先を模擬した環境において、上記2.（1）で開発されたロボットの安全性の実証試験を行い、各安全性試験項目について検証を行うこと。

## 3. 達成目標

### (1) 最終目標（平成25年度）

①上記2.（1）に該当する①リスク低減技術及び②安全要素技術を一部またはすべてを搭載した移動作業型（自律が中心）生活支援ロボットが2.（2）項の安全性検証のための安全性試験を完了していること。

②上記2.（1）で開発されたロボット安全性試験項目の評価基準値がすべて示されていること。

③2.（2）②項の実証試験が完了していること。

### (2) 中間目標（平成23年度）

- ①上記2.(1)で開発されたロボットのリスクアセスメントを終了し、安全性試験項目がすべて示されていること。
- ②実施計画に予定されている安全技術の開発が終了し、その一部またはすべてが上記2.(1)項で開発されたロボットに搭載されていること。
- ③上記2.(2)①に該当する安全性試験のうち、研究開発項目①で策定済みの安全性検証手法を用いて試験を完了していること。

#### 4. 特記事項

- (1) 安全技術として、共有可能なロボット安全要素部品の開発を含めることを推奨する。  
これら要素部品は、生活支援ロボットに使用される構成部品であり、安全度水準(SIL)等の標準規格に適合するものの取得を目指して開発されるものであり、本プロジェクト内外に提供することが望ましい。
- (2) 安全性検証に用いるロボットは、安全技術も含め開発済みのロボットを用いても良い。
- (3) 実証試験を実施できる施設を有する機関を、協力機関として確保すること。
- (4) 実証試験は、倫理問題に配慮して行うこと。
- (5) 2.(1)に記載のリスク低減に必要な安全技術開発は、平成24年度末までに完了の目処をつける。平成25年度は研究開発項目①の研究開発に資する内容に特化して実施する。

## 研究開発項目④：安全技術を導入した人間装着（密着）型生活支援ロボットの開発

### 1. 研究開発の必要性

少子高齢化社会では、高齢者・障害者の自立と生き甲斐が重要な点であり、生活支援、活動の質の向上が課題である。高齢者・障害者においては、身体機能が低下する傾向にあり、それが高齢者・障害者の自立を制限している。さらに、一層の身体機能低下への悪循環を加速している。また、要介護者の急増は介護者不足、介護労働負担を増加させている。これらの課題を解決するために人間の身体機能を拡張・増幅・支援する技術の開発が必要である。

このため、本研究開発項目では、人に装着して人間の身体機能を拡張・増幅・支援する人間装着（密着）型生活支援ロボットの安全に関する課題を洗い出し、安全を実現するための要求仕様や運用ルールを明確にし、その課題を解決する安全技術を開発する。

### 2. 研究開発の具体的内容

#### (1) 人間装着（密着）型生活支援ロボットにおける安全技術の開発

安全技術を導入した人間装着（密着）型生活支援ロボットを開発する。人間装着（密着）型生活支援ロボットとは、人間に装着し、装着者の意思を反映した随意的、自律的機能によって制御される実用的なロボットである。

ロボットの使用目的、使用環境及び運用シナリオ等を考慮してリスクアセスメントを行い、その結果に基づき、リスク低減に必要な安全技術を開発する。リスクアセスメントは研究開発項目①と連携して、安全性試験方法や認証手順を開発しながら進めるものとする。

以下に安全な人間装着（密着型）型生活支援ロボットを実現するための安全技術の例を挙げる。

##### a) 装着時機能安定技術

人に装着して人間の身体機能を拡張・増幅・支援するための駆動力制御に加え、歩行や作業に付随して生じる負荷変動、外力、障害物衝突などに対して自律的に対処し安全に人の動作を支援する技術

