# 人通りが多い日常環境でサービスする接客ロボットやロボットサイネージのための社会的知能の研究開発
# Social Intelligence for Customer Service Robots and Robotic Signage

**研究代表者**
萩田　紀博　株式会社国際電気通信基礎技術研究所
Norihiro Hagita　ATR

**研究分担者**
宮下 敬宏[†] 神田 崇行[†] 亀井 剛次[†] 内海 章[†] Morales Saiki Luis Yoichi[†]
佐竹 聡[†]　小泉 智史[†]　堀川 優紀子[†]　塩見 昌裕[†]　石井 カルロス 寿憲[†]
Even Jani[†] Ferreri Florent[†] 前田 武志[††] 今川 拓郎[††] 横山 智彰[††]
Takahiro Miyashita[†] Takayuki Kanda[†] Koji Kamei[†] Akira Utsumi[†] Luis Yoichi Morales Saiki[†]
Satoshi Satake[†] Satoshi Koizumi[†] Yukiko Horikawa[†] Masahiro Shiomi[†] Carlos Toshinori Ishii[†]
Jani Even[†] Florent Ferreri[†] Takeshi Maeda[††] Takuro Imagawa[††] Tomoaki Yokoyama[††]
[†]株式会社国際電気通信基礎技術研究所　[††]ヴイストン株式会社
[†]ATR　[††]Vstone

**研究期間**　平成 27 年度～平成 28 年度

**概要**
接客ロボットやロボットサイネージの現場導入を促進するための２つの問題（社会常識の欠如、ロボットの専門家しかプログラムを作れない）を解決する社会的知能に関する技術として、社会常識クラウド（ロボットがクラウドを介して社会常識を活用する技術）、見よう見まね教示技術（ロボットの専門家ではない店員などがロボットに仕事を教示する技術）、およびそのシステムを開発した。複合商業施設などでの実証実験を実施し、有効性を示した。

## １．まえがき

サービス業は人手不足が深刻で、ロボットによる接客、広告・宣伝（ロボットサイネージと呼ぶ）の事業化への期待が高い。しかし、現在のロボットは来客の動線を妨げないようにするなどの社会的な常識や、現場で仕事を見よう見まねで習得するなどの社会的知能が欠如している。

そこで、本研究開発では、社会的知能に関する人工知能技術（社会常識クラウド、見よう見まね技術）を開発し、接客ロボットやロボットサイネージの成果展開を目指す。具体的には、平成 27 年 11 月 16 日から約 1 年 4 ヶ月半をかけて、社会的知能に関する人工知能技術およびシステムを開発し、実際の店舗などで接客ロボットやロボットサイネージの成果展開に向けた実証実験を行い、その有効性を示した。社会的知能に関する人工知能技術としては、図 1 に示す以下の２つの課題を研究開発する。

**課題１**：社会常識クラウド技術（図 1(a)）：ロボットがやってはいけない社会常識（客が不快に思うこと、例：ロボットが入り口に立ち、来客の動線を妨げてしまう等）を獲得し、クラウドで多地点のロボットが共有する技術

**課題２**：見よう見まね技術(図 1 (b))：ロボットにやってほしいこと（店員のようにその場の状況に応じて客たちを誘導し、商品を売る行動）をロボットに教える技術

(a) 社会常識クラウド技術　(b) 見よう見まね技術

図１　社会的知能技術の実現イメージ

## ２．研究開発内容及び成果

### ２．１　社会常識クラウド技術

社会常識クラウド技術の研究開発として、人々の位置・行動を計測するセンサネットワークシステムの構築、計測されたデータから社会常識の要因となる対象を抽出するアルゴリズムの開発、５つの社会常識要因を反映した社会常識クラウドの実装、以上の３つを実施した。

人々の位置･行動を計測するセンサネットワークシステムとして、環境に設置して使用するスタティックセンサネットワークと、移動するロボットに設置して使用するダイナミックセンサネットワークのプロトタイプを構築し、クラウドに人々の位置・行動が集約されることを確認した。

