

高齢者の生活支援を行うスマートインフィルに関する研究

○嶋 優之介*¹
 渡邊 朗子*²

キーワード：計画 高齢者支援 ICT・IoT 技術 空間 インフィル

1. はじめに

人口減少・少子高齢化等、日本の社会経済情勢は急激な変化を見せている一方で、住まいに関するニーズは多様化の一途をたどっている。平成 28 年 3 月に国土交通省が示した「住生活基本計画」¹⁾では、少子高齢化・人口減少社会を正面から受け止めた、新たな住宅政策の方向性を提示した。新しい市場として、IoT 住宅などの住生活関連ビジネス（リモート節電、見守りなど）の新市場を創出し、住生活産業を活性化させる方向性を提示した。住生活関連の新たなビジネス市場の創出・拡大に対して、どのように促進していくのか期待されている。今後、高齢者が安心して暮らすことができる住生活の実現、既存住空間を転換し質の向上、IoT 住宅などの生活関連ビジネスの新市場の創出に向けて、建築側から取り組むべき課題である。

また、ICT 技術の進歩は目覚ましく、ロボットの社会的ニーズも高まりつつある。内閣府の「未来投資戦略 2017」²⁾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）になると予測されている。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。その一つの方法として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。

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、空間知能化と定義し、高齢者に向けたその可能性について研究を進める。

2. 研究目的

本研究では、高齢者の生活支援を行うためにロボット・ICT と空間が連携した空間知能化システムを構築することを目的とする。具体的には、特に高齢者の住空間内で行う

支援を、コミュニケーション、セキュリティ、サポートの 3 点に着目し研究を行う。これまで筆者らが進めてきた高齢者を対象とした調査³⁾から、高齢者にとって上記 3 点の生活支援のニーズが高いことが明らかになっている。そこで、本研究では上記 3 点の生活支援サービスを行う空間を構成する“スマートインフィル”の開発に向けて研究を進める。本研究で言う“スマートインフィル”とは、ロボットなどの AI や ICT 技術を装着した、空間を構成するインフィル（壁・住設などを構成する人工物）であり、このインフィルを介して人間と機械および情報環境の快適な相互作用を可能にすることで、高齢者の生活支援をさりげなく行おうと試みるものである。以下“スマートインフィル”を略称して“SI”と記す。

3. スマートインフィルの概要

本研究で使用する SI 内のロボットは単体のメカロボットではなく、安価で容易に機能することができる LCD ロボットを使用する。LCD ロボットとは、液晶ディスプレイ（Liquid Crystal Display）をコミュニケーション・インターフェースとして見立てて動かし、表情（キャラクター）を表現したロボットを指す。（図 1）

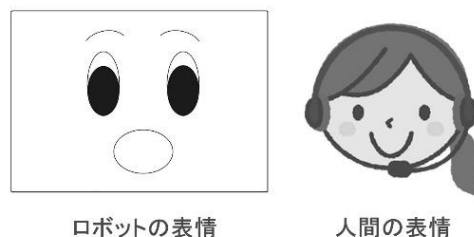


図 1 LCD ロボットのインターフェース

表 1 スマートインフィルのシステム構成表

センシング技術と制御技術 のシステム構成	コミュニケーション	住居者と会話ができる AI アシスタント「Google Assistant」を搭載している
		人間の感情を把握する「Amazon Echo」による会話機能を搭載している
	セキュリティ・サポート	会話フローのビジネス処理ができるクラウド「AWS Lambda」を搭載している
		会話フロー制御をするクラウド「Google Dialogflow」を搭載している
		空調・照明器具の制御ができる学習リモコン「Nature Remo」を搭載している
		室内の冷暖房器具の制御をする「InMagicair-T」を搭載している
		スマートホーム機能を実現する「Ene Talk Home」を設置している