##### b) 制御技術

装着者の意思を反映し、随意的、自律的機能によって制御する技術

##### c) 安全管理技術

動作支援中の環境情報を取得し、この情報を用いて安全確保を行うための管理技術

##### d) 自己診断技術

ロボットの各機能が正常に動作していることを常時確認して、故障や異常を自動的に検出して通報または対処することにより安全に運用する技術

##### e) 安全要素技術

モータ、バッテリー、センサ等の人間装着（密着型）型生活支援ロボットを構成する基盤部品に関する安全技術・リスク低減技術

#### (2) 人間装着（密着）型生活支援ロボットの安全性検証

##### ①安全性試験

上記2.（1）に該当する安全技術をその用途、使用シーンに応じて一部、またはすべてを搭載した人間装着（密着）型生活支援ロボットの安全性試験を、研究開発項目①におい

て開発する安全性検証手法を用いて行う。この安全性試験の結果は、研究開発項目①の開発に対してフィードバックしつつ実施する。

#### ②実証試験

想定ユーザーによる、実環境あるいは模擬した環境において、上記2.(1)で開発されたロボットの実証試験を行い、各安全性試験項目について検証を行う。

### 3. 達成目標

#### (1) 最終目標 (平成25年度)

- ①上記2.(1)に該当する安全技術を一部またはすべて搭載した人間装着(密着)型生活支援ロボットが2.(2)項の安全性検証のための安全性試験を完了していること。
- ②上記2.(1)で開発されたロボット安全性試験項目の評価基準値がすべて示されていること。
- ③2.(2)②項の実証試験が完了していること。

#### (2) 中間目標 (平成23年度)

- ①上記2.(1)で開発されたロボットのリスクアセスメントを終了し、安全性試験項目がすべて示されていること。
- ②実施計画に予定されている安全技術の開発が終了し、その一部またはすべてが上記2.(1)項で開発されたロボットに搭載されていること。
- ③上記2.(2)①に該当する安全性試験のうち、研究開発項目①で策定済みの安全性検証手法を用いて試験を完了していること。

### 4. 特記事項

- (1) 安全技術として、共有可能なロボット安全要素部品の開発を含めることを推奨する。これら要素部品は、生活支援ロボットに使用される構成部品であり、安全度水準(SIL)等の標準規格に適合するものの取得を目指して開発されるものであり、本プロジェクト内外に提供することが望ましい。
- (2) 安全性検証に用いるロボットは、安全技術も含め開発済みのロボットを用いても良い。
- (3) 実証試験を実施できる施設を有する機関を、協力機関として確保すること。
- (4) 実証試験は、倫理問題に配慮して行うこと。
- (5) 2.(1)に記載のリスク低減に必要な安全技術開発は、平成24年度末までに完了の目処をつける。平成25年度は研究開発項目①の研究開発に資する内容に特化して実施する。

## 研究開発項目⑤：安全技術を導入した搭乗型生活支援ロボットの開発

### 1. 研究開発の必要性

人間の行動の範囲及び自由度を拡大する移動手段として、現在、自動車から自転車まで各種移動体が存在するが、少子高齢化の進展や CO2 ガス発生削減等の社会的課題を解決していくため、今後、高齢者や環境に配慮した移動体が求められてくる。具体的には、商業施設、駅・空港等の交通施設、オフィス、家庭に至るまで、不特定多数の歩行者や家族、他の移動体や障害物と同一空間内に共存し、搭乗者による操作または自律走行が可能な搭乗型生活支援ロボットが必要となる。

このため、本研究開発項目では、人や障害物が混在する状況において、人を乗せて移動する機能を備えた搭乗型生活支援ロボットの安全に関する課題を洗い出し、安全を実現するための要求仕様や運用ルールを明確にし、その課題を解決する安全技術を開発する。

### 2. 研究開発の具体的内容

#### (1) 搭乗型生活支援ロボットにおける安全技術の開発

安全技術を導入した搭乗型生活支援ロボットを開発する。搭乗型生活支援ロボットとは、人を乗せて、操縦者の指令により、または自律的に安全かつ自在に移動する機能を実現するロボットである。ロボットの使用目的、使用環境及び運用シナリオ等を考慮してリスクアセスメントを行い、その結果に基づき、リスク低減に必要な安全技術を開発する。リスクアセスメントは研究開発項目①と連携して、安全性試験方法や認証手順を開発しながら進めるものとする。

