

高齢者を対象にした生活支援ロボットと共生する 居住空間についての研究

○嶋 優之介*¹

渡邊 朗子*²

キーワード：高齢者 居住空間 ICT・IoT 技術 ロボット

1. はじめに

日本は高齢化により老年人口割合(65歳以上の人口の総人口に対する割合)が25%を超える超高齢化社会(老年人口割合が21%を超える社会)を迎えるにあたり、高齢者の見守りや生活補助など特に高齢者の日常生活に役立つための支援環境を整備する必要がある。一方、IoT技術の進歩によりロボットの社会的ニーズが高まりつつある。内閣府の「未来投資戦略2017」¹⁾では、ロボット介護機器の市場規模は2012年では約10億円であったが、2020年には約500億円、2030年には約2,600億円になると見込まれている。また、2020年の国内におけるコミュニケーションロボットの世帯予測普及率は5%(2020年時点で日本国内の世帯数は約5300万世帯と推計されており、そのうちの5%、約265万世帯にロボットが普及する)になると予測される。将来生活空間において人々の多様なニーズをサポートするロボットが、人々の生活を支援することが期待される。人々の生活をサポートするために、ロボットが建築空間と連携してサービスを提供することが考えられる。現在、ロボットの研究は世界中で注目を集めて取り組まれているが、特に建築空間と、IoT技術やロボットと連携した環境心理学的視点からの研究は少ないのが現状である。本研究では、ロボティクスと建築空間を融合させ、ロボット単体の知能化から生活空間を含む環境側まで考慮した知能化を、空間知能化と定義²⁾し、高齢者に向けたその可能性について研究を進める。

2. 関連の研究及び当該研究の位置付け

国内のロボット、高齢者に関する分野の研究では、東京大学大学院臨床心理学コースの下山晴彦教授らが心いき東大プロジェクト³⁾で、認知行動療法による最新治療サービスを、ICTを活用して提供する一つの方法として、高齢者の生活に寄り添う家電ロボットを提案している。家電ロボットを用いて高齢者に寄り添いコミュニケーションを通じてメンタルヘルス支援につなげられるサービスの可能性を探っている。「認知症高齢者を対象とした親和的ロボットによるロボット・セラピー」⁴⁾では、認知症高齢者、自閉症患者、小児病棟の入院患者を対象とした、小型ロボ

ットとのふれあいによるロボット・セラピーの試みを行っている。従来多く行われている、ペットロボットを用いたアニマル・セラピーのアプローチと同様に、幼少児(孫)とのふれあいによる癒し効果をあわせ持たせることを狙い、自然な生き物感と擬人化を特徴とするロボットの開発が行なっている。高齢者の前頭前野脳血流の変動を計測した実験を行い、高齢者の血流量がロボットと触れ合うことで上昇する傾向がみられた。また、「高齢者を対象とするロボット・セラピーの研究-実施方法に関する検討」⁵⁾では、ペットロボットと高齢者とのふれあい活動の試行を通じ、高齢者のロボットに対する反応が顕著になる実施方法を検討することで、ロボット・セラピーがアニマル・セラピーと同様な生理的効果、心理的効果、社会的効果があることを明らかにすることを目的としている。高齢者とロボットが関わる上で、介在がロボット・セラピーに重要な要素であることを実験的に確認し、さらに介在内容により、その効果が変わることを明らかにしている。しかし、事例数は非常に少なく、今後更なる検証が必要である。

上述したように高齢者とロボットに対する研究がある中、ロボットは本当に高齢者と共生することが良い結果を生むのか、高齢者側は望んでいるのか、多くの不明確な点があると考えられる。ロボット研究の多くは、単体のロボットによるサービス支援であり、建築空間や居住空間と連携したシステムの構築には至っていない。また、ロボットが人間に寄り添うための空間とは、どのような空間であるのかが明らかになっていない。今後生活空間に普及可能なモデルの開発は、人間とロボットとの共生において求められてくる領域であると考えられる。