社会常識の要因となる対象を抽出するアルゴリズムは、まず、ショッピングモール内で計測した３次元距離データから、サービス提供の対象となる人々を抽出するアルゴリズムを開発した。ATR が所有する「人位置データベース」（http://www.irc.atr.jp/crest2010_HRI/ATC_dataset/）から、店舗の周辺を移動する１万人以上の移動軌跡データセットを構築し、ロボットが声をかけるべきではない忙しい人や、案内や声かけが有効と思われる、遅く移動したり立ち止まったりする人を検出できるアルゴリズムを開発した。これらのシステムおよびアルゴリズムを活用し、５つの社会常識要因を反映した社会常識クラウドを実装した。ATR の過去の研究開発成果から、接客ロボットやロボットサイネージで活用可能な社会常識要因認知モデルとして、混雑を起こさない、他店舗のテリトリーを侵さない、不適切な場所で待機しない、忙しそうな人には声をかけない、以上の 4 つを選択し、社会常識クラウドとして実装した。さらに、複数の顧客が店員からのサービス提供を待っているときに、サービス提供の順番を把握することは、接客時に重要であることが店舗の店員へのヒアリングで明らかになったため、５つめの社会常識として実装した。サービス提供順序に関する社会常識は、実装しているロボッ

トと実装していないロボット、それぞれにチラシ配りを行わせた際の動作を撮影した映像を用いて、接客業経験のある被験者 20 人に対し主観評価を行い、社会常識を実装したロボットの方が顧客に対して公平であると感じられることが統計的に有意であることが明らかになった。

### ２．２　見よう見まね技術

店員がロボットにやって欲しいことを見よう見まねでロボットに教示できる手法を提案し、有効性を実証実験で検証した。

店舗業務経験者にヒアリングした結果、接客ロボットやロボットサイネージには、音声アナウンス、呼びかけ、音声アナウンスしながら巡回、顧客に近づいて呼びかけ、チラシ・サンプルの配布、以上の５つのタスクをして欲しいこと、その際にロボットが学ぶべきパラメータは、発話内容、声をかける顧客の特徴（性別、年代など）、（顧客の位置や流れに対する）ロボットの身体の向き、（顧客の邪魔になる場所を避けるための）ロボットの立ち位置、以上の４つであることがわかった。また、ロボットに教示する予備実験の結果から、教示者は、発話インターバル（繰り返し発話の間隔）、発話タイミング（通行人（顧客候補）の位置と発話の長さにあわせた発話開始のタイミング）、移動開始タイミング（通行人（顧客候補）に近づくタイミング）、以上の３つを無意識に調整していることも明らかになった。ヒアリングから明らかになった 5 種類のタスクに対して、これらの７つのパラメータを教示するシステムを構築し、見よう見まね教示・実行システムを実現した。これによるロボットの調整は、スマートフォンの GUI によってパラメータを入力する明示的な教示方法に比べ、教示にかかる時間が短く、パラメータ修正回数も少ないことを 19 人の被験者による実験で明らかにした。

### ２．３　ロボットサイネージプラットフォーム

ロボットサイネージを事業展開しやすくするためのプラットフォームとして、ロボットサイネージプラットフォームを構築した（図２）。

ロボットサイネージプラットフォームを現場で活用することを想定し、仕様が異なる 6 箇所（伊賀鉄道上野市駅、明治記念館、浅草六区ブロードウェイおよび複合商業施設（ATC、大阪市住之江区）など）の実証実験場所でロボットサイネージに重要となる広告・宣伝・呼び込み・接客・案内を用いた仕様検証を行った。いずれの環境でも正しく機能することを確認出来た。

