

ロボットと共生する空間のインフィルデザインに関する研究

○横山 広大*¹
渡邊 朗子*²

キーワード : ロボット インフィル アゴラ 公共空間 センサー

1. はじめに

1.1. 研究の背景

近年、地球環境問題や長寿命化建築物への関心の高まりなどから情報技術 (IT) が様々な形で建築空間に取り込まれ、建築空間を利用する人と環境との関係が複雑化している。建築もそれらの変化に合わせて柔軟に対応していく必要がある。

建設省(現国土交通省)が「住機能高度化推進プロジェクト」の一環として昭和 55 年度から進めた「センチュリーハウジングシステム (CHS)」では、居住空間を変えやすくしたり、住宅部品等の点検・取り替えをしやすくして、長期にわたって快適に居住できるシステムを開発した。そして、昭和 63 年には財団法人ベターリビングがセンチュリーハウジングシステム認定事業としてスタートした。それ以来、長寿命化建築への関心が高まっている。

一方で、省エネルギーや環境負荷への意識の高まりからスマートグリッド構想が模索されるようになり、居住者のライフスタイルに合わせ、電力の供給を制御したり高齢者を見守ることができる、スマートハウスなどの新たな視点から構想された住宅が登場している。

建築空間が、居住者や環境に合わせてエネルギーと情報の流れを最適化することができれば、居住者の見守りや省エネルギー化、長寿命化が期待できるのではないだろうか。

1.2. 関連する既往の研究

南一誠氏の「オープン・ビルディングの理念：ハブラーケン教授の講義と研究(建築論壇)」¹⁾では、ハブラーケン氏のオープン・ビルディングの理念を事例に挙げ、サポート、インフィル、アーバンティッシュの3つのレベルを考察している。ハブラーケン氏は「サポートとインフィルは、意思決定の主体によって区別されるものであり、インフィルとは居住者自身が意志決定するものである。」と述べている。サポート・インフィルの議論は、とかく技術面の関心が先行しがちであるが、その実現のためには建築生産に関わる組織、流通、法制、税制、金融などの改善が重要であり、企業がビジネスとして関心を持つようにすることも不可欠であるとしている。

渡邊朗子の「オープンアーキテクチャ：インナーサポートの提案 -ロボット、IT と連携する建築空間の界面-」²⁾では、空間内に対してインタラクティブで、自由に付け替え可能になる、インナーサポートの提案を行った。渡邊が設計した慶應義塾大学の「G-SEC Lab」では、壁面を規格

化し、壁面に埋め込まれたプラズマテレビ等が破損や故障した場合、単体だけ取り外し、交換・設置出来る仕組みとなっている。

1.3. 研究の目的

本研究はこれらの背景を踏まえ、建築空間が人や環境に合わせて変化し、人々のニーズに応える空間を創造することを目標としている。本研究はその第一歩として、空間においてロボットと連携し人々の生活行為を支援することのできる空間を考察する。また、その空間の表面に取り付けられる、空間と人、空間とロボット、人とロボットとのインタラクションを可能とする、インナーサポートとしてのインフィルモデルを構想することが目的である(図 1)。

本研究ではインフィルモデルのひとつとして Smart Agora を設計した。

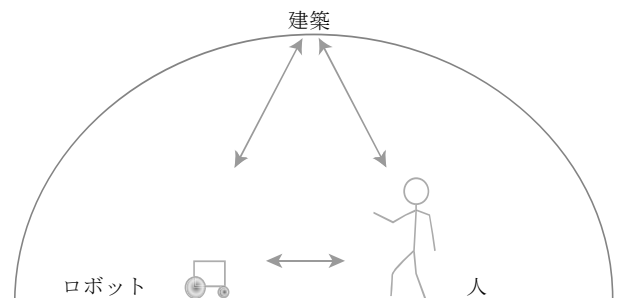


図 1: 空間と人、空間とロボット、人とロボットの3つのインタラクション

2. Smart Agora の実験

2.1. 概要

Smart Agora は建築・ロボット・情報技術の融合を目指し、イス型ロボットが収納できるインフィル (壁) でありながら、人が集まり様々な情報を見て共有することができる場所:アゴラ (空間) を創造した。本来は建築物の壁 (インフィル) である部分を、今回の Smart Agora では壁 (インフィル) の一部分を切り出したものとして考えた (図 2-3)。ロボットはアゴラ (空間) と連携して、人々の活動や学習を支援することができる。