3. 研究の構成・目的

日本では2015年に介護ロボットが保険の対象となり、9割補助政策が出されたことにより、今後ロボットと高齢者が共存する住空間が期待される。しかし日本国内では、前述の関連研究で記す通り、住空間内での高齢者とロボットの共生に着目した研究は少ないのが現状である。単体のロボットによるサービス支援など多くの技術が進歩し研究が行われている中、ロボットと居住空間が連携した環境の

構築には至っていない。このことから高齢者に向けたロボットと共生する空間とはどのような空間なのかを導き出す必要がある。

本研究は、前述した空間知能化を現在の高齢化問題を解決する手段として活用する可能性に着目し、人間とロボット、IoT が共生する生活空間に向けた基礎研究を行う。本研究は、高齢者が望む生活支援の在り方を明確にし、ロボットと連携した空間知能化による生活支援の在り方について明らかにすることを目的とする。

本研究は、第一調査の街頭アンケートと第二調査の実施実験の二つにより構成され、本文においては第二調査の実施実験について詳しく述べる。第一調査では、筆者らによる「生活支援ロボットと共生するリビング空間についての調査アンケート」を実施し、高齢者が望むロボットと連携した空間知能化による生活支援の需要、捉え方、必要・不必要等の知見を得て、高齢者を対象とした空間知能化の構築に活かすことを目的として調査を行った。⁶⁾ 仮想リビング空間のCG パースを使用したアンケート調査 (図1) により、

1. アンケート調査を行った高齢者 100 名のうち、約 40% が独居高齢者であり、住まいの間取りは“2LDK、3LDK”に住む高齢者が多い傾向にある
2. 高齢者が望むロボットと連携した空間知能化による生活支援において、コミュニケーション支援、セキュリティ支援、サポート支援の三つの支援に分類され、調査人数 (100 名) の約 7 割以上が支援を望む
3. ロボットと連携した空間知能化による様々な支援がある中、高齢者が一番望む生活支援は、“コミュニケーション支援”である。
4. コミュニケーションの中でも「おはよう、おやすみなどの挨拶」が今回調査した高齢者が望む一番のコミュニケーションの内容である
5. 価格帯にもよるが 100 名中 90 名以上が、ロボットと連携した空間知能化による生活支援のできるロボットを購入したいと回答し、支援を望む傾向があるなどの知見が明らかになった。

本文では第二調査の実施実験として、アンケート調査で得られたニーズの高い支援を、ロボットと連携した知能化された空間内に構築する。実際に高齢者に空間知能化による生活支援 (コミュニケーション支援、セキュリティ支援、サポート支援) を体験してもらい、ロボットとの共生空間に対して SD 法を用いて印象評価を行う。そして高齢者をサポートするロボットと連携した空間知能化を用いた生活支援の在り方、知能化空間が人に与える印象について明らかにする。

4. 研究内容

4.1. 実験概要

実施調査では「生活支援ロボットと共生する居住空間

についての実験」を実施した。アンケート調査でニーズが高いことが導き出された“コミュニケーション支援・セキュリティ支援・サポート支援”に着目して、印象評価アンケート、SD 法を用いて空間の知能化の有効性や、高齢者に対してどのような印象を与えるのかを明らかにすることを目的として行った。アンケート調査によりコミュニケーションのニーズが高いことから、コミュニケーションロボット PaPeRoi^{注1)} を使用した。

本実験は、2016 年 10 月 19 日と 20 日、11 月 21 日と 22 日の合計 4 日間に分けて実施し、平均年齢 72.3 歳の高齢者 30 名 (男性 15 名、女性 15 名) を対象に実験を行った。

4.2. 実験環境

本実験は、ソファ、TV、TV ラック、ベッド、机、棚、扇風機、掃除機、固定電話、ごみ箱を配置した模擬生活空間を大学研究室内に構築して実験を行った。(図 2) アンケート調査より、高齢者の住む居室の大きさを“2LDK”が多い傾向がみられた。その為、模擬空間の大きさを約 12 帖 (3.2m×5.2m) とする LDK を想定した実験環境を用意した。

