

人間と AI ロボットのコミュニケーションの実践 ——タケロボ社の研究・開発をケースとして——

AI-based communication robots and co-creation in service context:
a case study of Takerobo Corporation

李 晨^{※1}・遠藤 誠二^{※2}

LI Chen and ENDO Seiji

【要旨】AIが注目され、様々な分野で活用されている。そして現在、AIは技術革新によりさらに進化している。しかしながら、AIがますます人間とコミュニケーションをとりつつある中で、AIとはどのようなものなのかまだわからないところも多い。そこで小論は、タケロボ社のケースを通じてその問題点を明らかにすることを目的とする。

【Abstract】 Artificial Intelligence (AI) has been attracting attention and is being used in various fields. Currently, AI is evolving further through technological innovation. However, while AI is increasingly communicating with humans, there are still many areas where we do not understand what AI is. The purpose of this case study is to take the first step toward clarifying this question through the case of Takerobo Corporation.

キーワード：AI (Artificial Intelligence), タケロボ社, コミュニケーション
Key words: Artificial Intelligence (AI), Takerobo Corporation, Communication

1 はじめに

総務省 (2018) がまとめた「平成 30 年版情報通信白書」において、日本の人工知能に関わる現状は、多様な分野で新たな価値を創出し、持続的な経済成長、より豊かな国民生活の実現を支える基盤技術であり、国際競争力を強化する上で極めて重要な技術であることが示されている。そして、企業は自らの事業領域において競争優位性を構築、強化するだけでなく、経営資源を有効活用し、他の事業者と連携する活動がますます重要となってきた。その手段として AI (Artificial Intelligence: 人工知能) が、多くの企業で導入されつつある。現在 AI は、ビジネス活動において非常に重要な技術の一つであり、AI の進歩は共創の実現を加速させている。企業が、顧客とのコミュニケーションを有効に実現できれば、よりカスタマイズされた製品やサービスを提供でき、激しい市場競争の中で生き残ることができる。そこで小論では、AI の中で、特にコミュニケーション・サービス分野に向けて進化を続けているタケロボ株式会社 (以下、タケロボ社) のケースを分析し、人間と AI とのコミュニ

ケーション分野の研究・開発の実践においてタケロボ社が果たす役割を明らかにする。

2 AI (Artificial Intelligence)

2-1 AI とは

AI に関する議論は、1956 年 John McCarthy によって「知性を持つ機械を作る科学技術」という定義に始まるとされる (総務省, 2016)。日本では、平成 28 年の官民データ活躍推進基本法により、AI は「この法律において『人工知能関連技術』とは、人工的な方法による学習、推論、判断等の知的な機能の実現及び人工的な方法により実現した当該機能の活用に関する技術をいう」と定義されている。

2-2 AI 研究の歴史

人工知能 (AI) の研究は 1950 年代から続いているが、その過程ではブームと冬の時代が交互に訪れてきたとされ、現在は第 3 次のブームとして脚光を浴びている (図 1)。総務省 (2016) によれば、AI の歴史は古く、1956

※1 東海大学大学院経済学研究科博士後期課程

※2 東海大学政治経済学部経営学科教授

年に人工知能という言葉が登場し、1960年代は、コンピュータによる「探索と推論」をすることが可能となり、第1次AIブームとなった。1980年代の第2次AIブームでは、コンピュータに専門分野の知識を十分に与えて多数のエキスパートシステム（特定の問題に対して、専門家のような受け答えをする機械であり、AI研究から生まれたコンピューターシステム）を生み出す。その後、2010年代からは第3次AIブームが到来し、特に機械学習が注目されるようになった。2012年のディープラーニング技術を用いたAIの開発や膨大なビッグデータとしての利用が、現在の躍進へとつながっている。

さらに、囲碁において、Alphabet子会社のDeepMind社が開発したAlphaGoが2015年に初めてプロ棋士を破り、2016年には世界トップレベルの韓国プロ棋士に勝ったことは、広く衝撃を与えた。その後、AI関連の研究が進む中で、目覚ましい研究成果を出すようになってきたことから、再び注目を集めるようになった。

年代	事柄	ブーム / 停滞期
1945	コンピューターの誕生	
1950	神経回路モデル	第1次 AIブーム (探索と推論)
	チューリングテスト	
	AIという用語の出現	
	LISP言語	
1960	パーセプトロンの限界の指摘	冬の時代
	フレーム問題	
1970	エキスパートシステムの開発	冬の時代
	PROLOG言語	
1980	AIの産業化	第2次 AIブーム (知識表現)
	第5世代プロジェクト開始	
	機械学習	
	ニューラルネットワークの復活	
1990	遺伝的アルゴリズム	冬の時代
	強化学習	
	AIブームの終焉	
2000	ディープラーニングの提唱	
2010	ディープラーニング	第3次 AIブーム (機械学習)
	Watsonがクイズ番組で人間に勝利	
	敵対的生成ネットワーク	
	画像認識の精度が人間を上回る	
	AlphaGoが囲碁でプロ棋士に勝利	

