

# 南相馬における避難支援ロボットの社会実験

2016年3月31日 修了

新領域創成科学研究科人間環境学専攻 47-146693 浅野 滋

指導教員 保坂 寛 教授

This paper studies implementation method of newly developing Refugee Assistance Robots such as Walk Assistance Robot through field trial. Since the earthquake disaster in 2013, development and implementation of new technologies which assists daily life of refugees have been urgent problems in Japan. In this paper, first, a walk assistance robot is developed which is improved from an assistive cart for handicapped people. Next the robot is tested in social experiments at Minami-Soma City in Fukushima prefecture with other assistive robots developed simultaneously in our project. Finally the data accumulated in the social experiments are analyzed to judge the effectiveness of development processes and the social acceptability of products.

Key words: Social experiment, Refugee, Walk Assistance Robot, Database

## 1 研究の背景と目的

東日本大震災以降、避難および避難所生活を支援するロボットの開発が喫緊の課題となっている。復興庁によると、福島県における震災関連死の精神的・肉体的疲労による死亡原因として、「避難所等への移動中」が約3割、「避難所等における生活」が約3割であり、「発災直後からの避難（移動）や避難生活の事情がもとで、徐々に衰弱した事例がほとんどである」と結論されている<sup>1</sup>。これを解決するため、福島県南相馬市において、「避難者アシストロボットおよびその要素技術の改良と産業化、産業集積化プロジェクト」（以下本事業）が実施された。一般に緊急性が高い技術は、開発と社会受容性評価を同時に行う必要がある。しかし開発途上技術の社会実験手法は定式化されておらず、本事業においても、社会実験への対応が大きな課題であった。そこで本研究では、本事業に参画して歩行支援ロボットを開発し、また全テーマの社会実験の統括とデータベース化を行い、社会実験手法の定式化を試みた。

## 2 本事業の概要

本事業では、避難所までの移動を支援する避難支援ロボットと、避難所での生活を支援する避難生活支援ロボットに大別し、図1に示す6種のロボットを開発した<sup>2</sup>。



図1 6つの開発テーマ

社会実験は防災訓練を模して3回実施し、1回目は既存の開発途上品の課題抽出、2回目は改良品の評価、3回目は商用化の判断を行った。2014年11月28日、2015年02月7日、2016年01月9日に、現地の避難所等で実施した。

## 3 開発及び社会実験の成果

### 3.1 事前準備

本事業はいつ起こるかわからない災害へ対応するため、緊急性が高く、発見された課題に対して速やかに解決手段を示し、新技術を導入する必要がある。このため、萌芽的技術を社会に入れて、ユーザーからのフィードバックにより研究を加速する社会共創の手法を取り入れた。現地には開発拠点がなく鉄道も未復旧なため、機材や人員の移動の手配を詳細に計画した。また、歩行支援機は動力を有するため、現地警察から公道での使用許可を取った。住民には実験リスクを説明し同意書を取った。

### 3.2 コミュニティ形成活動

避難および避難生活は集団で助け合いながら行うものであり、コミュニティとしての活動が必要である。また、本事業では、防災訓練の場で、多くの被災地住民から新技術への率直な評価を得るため、開発者が現地のコミュニティに溶け込む必要があった。このため、4回のワークショップを現地で行い、図2のような蕎麦打ち体験会やロボット討論会などを開いて住民との信頼関係を築いた<sup>3</sup>。



図2 コミュニティ活動の様子

### 3.3 歩行支援ロボット

避難移動の従来研究には車いすやレスキューロボットなどが存在するが、いずれも重度な移動困難者を対象とする。本研究では軽度の障害により独力で移動が困難な高齢者等を対象に開発した<sup>4</sup>。早期の実用化のため、既存の住居内移動支援機を図3に示す避難支援用に改造した<sup>5</sup>。