Smart Agora ではインフィルの設計、イス型ロボットの製作、人物・ロボット検知、仮想タッチスクリーン、情報コンテンツ作成を建築・ロボット・情報のそれぞれの分野が担当した。

2.2. Smart Agora の設計

Smart Agora は建築物のインフィルを連想し、できるだ

け機能・デザインを考えて制作した（図4-8）。

Smart Agora の界面は、壁のように平らで、スクリーンを投影するために白塗りのつや消しで塗装をした。またイス型ロボットやセンサー類を埋め込むためにニッチを設け、PC やセンサー等の機器、配線などが収納できるインフィルとした。上部にはプロジェクターを取り付けることができるように、メタルフレームを取り付けている。

2.3. イス型ロボット^{注[1]}

Smart Agora は人々が自由に情報を閲覧し、その場でコミュニケーションしながら情報共有を行う事ができる場所（空間）である。そのような場所（空間）を作り出す要素としてイスやテーブルなどが挙げられる。その際、空間を作り出す要素が環境に合わせて自由に移動し形を変化させることによって人々のニーズに応える事が可能になるのではないかと考えた。そこでイスをロボット化することにより、人々と空間とのアクティビティをアフォードすることが出来るのではないかと考えた。

今回の Smart Agora では、空間を使う人に対してイス型のロボットが近づいていける設計とした。車輪を360度回転できるようにすることで自由な移動を可能とし、また人が座ることが出来るようにバネなどを内蔵している（図9-10）。

2.4. 人物・ロボット検出と位置推定^{注[2]}

今回の Smart Agora では魚眼カメラにより人物とイス型ロボットを検出して、イス型ロボットに情報が送られることによって、Smart Agora から飛び出し、人に近づき、Smart Agora に戻っていくなどの動作を可能にした。

2.5. 仮想タッチスクリーン^{注[3]}

Smart Agora では先に述べたように生活空間（もしくは公共空間など）の壁の一部分を切り出したものとして考えているため、情報を映し出すスクリーンは液晶モニターやパネルなどを用いず何もない壁に映像を映し出すことを条件とした。そこでプロジェクターとカメラを用いることで、何もない壁に仮想のタッチスクリーンを映し出すことを可能にした。

この仮想タッチスクリーンでは様々な情報を閲覧することができる。例えば、住居内の電力の消費量の視覚化、離れた家族と映像でのコミュニケーション、オフィスや公共施設での案内板としての役割、災害時の最初の情報源等多々考えられる。今回の Smart Agora では、学内の情報（施設案内や食堂のメニューなど）を仮想タッチスクリーンで自由に閲覧することができる^{注[4]}。

2.6. Smart Agora のシナリオ

Smart Agora を導入するにあたり、初期段階として以下のシナリオで進めた。

- ① 人が Smart Agora に近づく。
- ② イスが動き、所定の位置に着く。
- ③ スクリーンの“START”にカーソルを合わせ、ENTER ボタンをタッチする。
- ④ イスが人に近づいてくる。