以下に安全な搭乗型生活支援ロボットを実現するための安全技術の例を挙げる。

#### ①リスク低減技術

##### a) 安定走行技術

搭乗者または、自律での走行速度指令による駆動力制御に加え、走行加減速や外力、凹凸や斜面等がある路面環境に対して自律的に姿勢を安定化し、安全に走行する技術。

##### b) 人・障害物回避技術

静止障害物の位置及び人等の移動障害物の位置・動きを検知する機能、またこれらとの衝突リスクを見積もり回避する等安全に走行する技術。

##### c) 自律走行技術

操縦者不在時の自律走行及び操縦アシストを含めた半自律走行時、②に記述する自己位置認識技術や地図情報生成技術、動的経路計画技術等の安全要素技術を使い安全に自律・半自律走行する技術。

##### d) 操縦者の意図推定、操縦支援技術

広範囲な利用者にとって簡便に操縦できるものとするために、短時間での習熟により操作できるような操縦者の意図推定、操縦支援技術を備え、安全に走行する技術。

##### e) 協調走行技術

ロボット間及びロボットと使用者間の相対位置・方位検出機能に基づき、追従制御等による協調走行を安全に実施する技術。

##### f) 自己診断技術

ロボットの各機能が正常に動作していることを常時確認して、故障や異常を自動的に

検出して通報または修復することにより安全に運用する技術。

## ②安全要素技術

### a) 自己位置認識技術

周囲環境のセンシングによる環境地図情報や移動履歴情報を活用することで自己位置を認識し安全な走行を確保するセンサ、制御アルゴリズム・ソフトウェア等を含む要素技術。

### b) 地図情報生成技術

ロボットに搭載されたセンサを用い、移動に必要な地図等の環境記述を生成する機能を持つことで、自己位置認識と動的経路計画機能を成立させ、安全な走行を確保するセンサ、制御アルゴリズム・ソフトウェア等を含む要素技術。

### c) 動的経路計画技術

目的地に到達するための経路を計画する技術において、動的障害物による経路変更等があっても、補正、再計画を自律的に行い、安全な走行を確保するセンサ、制御アルゴリズム・ソフトウェア等を含む要素技術。

### d) 姿勢安定化技術

ロボット自身の姿勢を検出し、外部環境から影響を受けても常に安定を保持し、安全な走行を確保する機構、センサ、制御アルゴリズム・ソフトウェア等を含む要素技術。

## (2) 搭乗型生活支援ロボットの安全性検証

### ①安全性試験

上記2.(1)に該当する安全技術をその用途、使用シーンに応じて一部、またはすべてを搭載した搭乗型生活支援ロボットの安全性試験を、研究開発項目①において開発する安全性検証手法を用いて行う。この安全性試験の結果は、研究開発項目①の開発に対してフィードバックしつつ実施する。

### ②実証試験

想定運営先を模擬した環境において、上記2.(1)で開発されたロボットの安全性実証試験を行い、各安全性試験項目について検証を行うこと。

## 3. 達成目標

### (1) 最終目標 (平成25年度)

①上記2.(1)に該当する安全技術を一部またはすべてを搭載した搭乗型生活支援ロボットが2.(2)項の安全性検証のための安全性試験を完了していること。

②上記2.(1)で開発されたロボット安全性試験項目の評価基準値がすべて示されていること。

③2.(2)②項の実証試験が完了していること。

### (2) 中間目標 (平成23年度)

①上記2.(1)で開発されたロボットのリスクアセスメントを終了し、安全性試験項目がすべて示されていること。

②実施計画に予定されている安全技術の開発が終了し、その一部またはすべてが上記2.

(1) 項で開発されたロボットに搭載されていること。

③上記2.(2)①に該当する安全性試験のうち、研究開発項目①で策定済みの安全性検証手法を用いて試験を完了していること。

#### 4. 特記事項

- (1) 安全技術として、共有可能なロボット安全要素部品の開発を含めることを推奨する。  
これら要素部品は、生活支援ロボットに使用される構成部品であり、安全度水準(SIL)等の標準規格に適合するものの取得を目指して開発されるものであり、本プロジェクト内外に提供することが望ましい。
- (2) 安全性検証に用いるロボットは、安全技術も含め開発済みのロボットを用いても良い。
- (3) 実証試験を実施できる施設を有する機関を、協力機関として確保すること。
- (4) 実証試験は、倫理問題に配慮して行うこと。
- (5) 2.(1)に記載のリスク低減に必要な安全技術開発は、平成24年度末までに完了の目処をつける。平成25年度は研究開発項目①の研究開発に資する内容に特化して実施する。