4.3. 実験内容

実験内容は、被験者 (高齢者) にロボットとコミュニケーションをしてもらいながら、簡単な日常行為の流れを行う。日常行為の中に、コミュニケーション支援、セキュリティ支援、サポート支援の要素を組み込み、一日の流れですべての支援を受けられるように設定した。

実験風景を写真 1 に示す。詳細の日常行為の流れ及び対象となる支援を下記に記す。

- ① 起床の挨拶
(コミュニケーション支援)
- ② 「暑い」や「寒い」といった会話の中からロボットと連携した空間知能化システムで扇風機を操作
(コミュニケーション支援、サポート支援)
- ③ 緊急時と仮定して助けを求め、ロボットが外部へ通報
(コミュニケーション支援、セキュリティ支援)
- ④ 就寝の挨拶
(コミュニケーション支援)



図1 仮想リビング空間パース (CG パース)

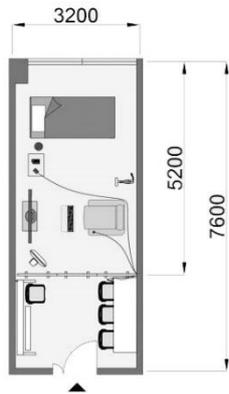


図2 実験室



写真1 実験風景

4.4. 印象評価アンケート

実験アンケート内の印象評価で使用する形容詞は、清水建設が行った研究調査「快適居住空間の創出を目指して」⁷⁾を参考にした。この研究は、1000人を対象に「快適感」、「開放感」、「広がり感」、「閉鎖感」、「抑圧感」、「不快感」について調査を行った結果を、双対尺度法により散布図としてまとめた。空間を評価する一つの方法としてこの調査結果から、開放感・広がり感・快適感の三つの要素に着目して書かれている35の形容詞から選出して、印象評価アンケートを作成した。開放感・広がり感・快適感を表す形容詞を使用することで、明確に空間に対する印象が明らかになることを目的とした。

本研究で実験後に行ったロボットとの共生空間についての印象評価アンケートでは、25項目の対をとった形容詞を7段階によるSD法を用いて行った。

5. 実験結果・考察

5.1. 実験空間

実験終了後に、「住空間内に生活支援ロボットがいることに対してどのように感じますか?」とお聞きした回答結果を図3に示す。回答者の80%以上が実際にロボットと同じ空間内においても被験者は、「違和感はない」と回答した。事前調査で実験被験者30名のうち、28名はロボットを「初めて見た」、「初めて話した」と回答している。また、「本実験で体験した実験空間は、居住空間に近いと感じましたか? (くつろぎやすさ、居心地など)」とお聞きした回答結果を図4に示す。被験者77%の23名が「居住空間に近い」と回答した。この結果により本実験は居住空間に比較的近い空間で実験を行えたことがわかった。本実験で使用した模擬生活空間は高齢者が住んでいる居住空間に近く、ロボットと同空間内においても違和感がない傾向にあることがわかった。

5.2. コミュニケーション

実験内で、ロボットとコミュニケーションを行い、「自

宅内でロボットとのコミュニケーションは必要ですか?」とお聞きした結果を図5に示す。30名の高齢者のうち、25名が「必要である」と回答し、「必要がない」と回答した高齢者はいなかった。コミュニケーション支援は、アンケート調査結果と同様に必要性が高く、高齢者とのコミュニケーションは可能である傾向が伺えた。

5.3. セキュリティ

実験内で、ロボットによるセキュリティ支援を受けて、「緊急時の反応に対して、ロボットやセンサーが素早く対応してくれたと思いますか?」とお聞きしたところ、80%の24名が「できた」と回答した。そして、「緊急時のロボットによるセキュリティ支援は必要であると思いますか?」とお聞きした結果を図6に示す。被験者の90%以上の28名が「必要である」と回答した。セキュリティ支援は、アンケート調査と同様に必要性が非常に高く、ロボットによる見守りは可能であることがわかった。