左は動力補助付きのアクティブキャスト型であり、右はフレームのみのパッシブ型である。筆者は主にパッシブ型の改良に



## 4 社会実験データベース

### 4.1 社会実験の評価

通常、補助金事業の評価は成果報告書により行われる。しかし当初目標に対する達成度とインパクトのみが客観的に評価され、社会導入に必要なプロセスや、商品化の判断は実施者の自己申告に頼っている。そこで、報告書等から収集可能なデータを用いて、事業の社会導入の可否を客観的に判断する方法を検討した。

まず、補助事業では予算の消化状況が報告されるので、支出データによる進捗評価を試みた。図7は本事業について、費目ごとの支出を時系列に示したものである。一時期の集中支出や過剰な支出など、明らかな不適切処理は判断できるが、事業が的確に進捗したかは判別できない。

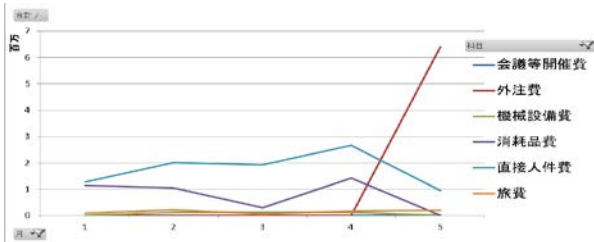


図7 全グループ合計の各費目の時系列消化

つぎに人件費管理に使われる業務日誌による進捗評価を試みた。図8は、業務日誌に示される工数を、後述するフェーズと業務種別ごとに時系列で示したものである。第1回社会実験の前に準備のピークがあり、その後に検証のピークがあり、社会実験については適切な作業が行われたことが分かる。しかし、その他の作業の進捗や、成果の完成度すなわち商品化の判断はできない。

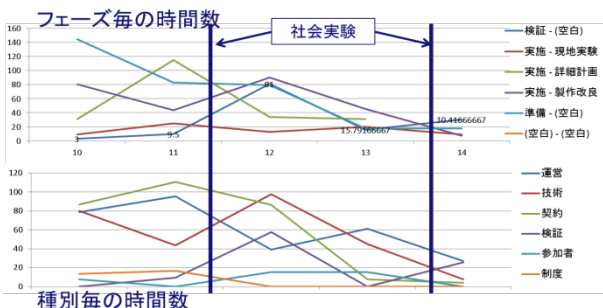


図8 フェーズ・種別の時系列でみた工数

### 4.2 他地域展開の提言データベース

つぎに、他地域展開のための提言情報による進捗分析を行った。一般に公的資金による社会実験では、当該地域の成果の他地域への展開を報告事項とすることが多い。本事業においても、当初から、他地域展開が実施項目の一つとなっていた。そこで、他地域展開のためのノウハウを、全開発者から提言として短文で集めた。それらの情報を、稗方らの手法により分類した。開発者や社会実験参加者の提言をフェーズ（準備・実施・検証・実装）と種別（技術・運営・参加者・検証・制度）で分類整理する手法である<sup>9</sup>。

図9は本事業と稗方らが対象とした「明るい低炭素プロジェクト」における、提言数のフェーズ分布を比較している。「低炭素」は提言が広範に分布し本事業は初期段階に固まる。これは前者が基礎研究から即実証のテーマまで含む長期事業であるのに対し、後者は短期の新技術導入のみ

だからである。これにより他地域展開の提言数が、事業の目的と特性を反映することが確認できた。

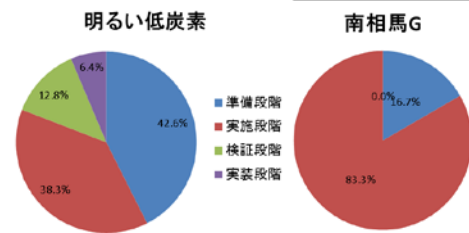


図9 南相馬 Prj と明るい低炭素 Prj のフェーズ比較

さらに分類を改良し、進捗管理やニーズ評価も可能とした。本事業は社会実験の比重が高く、その結果が技術開発に強く反映されるため、社会実験フェーズを細分化した。「実施段階」を現地調査／詳細計画策定／製作・改良/現地実験の4つに分けた。提言の例としては、アンケートのとり方について、高齢者に紙ベースでのアンケートを行うと、文字が読めないなどの不評を買うので、可能な限りヒアリング形式で行うべきことなどがあった。本事業全体で、145個の提言を収集できた。