図1 人工知能 AI の歴史

(出典) 総務省「ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究 報告書」(平成28年)により作成

3 ケース・スタディー

コミュニケーション・ロボットを活用した接客サービスなどは、顧客のニーズに求められている持続的イノベーションであるが、ロボットの開発・導入を進めることは容易ではない。例えば、2014年に自らの感情を持つ世界初の人型ロボットとして登場したペッパー (Pepper) は大きな注目を集め、初回販売分1000台は予約開始から1分で完売するほどであった。しかしながら、ペッパーの開発・販売元であるソフトバンクロボティクスが、約300億円の債務超過だと報じられた (藤川, 2017)。こういった数字面で見ると決して成功しているとはいえ、ペッパーを中心とした事業からの転換が求められている。さらに、日本経済新聞 (2021) の報道によると、ソフトバンクロボティクスは日本や中国、欧米などで店舗の接客用といった需要が減り、2020年夏から生産を止めている。現在でもペッパーの販売は続けており、需要が回復すれば生産を再開することも検討しているという。

同時に、開発企業、導入施設 (公共・商業施設、店舗)、研究機関、役所など多くの行政機関が関与しているが、AIに関する専門知識や技能が必要であることから、コミュニケーション・ロボットを活用したサービスには様々な課題あると考えられる。そこで小論では、AIを活用した案内・接客・宣伝サービスなどを提供し、顧客との共創を効果的に行うことを目指すタケロボ社を選定した (Yin, 2013)。この調査は主に、タケロボ社の代表取締役社長の竹内清明氏へのインタビューとタケロボ社のウェブサイト、さらに文献資料などを基に分析を行った。インタビューの主な質問内容は、これまでの調査で使用されたものを基に作った (e.g., Endo & Kincade, 2008; 遠藤, 2020)。具体的な質問項目の例には、タケロボ社の沿革や開発・経営活動、企業間連携活動の展開や進展、AIロボット市場の現状と課題などが含まれる。

3-1 創業の経緯と企業の沿革

はじめにタケロボ社の概要および沿革を示すと図2、図3のようになる。そこにみられるように、同社は、2011年8月に竹内清明氏が創業した電気・電子・通信ならびに精密機械器具の製造・販売・修理、ロボットやロボット技術 (ハードウェア、ソフトウェア) を活用した製品の製造・販売、各種受託開発などに取り組む企業である。

社名	タケロボ株式会社
所在地	〒141-0022
	東京都品川区東五反田 5-27-10 野村ビル 9F
代表電話	03-6447-7672
設立	2011年8月31日
資本金等の額	194,000,000円
役員	代表取締役社長 竹内 清明
	取締役 野津 麻美子
	取締役 堀 泰士
	監査役 鶴月 健彦
事業内容 (定款)	(1) ロボットの製造、販売、賃貸および修理
	(2) ロボット技術（ハードウェア、ソフトウェア）を活用した製品の製造、販売、賃貸および修理
	(3) 各種受託開発
	(4) インターネットを利用した各種サービスの提供

図2 タケロボ社・会社概要

(出典) タケロボ社ホームページ情報
(2021年11月5日現在) により作成

年月	事項
2011年8月	タケロボ株式会社設立
	所在地-東京都江東区大島六丁目 資本金-9,990千円
2012年6月	芝浦工業大学と「サービスロボットの実用化に関する研究」を開始
2012年10月	クラウド型研修システム「いつでもマナブくん」の提供開始
2013年3月	大型サービスロボット「サッチャン」を製品化
2013年10月	資本金を17,000千円に増資
2013年12月	浜松町オフィスを開設 住所-東京都港区芝大門二丁目
2014年12月	小型サービスロボット「ロボコット」の1号機が完成
2015年6月	資本金を20,000千円に増資
2015年10月	資本金(準備金含む)を134,000千円に増資
2016年1月	本社の移転と事務所の統合 住所-東京都中央区築地一丁目
2016年7月	ハウステンボスの「変なレストラン」にIBM Watson 連携ロボットを導入 IBM Watson のビジネス兼テクノロジーのパートナーに認定
2017年1月	機能強化した新ロボコットを製品化、ロボコット管理クラウドの提供開始
2017年2月	埼玉大学と「ロボット・AIを活用した子供向けコンテンツに関する研究」を実施

2017年6月	コミュニケーションスタンド「コミニスタ」の提供開始
2018年3月	マルチデバイスコミュニケーションシステム「マルコシス」の提供開始
2018年6月	第三者割当増資によるマイカホールディングス株式会社の子会社化 資本金(準備金含む)-194,000千円
2018年8月	本社の移転、住所-東京都品川区東五反田五丁目
2018年11月	3Q Chatbot(サンキューチャットボット)の提供開始
2019年12月	3Q Search(サンキューサーチ)の提供開始
2020年9月	品川区の社会貢献製品にAIコミュニケーションシリーズが認定