SIにはコミュニケーション、セキュリティ、サポートのサービスを行うための機器、仕組みを装着する。コミュニケーション支援を行うためには、居住者を感知し会話をするための人感センサー、近接センサーや接点信号センサーや、居住者の声や物音などを聞き取る高性能マイク、LCDロボットによる助言や警告、会話を行うためのスピーカーを設置する。LCDロボットを表示する液晶ディスプレイを設置し、簡易に直接操作を可能とするタブレットを設置する。セキュリティ支援を行うためには、居住者の異常を検知することのできる人感センサー、開発済みである地震や床音の検知を行い見守る加速度センサー（移動体動線測定）をインフィルに設置する。サポート支援を行うためには、体温を感知する人感センサー、空間内を快適に保つ空調設備などを設置する（簡易空調設備を利用）。

SIのシステムの構成をまとめた表を表1に示す。表1の各システムを導入することで、コミュニケーション、セキュリティ、サポートの支援を可能とする。

4. 実験目的・概要

本実験では、SIを介した高齢者の生活空間の印象評価について実験を行い、SIが生活空間にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることを目的とする。本実験では実験モデルとして、24型ディスプレイ（53.04 cm×29.87 cm）を基準とした、黄金長方形に基づいた法則性のある寸法計画（728.12（横）×1178.12（縦）、728.12（横）×450（縦）、323.61（横）×200（縦））によりI2を構築した。以下に実験の概要を記す。

実験日時：2017年12月20日～2018年2月26日

（計十日間）

実験場所：大学 実験室

被験者：65歳以上の高齢者50名

（男性25名 女性25名）

評価方法：印象評価アンケート、虫瞰的観察方法

実験環境：模擬生活空間（ソファ・ベット・机・掃除機

・扇風機・照明器具）を配置

（実験室の構成図を図2に示す）

5. 実験内容

実験方法では、被験者（高齢者）にSIとコミュニケーションを行ってもらいながら、簡単な日常行為を行ってもらう。実験風景を図3に示す。日常行為の中に、コミュニケーション、セキュリティ、サポートの要素を組み込み、すべての支援を受けられるように設定した。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。

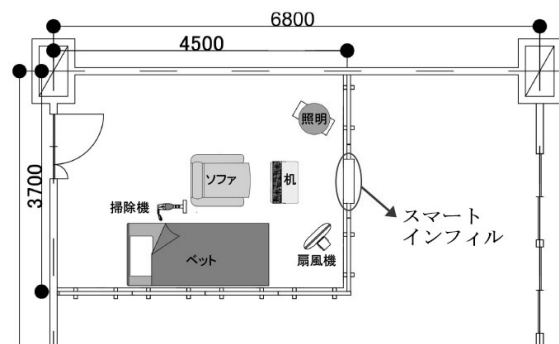


図2 実験室の構成図



図3 実験風景

- ① 起床の挨拶
（コミュニケーション支援）
- ② 「暑い」や「寒い」といった会話を聞き取り、扇風機を操作
（コミュニケーション支援、サポート支援）
- ③ 「照明をつけて」や「照明を消して」といった会話を聞き取り、照明機器を操作
（コミュニケーション支援、サポート支援）
- ④ 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）
- ⑤ 就寝の挨拶
（コミュニケーション支援）

6. 実験結果

SIがある生活空間の印象評価を平均し、数値化したグラフを図4に示す。これによりSIとの共生空間がどのような空間であるのかが形容詞対句により明らかとなった。実験で使用する印象評価アンケートは、先行研究の「高齢者を対象にした空間知能化システムによる生活支援の在り方に関する研究」³⁾で使用した印象評価と同様の印象評価アンケートとした。同様の印象評価方法を用いることで、ロボットとの共生空間とSIとの共生空間の印象評価の比較考察を行う事を目的とする。評価が高かった形容詞として、「新しさ」、「平穏な」、「安心さ」、「和やかな」、「安ら