実施段階の細分類ごとの提言数を図10に示す。歩行支援機は、実施段階に多くの提言が集まった。これは、歩行支援機は3回の全体社会実験に加え、2回の社会実験を行ったためである。一方仮想同居では、準備段階の提言が多数を占めている。これは、仮想同居は開発の進捗が遅く、開発品の社会実験に至らなかったためである。以上から、提言数の分布により、社会実験の実施の程度が判断できる。

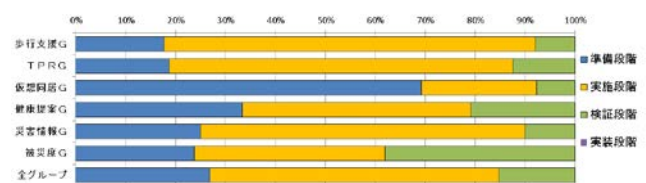


図10 テーマごとの提言数分布（フェーズ）

図11はフェーズをより細かく分けた改良フェーズで分布を取ったものである。改良フェーズは準備段階をコンセプト立案、試作、試作機のパフォーマンス評価にわけ、実施段階を実験地の選択および調査、社会実験の詳細の決定および現地との交渉、持ち込み品の製作と改良（改良は2サイクル目以降）、現地実験の4つに細分化している。被災度判定計と健康支援提案は、検証に多くの提言が集まっている。これは、技術の完成が早く、ニーズも強かったため、商品化判断まで行ったためである。すなわち、検証の提言数により、商品化の可能性が推定できる。

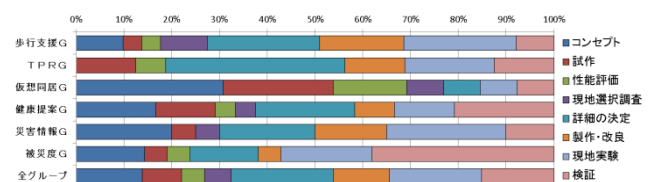


図11 改良フェーズによる提言数分布



図12は稗方の手法による種別で提言を分類したものである。TPRは技術と参加者集めに多くの提言がある。これは、技術的な完成度低い上に、参加者集めに注力しなければ被験者が集まらなかったためである。すなわち、技術、需要ともに商品化段階にないことが、この図から読み取れる。歩行支援機、健康支援提案、被災度判定計は、制度の提言が存在する。これらでは社会実験により技術とニーズが検証されたため、普及に必要な制度や法律まで検討したためである。すなわち、制度の提言数も商品化の可能性を示している。

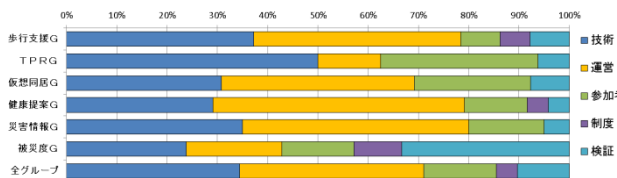


図12 全グループの提言数分布（種別）

図13は課題の発生原因で提言を分類したものである。歩行支援機、健康提案、被災度判定計は、制度、ステークホルダー、普及の3課題が顕著に多い。これらは商品化を意識して初めて検討するため、これらの提言数も商品化判断の指標になると言える。