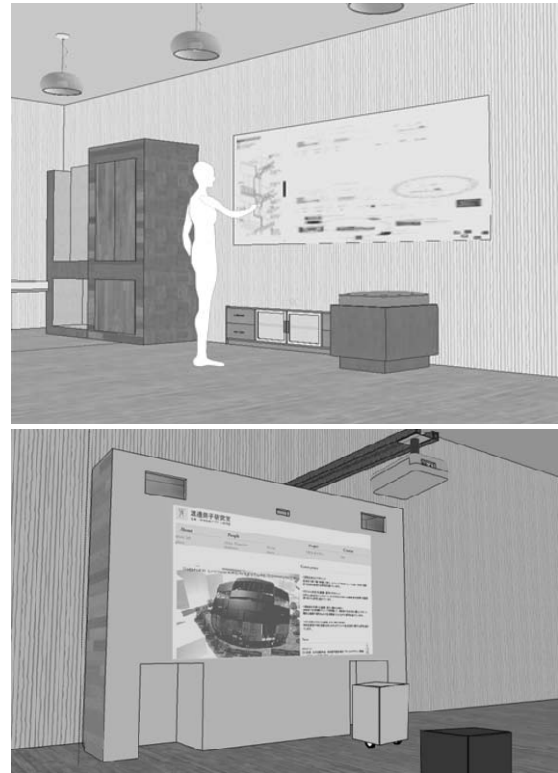


図 2.3：生活空間から壁の一部分を切り出したイメージ

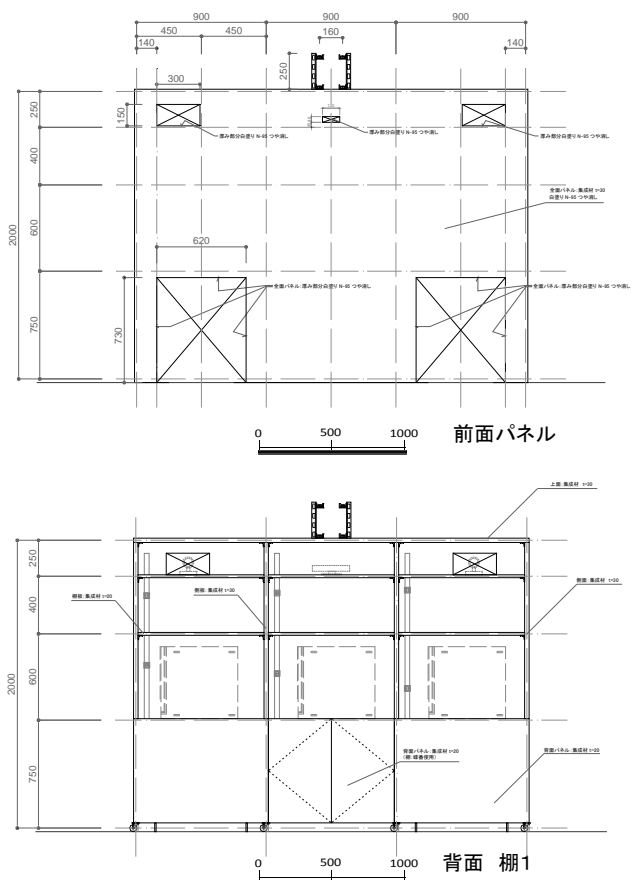


図 4.5：Smart Agora の図面一例

- ⑤ イスが近くまで来たら、スクリーンの“STOP”にカーソルを合わせ、ENTER ボタンをタッチする。
- ⑥ イスがその場で止まり、座ることができる。
- ⑦ 集まった人はイスに座ってスクリーンに映し出された様々な情報を閲覧することができる。
- ⑧ 終了時は、立ち上がったから“Log Out”にカーソルを合わせ、ENTER ボタンをタッチする。
- ⑨ イスが初期位置に移動する。
- ⑩ 人が Smart Agora の前からいなくなると、イスは自動的に Smart Agora の中に戻っていく。

以上のようなシナリオである。今回の Smart Agora では 2 人の集まりを可能にした。

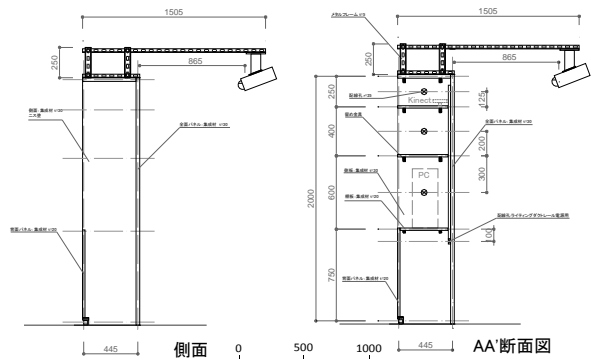


図 6 : Smart Agora の図面一例

3. Smart Agora の考察

3.1. 考察

今回の Smart Agora は大学の教室に設置し、製作関係者の学生でデモンストレーションを行った (図 11)。設置した Smart Agora の前に一辺約 3m の正方形を指定し、そのエリアを人物検知範囲とした。実験期間は 2012 年 9 月 22~23 日であった。

3.2. アンケート調査の結果と考察

Smart Agora を体験して頂いた一部の方に、Smart Agora についてのアンケート調査を行った。Smart Agora のニーズや仮想タッチスクリーンに対しての意見、ロボットに対しての意見、その他感想を調査内容とした。尚、一般の方の体験内容は仮想タッチスクリーンの操作のみとし、イス型ロボットが動作しているデモンストレーションをご覧いただいた上でアンケートに回答して頂いた。アンケート回答数は 15 部であった。