図3 タケロボ社の沿革

(出典) タケロボ社ホームページ情報
(2021年11月5日現在) により作成

ここではまず創業以前の竹内清明氏の経歴についてふれておきたい。竹内氏はコンピューター会社に入社し金融業務、IT業務に携わる傍ら専門大学院に通う。その後、車のドライブレコーダー製造の会社に就職。約20年前に「次の時代はAIやロボットが中心になっていく」と確信してAIロボット事業に専念。2011年に独立・起業し、AIロボットの開発と提供に取り組んできた。

タケロボ社では、「ロボットの開発と提供により、豊かな社会と明るい未来づくりに貢献いたします」を企業理念に掲げ、「ロボットをつくる、笑顔をつくる、未来をつくる、人をつくる」という経営ビジョンのもと、AIロボットの開発と提供に取り組んでいる。また、玩具・人形や日用品雑貨、キャラクター商品などを扱い、AIチャットボットやAIサーチなどのサービス事業も行っている。

図3にあるように、タケロボ社は、創業当初、東京都江東区に所在し、2013年12月に浜松町オフィスを開設した、2016年1月に本社の移転と事務所の統合を行い、東京都中央区に移転した。2018年8月に東京都品川区へと本社を移転し、現在に至っている。

同社は新型サービス・ロボットを開発するたびに投資家から資金が集まり、2013年7月に資本金を16,000千円に増資、2013年10月に資本金を17,000千円に増資、2015年6月に資本金を20,000千円に増資、2015年10月に資本金(準備金含む)を134,000千円に増資、さらに、2018年6月にマイカホールディングス株式会社との資

本業務提携（第三者割当増資による子会社化）を実施し、最終的に資本金 194,000 千円（準備金含む）となった。

3-2 製品開発、採用・導入・稼働

図4は製品開発における重要事項、図5は主な製品ラインナップを筆者がまとめたものである。開発プロセスでは、市場創出の考慮となる以下のような試行・実証実験・導入・出展活動がみられる。

まず、大型サービスロボット「サッチャン」を製品化後、芝浦工業大学と連携して国際ロボット・カンファレンス 2013, Japan Robot Week 2014 に展示、また東芝ソリューションや荏原製作所にレンタルし、長崎県ハウステンボスのゲームの王国に導入した。2014年に小型サービスロボット「ロボコット」の1号機を、商店街、都市銀行、大泉寺（静岡県富士宮市）に試行設置を行った。2015年には長崎県ハウステンボスで「変なホテル」に「サッチャン」や「ロボコット」を導入した。

「ロボコット」は、2016年に焼津信用金庫（現しずおか焼津信用金庫）に試行導入した後量産を開始し、世間の注目を浴び、さらに、ハウステンボスの「ロボットの王国・変なレストラン」に IBM Watson と連携したコンシェルジュロボットとして納品された。その直後、エコシステムプログラムに参加し、IBM Watson を活用したアプリケーションやサービスを提供する「ビジネスパートナー」と IBM Watson を活用したアプリケーションの開発や導入に関するコンサルティング、技術支援を行う「テクノロジーパートナー」の両方に認定された。

さらに、2017年に IBM Watson の関連機能を強化、提供して新型「ロボコット」および、スタンド型のコミュニケーションデバイス「コミニスタ」も製品化した。同年、「ロボコット」は愛知県蒲郡市の「変なホテル・ラグーナテンボス」に客室用ロボットとして納入され（図6）、羽田空港にも翻訳ロボットとして採択、4カ国語で各種空港案内を行った。

2018年に、メール等での対応に比べ利用者が気軽に質問でき、スタッフの負担も軽減できるマルチデバイスコミュニケーションシステム「マルコシス」を製品化した。3Q Chatbot もリリースした。2019年に、3Q Search の提供を開始し、マルチデバイス対応ができ、3Q Chatbot との併用によって、利便性は大幅にアップする。