かな」、「生き生きとした」、「優しい」が挙げられた。評価の高い形容詞の特徴として、空間の居心地に関する形容詞が多く選出された。

「高齢者を対象にした空間知能化システムによる生活支援の在り方に関する研究」³⁾で実施した、ロボットとの空間の印象評価では、評価が高かった形容詞として、「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」が挙げられた。評価の高い形容詞の特徴として、空間の新規性を表す対語が多く選出された。印象評価を比較してみると、ロボットとの空間は、新規性を示す形容詞が多く選出されたことに対して、SI との空間の印象評価では、住環境の居心地に関連した形容詞が多く選出され、SI は高齢者の住環境に大きく影響を与える傾向が示唆された。

印象評価の結果を因子分析した結果を表 2 に示す。因子負荷量の最も大きい因子を第 1 因子としたとき、第 1 因子“居心地性”、第 2 因子“信頼性”、第 3 因子“多面性”、第 4 因子“協調性”と命名した。“居心地性”では、「伸びやかな」、「自由な」、「大らかな」など居心地の良さを意味する項目が高い負荷量を示した。高齢者の心を伸びやかにかつ大らかにすることができ、落ち着きを与える環境を表す意味として、第 1 因子を“居心地性”とする。“信頼性”では、「安心さ」、「気楽な」、「寛大だ」など信頼を意味する項目が高い負荷量を示した。安心で気楽な空間を表す意味として、第 3 因子を“信頼性”とする。“多面性”では、「新しさ」、「楽しい」、「安らかな」など、空間を多面的に捉える項目が高い負荷量を示した。安心できる環境かつ、新規性が高い豊かな環境を表す意味として、第 3 因子を“多面性”とする。“協調性”では、「愉快的な」、「平穏な」、「調和した」など、空間との協調性を表す項目が高い負荷量を示した。空間と繋がり関わりあうことで空間と調和し、楽しさや安心を与える事ができる環境を表す意味として、第 4 因子を“協調性”とする。なお累積寄与率は、70.08%となった。

表 2 因子分析した結果

評価項目 (25対)	抽出された因子			
	居心地性	信頼性	多面性	協調性
伸びやかな—束縛な	0.751	0.383	0.334	0.172
自由な—窮屈な	0.745	0.395	0.275	0.218
大らかな—せせこましい	0.728	0.089	0.271	0.184
優しい—厳しい	0.669	0.337	0.425	0.200
輝かしい—くすんだ	0.651	0.427	0.331	0.306
賑やかな—寂しい	0.650	0.426	0.030	0.278
平和な—混乱な	0.618	0.346	0.446	0.232
豊かな—乏しい	0.616	0.288	0.461	0.164
穏やかな—激しい	0.601	0.171	0.581	0.084
陽気な—陰気な	0.588	0.376	0.459	0.248
和やかな—険しい	0.554	0.348	0.441	0.264
生き生きとした—陳腐な	0.550	0.440	0.239	0.294
軽やかな—重厚な	0.522	0.509	0.297	0.305
有望な—絶望な	0.455	0.306	0.335	0.379
気楽な—そわそわしい	0.324	0.852	0.174	0.217
安心さ—不安な	0.269	0.826	0.224	0.084
寛大だ—偏狭な	0.421	0.676	0.316	0.197
爽やかな—鬱陶しい	0.534	0.604	0.322	0.255
新鮮な—ありきたり	0.216	0.537	0.419	0.121
新しさ—古さ	0.236	0.164	0.782	0.222
安らかな—ざわつく	0.298	0.287	0.708	0.081
楽しい—つまらない	0.426	0.360	0.497	0.441
愉快的な—不愉快的な	0.321	0.084	0.320	0.750
平穏な—不穏な	0.314	0.056	0.068	0.466
調和した—不調和な	0.040	0.291	0.019	0.412

因子抽出法：主因子法
回転法：Kaiser の正規化を伴うバリマックス法
6 回の反復で回転が収束しました。

印象評価の結果により、印象評価アンケートで評価が高かった「生き生きとした」、「和やかな」、「穏やかな」などの形容詞は、因子負荷量の最も大きい因子の第 1 因子“居心地性”に含まれる。また、第 1 因子の項目数も一番多いことから、SI の空間は生活空間の居心地に大きく影響すると考えられる。