Smart Agora に対して、「おもしろい」と回答した人が一番多く 46%であった。その他「変わっている」「珍しい」「便利だ」などの回答があった。Smart Agora を体験した感想としては「会議に使用できそう」「情報入手に利用できて便利だ」等の回答が多くみられた。

また、Smart Agora を使用する場所としてふさわしいと思う場所を選択形式 (複数回答) で回答させた。結果を以下に示す。

- ・オフィス . . . 40%
- ・学校 . . . 33%
- ・ショッピングセンター . . . 27%
- ・レジャー施設 . . . 27%
- ・駅 . . . 20%
- ・飲食店 . . . 20%
- ・映画館 . . . 20%
- ・病院 . . . 20%
- ・住宅 . . . 13%
- ・観光案内所 . . . 13%
- ・コンビニ . . . 0%
- ・銀行 . . . 0%
- ・公園 . . . 0%

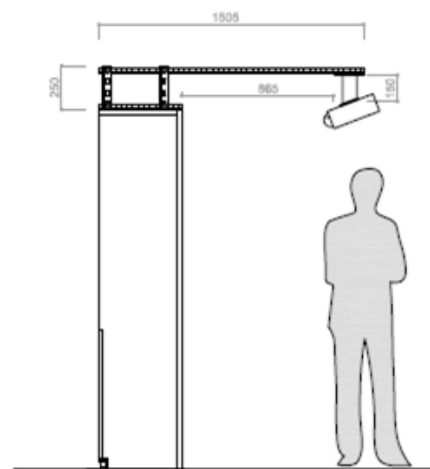
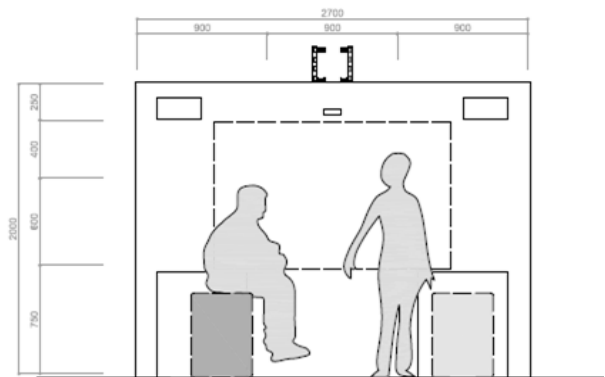


図 7, 8 : Smart Agora の使用イメージ

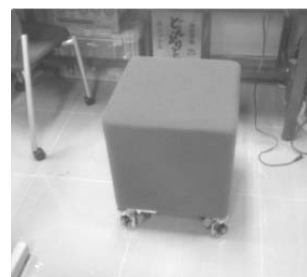


図 9 : イス型ロボット



図 10 : イス型ロボットの
身の様子

住宅に利用できそうだと思う人は他に比べて少なく、オフィスが圧倒的に多かった。その他ショッピングセンターや映画館、レジャー施設なども回答がみられた。

3.3. 建築・ロボット・ITのコラボレーション

今回のプロジェクトでは、建築、ロボット、情報の分野という異分野同士がコラボレーションをしてひとつの物を制作していくこととなった。異分野コラボレーションは革新的なものを生み出す可能性が大いにある。その反面、例えば、建築分野の観点からするとその物のデザインを重視しがちになるが、ロボットや情報の技術分野としては機能と精度を重視していかなければならない等、建築側の要求とロボット側の要求のように異分野間でのギャップが見られた。今回の Smart Agora での問題点を以下に列挙する。

- 1) イス型ロボットの入るニッチの大きさを検討する際、インフィルとロボットを一体化するためにニッチをロボットの大きさに合わせて設計したが、実空間でロボットを精度よく動かすためにはニッチの大きさに余裕を持たせなければならなかった。
- 2) 魚眼カメラを取り付ける際に、インフィルに埋め込むことを考えていたが、実空間での取り付け位置の関係により天井に直接取り付けることとなった。結果、魚眼カメラはインフィルとは物理的に切り離されてしまった。

4. まとめと今後の展望

本研究の第一歩としての Smart Agora では、建築・ロボット・情報の融合により人々とのアクティビティを可能にした。異分野とのコラボレーションには徹底したコミュニケーションが必要不可欠であり、建築空間の概念を異分野同士で相互に共有しておく必要があるだろう。