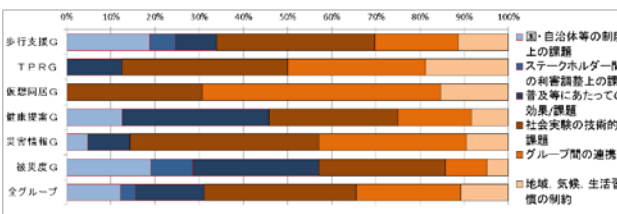


図13 全グループの提言数分布（想定される原因）

#### 4.3 ステージゲート法への適用

図11は、以上の検討結果をもとに、他地域展開の提言データベースを、ステージゲート法に適用する一般的な方法を示したものである。

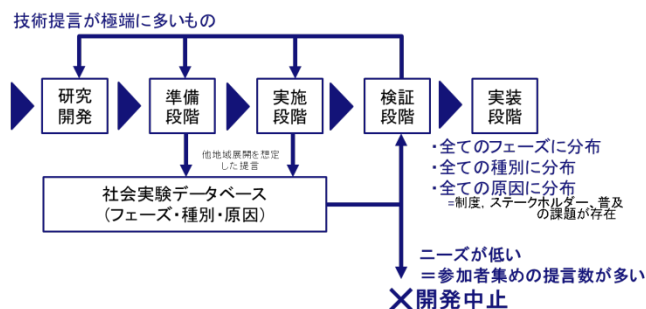


図11 ステージゲート法への適用

提言を研究開発、準備、実施、検証に分け、それらの提言数の分布をとり、すべてのフェーズの提言が存在すれば、社会実験まで正しく実行されたと判断する。さらに、制度、ステークホルダー、普及の提言があれば、商品化のステージに進めるべきと判断する。

## 5 結論

避難支援ロボットの開発、社会実験、提言データ分析を

行い、以下を明らかにした。開発については、歩行支援機を開発し、直立と前傾の上半身姿勢において、推進力を最大にする座面形状、高さを導く理論式を得た。また体重保持による免荷の程度を心拍を用いて測定し、歩行時や車いす利用時よりも体にかかる負荷が低いことを確認した。これらにより歩行支援機の有用性が確認され、共同研究企業による商品化が決定した。

社会実験については、全テーマを統括し、南相馬市で3回の実験を行った。被災度判定計、健康支援提案システムは商用化へ前進、TPRは災害用途での開発を中止、仮想同居システムおよび災害情報システムは開発終了と判断した。

データ分析については、他地域展開のための提言数の分布をとることで、各フェーズの進捗度と課題、成果の商品化の可能性、ステージゲート法における中止/継続の判断が可能であることを示した。

## 6 将来課題及び博士課程での研究計画

本研究の目的は開発途上技術の社会実験の標準的プロセスの構築であり、様々な社会実験プロジェクトにおいてデータを収集していくことが必要となる。このデータ収集先として本事業の他地域展開である柏市への災害対応避難者アシストロボットの導入事例、NEDO 産業用ロボットの社会導入プロジェクト、東京都のロボット実証事業を対象に研究を継続する。

フェーズ・種別をより実効的なフェーズ・分類とするためにこの追加、統合を行いクラスター分析などによりその最適化を行う。また、レコードごとに登録されるキーワードを標準化し、テキストマイニングの手法を用いて自動でのキーワード挿入やそのキーワードの近似度の定義を行う。

文献

<sup>1</sup>復興庁「福島県における震災関連死防止のための検討報告」2013

<sup>2</sup>佐藤,浅野,他「南相馬における避難アシストロボット及び、避難生活アシストロボットの研究開発」日本ロボット学会講演会講演論文集, 2015.9

<sup>3</sup>浅野,他「被災地コミュニティの活性化手法の研究」同上

<sup>4</sup>和田,浅野,他「長方形の形状の椅子付歩行支援機の最適座面高さの決定法」同上

<sup>5</sup>和田,浅野,他「椅子付歩行支援機における座面形状及び上半身姿勢の推進力への影響評価」同上

<sup>6</sup>和田,浅野,他「胸当てを備えた椅子付歩行支援機の椅子座面形状と推進力が大きくなる胸当て高さの関係」同上

<sup>7</sup>長谷川,浅野,他「多種の災害対応ロボットを対象とした災害情報と日常情報の統合データベースシステムの構築」同上

<sup>8</sup>浅野,他「SysMLによるロードマップに基づいた PDS サイクル分析による新技術の社会実装プロジェクトマネジメント」同上

<sup>9</sup>稗方,他「社会実験事例データベース構築による知識蓄積」人工知能学会第2種研究会 2014.03