7. まとめ

本研究では、SI と連携した知能化された空間内で、高齢者に実施実験を行い、SD 法を用いた印象評価を行った。これらの結果から、以下の知見が得られた。

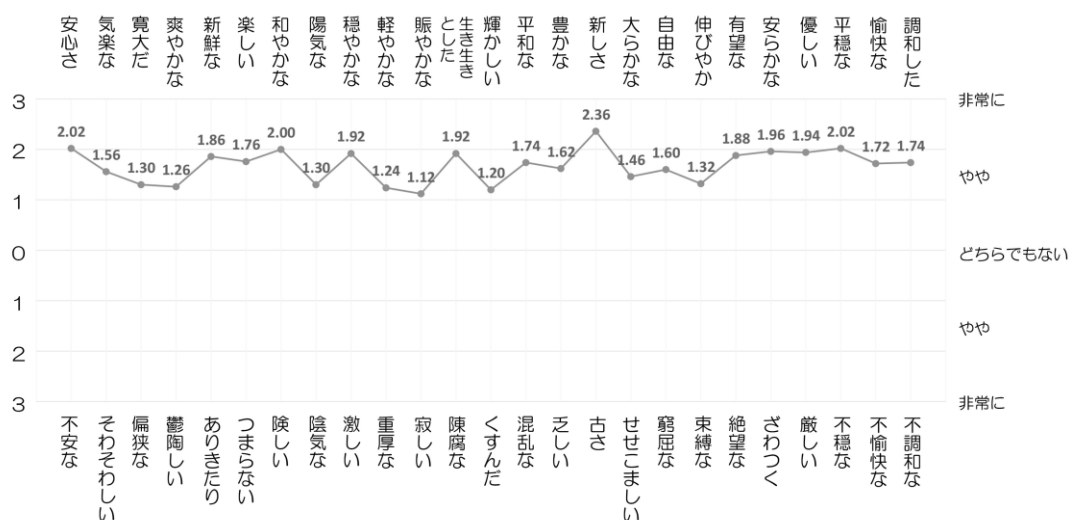


図 4 印象評価グラフ

1. SI との共生空間の印象は、「新しさ」、「平穏な」、「安心さ」、「和やかな」、「安らかな」、「生き生きとした」、「優しい」などの形容詞評価が高い傾向があった。ロボットとの共生空間と比較すると、新規性の印象よりも居住性に関する印象が高く、SI はロボットよりも高齢者の住環境に大きく影響を与える傾向が示唆された。
2. 印象評価の結果を因子分析した結果、SI と連携した知能化された空間は、高齢者の生活空間の居心地に空間を通じて間接的に影響を与える傾向があることが明らかになった。

8. 今後の展望

本研究では、高齢者を対象とした生活支援を行うためのロボット・ICT と空間が連携した SI の基礎構築を行い、SI を介した高齢者の生活空間の印象評価及び、SI が生活空間にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることができた。今後普及モデルの構築に向けて、必要とされる支援を検証し、実用化に向けて研究を進める。

今後高齢者の生活支援の内容や、介護の度合いなどよりきめ細かく個々の高齢者の生活支援を行えるよう、ロボット・ICT と空間が連携した空間知能化システムを実現することを目指す

[参考文献]

- 1) 平成 28 年 3 月 国土交通省「住生活基本計画」
- 2) 平成 29 年 6 月 内閣府「未来投資戦略 2017」
- 3) 嶋優之介, 渡邊朗子「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関する研究」日本インテリア学会論文報告集 第 28 号, p1-8, 平成 30 年 3 月

*1 東京電機大学 未来科学研究科建築学専攻 修士 2 年
*2 東洋大学 情報連携学部教授 博士(学術) 一級建築士