今後は建築・ロボット・情報の連携により、どのようなコラボレーションが可能になるのか、それはどのようなサービスを提供することができるのかを考察し、建築空間の機能とデザインを考察していきたい。

注[1]. 本技術は、東京電機大学 未来科学部 ロボット・メカトロニクス学科 情報駆動制御研究室によるものである。

注[2]. 本技術は、東京電機大学 未来科学部 ロボット・メカトロニクス学科 知能機械システム研究室によるものである。

注[3]. 本技術は、東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科 中島克人研究室によるものである。

注[4]. 情報のコンテンツは、東京電機大学 未来科学部 ロボット・メカトロニクス学科 情報化制御システム研究室により作成された。

【参考文献】

- 1) 「オープン・ビルディングの理念：ハブラーケン教授の講義と研究(建築論壇)」南 一誠 建築雑誌 115(1461), 52-55, 2000-10-20
- 2) 「オープンアーキテクチャ：インナーサポートの提案 -ロボット、IT と連携する建築空間の界面-」渡邊朗子 デザインシンポジウム梗概集 2010

*1 東京電機大学大学院 未来科学研究科建築学専攻 渡邊朗子研究室

*2 東京電機大学 未来科学部建築学科 准教授

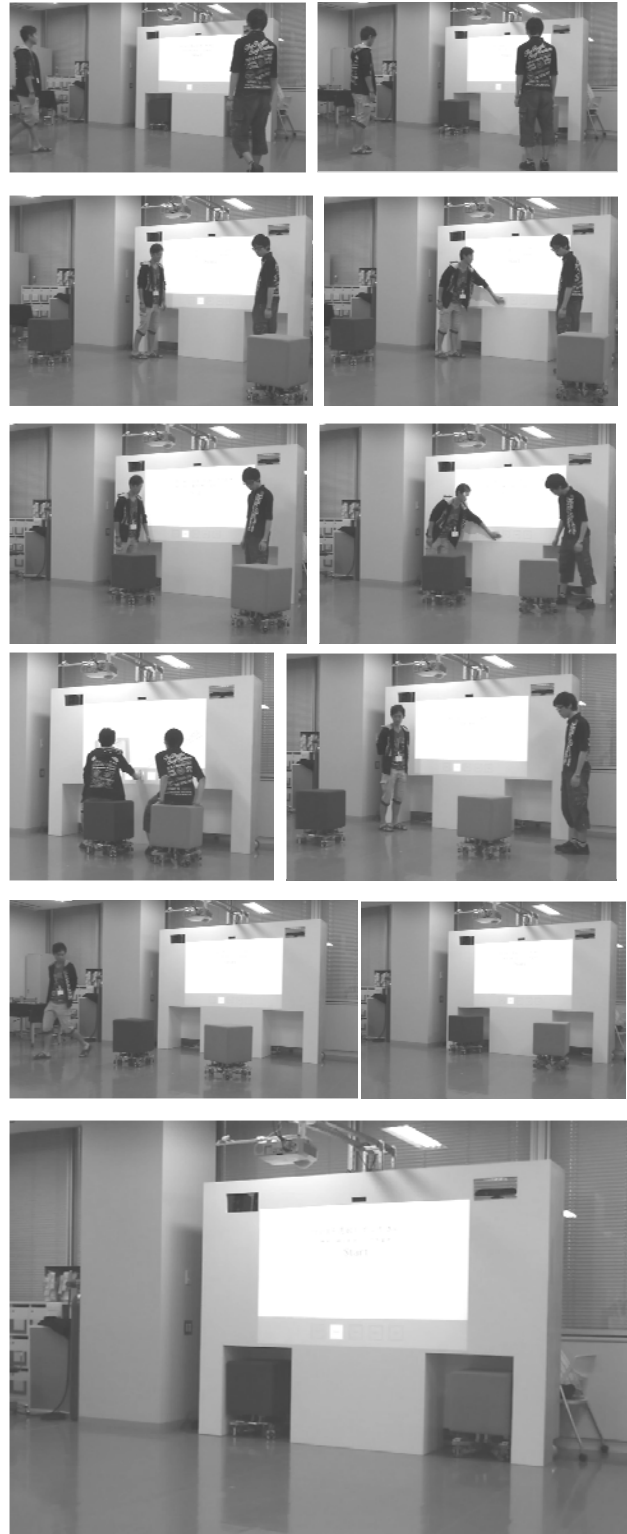


図 11：実際に Smart Agora を使用した時の映像