5.4. サポート

実験内で、ロボットによるサポート支援を受けて、「家電の操作を指示した時、ロボットが素早く対応してくれたと思いますか?」とお聞きしたところ、27名の被験者が「できた」と回答した。そして、「生活支援の一つとして、空調管理・自動制御は必要であると感じますか?」とお聞きした結果を図7に示す。被験者の25名が「必要である」と回答した。空調を操作するサポート支援は、ロボットなどの機械類に面識のない高齢者でも簡易に扱えて、高齢者によるIoT制御は可能であった。

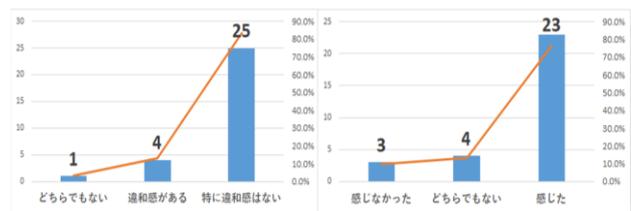


図3 (左) 実験空間-回答結果1- (n=30)

図4 (右) 実験空間-回答結果2- (n=30)

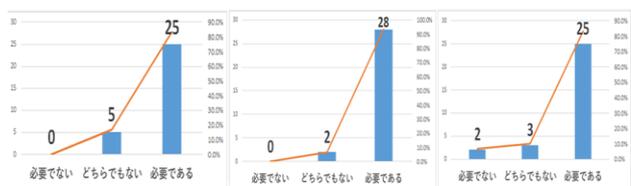


図5 (左) コミュニケーション-回答結果- (n=30)

図6 (中央) セキュリティ-回答結果- (n=30)

図7 (右) サポート-回答結果- (n=30)

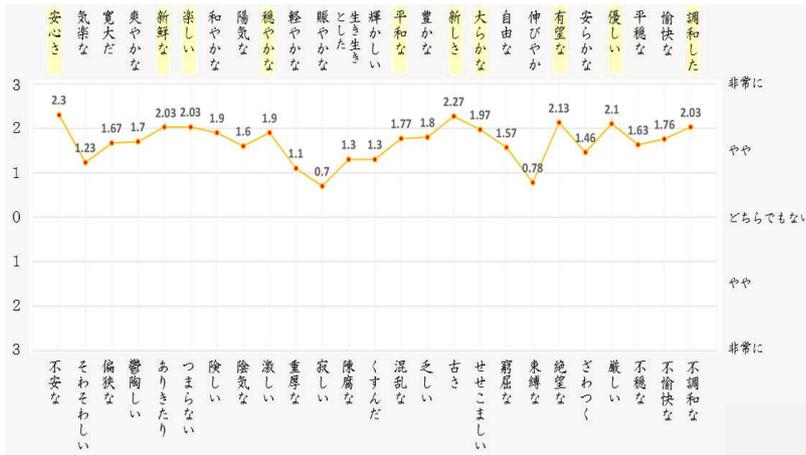


図8 印象評価グラフ (n=30)

5.5. 印象評価

実験空間であるロボットとの共生空間についての印象評価を行った結果をまとめたグラフを図8に示す。評価が高い形容詞(安心さ、新鮮な、楽しい、穏やかな、平和な、新しさ、大らかな、有望な、優しい、調和した)を円で囲み表現した。この結果を双対尺度法によって分類された散布図⁷⁾(図9)に当てはめてみると、評価の高い形容詞を占めるのは“快適感”に分類された。評価の高い形容詞の中でも特に数値の高い、「有望な」、「新しい」、「安心な」の3つの形容詞のうち、2つは“広がり感”を表していた。ロボットと連携した知能化された空間は、通常の空間よりも広く空間をとらえ、快適な空間と感じる傾向であると考えられる。