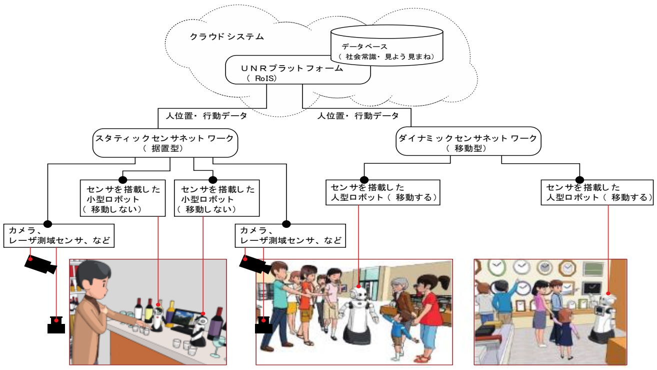


図２　ロボットサイネージプラットフォーム

### ２．４　国際標準化

標準化団体 OMG (Object Management Group)において、対話サービスのためのロボット機能コンポーネント技術の仕様（RoIS Framework）に、本研究開発成果を反映させて改訂する標準化活動を進めた。RoIS 1.1 改訂仕様案は平成 28 年 8 月に発行された。

## ３．今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究開発成果は、接客サービス提供分野において活用されつつあるサービスロボットに適用できる技術であり、協力機関である一般社団法人 i-RooBO Network Forum（IoT、ロボット関連企業 335 会員（H29 年 6 月現在））を通じて関連企業に適宜技術を紹介し普及を促す。さらに、協力機関である株式会社Mビジュアルが中心になり、ロボットサイネージ事業を展開する。平成 29 年度下期にはMビジュアルが観光客等を対象とした商店街でのロボットサイネージサービス実証実験を実施し、平成 30 年度から適宜導入していく計画である。

## ４．むすび

接客ロボットやロボットサイネージの事業化を目指して、社会的知能に関する 2 つの技術（社会常識クラウド技術、見よう見まね技術）とロボットサイネージプラットフォームを研究開発し、実店舗等での実証を通じてその有効性を示した。本研究開発の成果がロボットサイネージのコア技術として広く活用されることを期待する。

**【誌上発表リスト】**


[1]Koji Kamei, Toshio Hori, “Component Framework for Robotic Functional Services Standardization and Future Extension of OMG RoIS (Robotic Interaction Service) Framework”, IROS2016 International Workshop on Robot Modularity, https://clawar.org/wp-content/uploads/2016/10/LT2.pdf　(2016/10/10)

[2]Kana Uotani, Masayuki Kanbara, Shogo Nishimura, Takayuki Kanda, Satoru Satake, Norihiro Hagita, “Social Common Sense Modeling of a Spread-out Queue in Public Space for a Service Robot”, The 2017 Conference on Human-Robot Interaction (HRI2017), pp. 311-312, (2017/3/6)

[3]Yoha Oishi, Takayuki Kanda, Masayuki Kanbara, Satoru Satake, Norihiro Hagita, “Toward End-User Programming for Robots in Stores”, The 2017 Conference on Human-Robot Interaction (HRI2017), pp. 233-234, (2017/3/6)


**【申請特許リスト】**

[1]佐竹　聡、神田　崇行、サービス提供ロボットシステム、日本、2016 年 3 月 24 日、特願 2016-59439

[2]佐竹　聡、神田　崇行、サービス提供ロボットシステム、日本、2016 年 3 月 24 日、特願 2016-59440

[3]MORALES SAIKI Luis Yoichi 、 EVEN Jani 、FERRERI Florent、3 次元地図生成システム、日本、2016 年 4 月 27 日、特願 2016-088826

**【国際標準提案リスト】**

[1]Object Management Group(OMG)・OMG Technical Meeting(LA Jolla,2015) ・ pp.1-5,11-13,16/RoIS 1.1 Charter ・ t of the Robotic Interaction Service Framework 1.1 RTF Revision Task Force to the OMG Domain Technical Committee、2015 年 12 月 7 日

**【報道掲載リスト】**

[1] “店員まねる接客ロボ”、読売新聞、2017 年 5 月 31 日

[2] “ロボ店員お弁当いかが”、毎日新聞、2017 年 5 月 31 日

[3] “接客店員後輩はロボット”、読売新聞、2017 年 6 月 8 日