また、アンケート調査によりニーズが高い傾向にあった支援を実際に高齢者に体感してもらい、コミュニケーション支援、セキュリティ支援、サポート支援の三つの支援どれもが回答者の8割以上が必要であると回答した。したがってアンケート調査の結果⁶⁾を裏付けることができたと考えられる。

6. まとめ

本研究での結果から、以下の知見を得ることができた。

- (1) 高齢者とロボットとの共生空間において、“ロボットと同空間にいても違和感がない”傾向がみられ、実験被験者の80%以上が、ロボット・IoT技術を使用して支援を受けることができた。
- (2) コミュニケーション支援、セキュリティ支援、サポート支援の三つの支援どれもが、回答者の8割以上が支援を必要とする傾向にあることが分かった。
- (3) 印象評価アンケート調査結果より、ロボットと連携した知能化された空間は、“広がり感”と“快適感”を感じる傾向にあることが明らかになった。

7. 今後の展望

本研究では、高齢者に対してロボットと連携した知能化

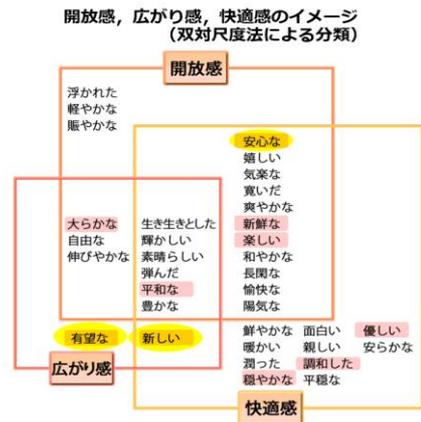


図9 開放感, 広がり感, 快適感のイメージ

された空間での支援に対するニーズが存在し、必要とされる生活支援の在り方が明らかになった。今後高齢者の中でも介護の度合いなど具体的にターゲットを絞り、研究を進めるが必要になってくると考える。そして、必要とされる支援を実用化に向け、実際の住空間へ研究対象のフィールドを移す。高齢者の生活支援を行う為に、ロボット・IoTと空間が連携した具体的な空間知能化システムを構築することを目指して研究を進めていく予定である。

本研究は、(課題番号 15H02890) の助成を受けて実施された。

【参考文献】

- 1) 「未来投資戦略 2017-Society5.0 の実現に向けた改革-」内閣府 平成 29 年 6 月 9 日
- 2) 橋本秀紀, 渡邊朗子 著「空間知能化のデザイン 建築・ロボティクス・IT の融合」NTT 出版 2004
- 3) Mari Hirano, Kanako Ogura, Mizuho Kitahara: Designing behavioral self-regulation application for preventive personal mental healthcare First Published May 16, 2017
- 4) 「認知症高齢者を対象とした親和的ロボットによるロボット・セラピー」山岡久俊*1 今井岳*1 渡辺一郎*1 中島亨*2 古賀良彦*2 *1 (株)富士通研究所 *2 杏林大学医学部精神神経科学教室 The 24th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2010
- 5) 「高齢者を対象とするロボット・セラピー研究-実施方法に関する検討 -」浜田 利満・大久保寛基・大成 尚 筑波学院大学紀要第 1 集 P111-P123
- 6) 嶋優之介, 渡邊朗子「高齢者を対象にしたロボットと共生するインタラクティブ・ヒューマン・インターフェースのデザインに関する研究」日本建築学会第 39 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集 (報告), p. 117-120, 2016. 12
- 7) 一般社団法人日本繊維製品消費科学会 Vol. 33(1992)No. 10 p519-525 「快適居住空間の創出を目指して」清水建設株式会社 羽根 義

【注】

- 1) NEC のオープンプラットフォームの高速ルータにロボット型のユーザインターフェースを追加した「PaPeRo i(パペロアイ)」 ロボット寸法 (高さ約 385 mm、幅約 248 mm)

- *1 東京電機大学 未来科学研究科建築学専攻 修士 1 年
- *2 東京電機大学 未来科学部建築学科 准教授 博士(学術) 一級建築士