それと同時に、大学との共同研究やホテル・商業施設の導入だけでなく、役所、自治体、金融機関、ショッピングモールや、病院・クリニック・薬局など医療関連機

関の場に設置し、「ロボットを活用した共同実証実験事業」において、ロボコットなどが採用・導入され、稼働している。

タケロボ社は、いくつかの実証実験、導入や出展への参加を通じて、現場のノウハウおよび技術のノウハウを獲得している。

また、実証実験でも成果をあげている。イオンモール幕張新都心（図7）、成田および新利府北館において、新 AI インフォメーションシステムをインフォメーションカウンターに設置し、買い物顧客への音声での案内や外国語の対応を提供。Q&A データが膨大であっても、分類化、ルール化がしやすく、顧客サービス向上を支援できることが検証された。さらに、岐阜県大垣市で2回の実証実験事業に「ロボコット」を設置し、2019年1～2月に役所での案内や説明を行い、11～12月、役所での筆談サービスの提供を行った。2021年4月に、株式会社 MILIZE との業務提携による、東京都杉並区の庁舎案内業務実証実験として（図8）、「誰でも簡単に使える、回答精度が高い、回答内容をすぐに修正できる」という3つの効果が確認できた。「新年度から複数台設置して案内業務をこれまで以上にスムーズに進める体制にします」と杉並区役所の担当者石河内氏（MILIZE, 2021）は語っている。

また、2020年10月に東京都品川区役所が「ロボコット」を導入し、品川区の社会貢献製品に、AI コミュニケーションシリーズが認定された。金融機関においては、2020年6月に遠州信用金庫が AI サーチを用いた金庫内用 Q&A システムを導入した。商業施設においては、2019年4月にココカラファインで、マルコシス・AI を用いた社内 Q&A システムが稼働開始し、全国約 1500 店舗において日々発生する Q&A に AI が迅速に対応している。2020年10月には、3Q Chatbot がサーモセルクリニックに納入された。

その他、2020年11月に京都大学と「ほっこりーの」による子育て支援プロジェクトが「ロボコット」を導入した。2021年4月に京都府亀岡市にガレリアかめおか内こどものあそび場「かめまるランド」に「ロボコット」を設置し、子育てに関する悩み相談を実施している。2021年5月に埼玉県蕨市に無人子育て相談室に「ロボコット」を WARABO として設置し（図9）、AI による子育て相談とテレビ電話による医師、専門家、先輩ママからのアドバイスを提供している。

出展では、2015年10月、FIT2015（金融国際情報技術展）に「ロボコット」を展示、2018年11月、Future

Travel Experience Asia Expoには羽田空港が「ロボコット」を展示した。2021年10月, AI EXPO (幕張メッセ)にて, MILIZE社のブースへ共同出展され, 世間のAIロボットへの関心を高めることに寄与している。



図4 タケロボ社の主な製品開発の歴史
(出典) タケロボ社ホームページ情報
(2021年11月5日現在) により作成

ラインナップ

<p>親近感重視の ロボット型</p> <p>コミュニケーションロボット 「ロボコット」</p>  <p>かわいいキャラクターで抜群の集客力とおもてなしを発揮</p>	<p>実務重視の スタンド型</p> <p>コミュニケーションスタンド 「コミニスタ」</p>  <p>ビジネスシーンやフォーリアルエリアでAIによる接客を実施</p>	<p>汎用性重視の システム型</p> <p>マルチデバイス コミュニケーションシステム 「マルコシス」 MulCoSys</p>  <p>あらゆるデバイス・システムをAIコミュニケーション化</p>	<p>価格重視の チャットボット</p> <p>リズナブルチャットボット 「サンキューチャットボット」 3Q Chatbot</p>  <p>Quick Answer Quick Start Quick Update</p> <p>簡単に安価しかも高性能なAIチャットボット</p>
--	---	---	--

図5 タケロボ社の主な製品ラインナップ
(出典) タケロボ社ホームページ情報
(2021年11月5日現在) により作成



図6 変なホテル・ラグーナテンボスの客室に置かれたロボコット (出典) タケロボ株式会社



図7 イオンモール幕張新都心
(出典) タケロボ株式会社



図8 東京都杉並区にロボットを活用した総合案内業務
(出典) 株式会社 MILIZE



図9 WARABO に子育て相談
(出典) 蕨市役所

3-3 業務連携

なお、市場開拓に専念してきたタケロボ社は、2016年、ロボットの自然言語対話でのコミュニケーションを可能にし、利便性を向上させるために IBM Watson と連携した。

この連携は、双方の開発者にとってメリットが大きい。タケロボ社によるクラウド環境での高次認知機能をすぐに利用できたり、同社のロボット、アプリケーションとシステムを利用することは、個々のロボットに向けた認知機能を作り込むのに比べて情報資源や研究開発の点で効率がいい。また、IBM Watson の機械学習により、優れたコミュニケーション力を発揮したり、データ分析や様々なロボットとの連携も可能となる。さらに、コンテンツデータはクラウドサービスで一元管理でき、店舗や現場スタッフによるメンテナンスは不要である。

顧客にとっても、高性能な AI ロボットを身近に利用できるようになって、タケロボ社の「ロボコット」という親しみやすい形で IBM Watson とのコミュニケーションを始めやすいメリットがある。タケロボ社の竹内社長に行ったインタビューで次のように両社の連携を紹介している。

「オリジナルの AI が作れる。例えば、イオンモール幕張だったらイオンモールばかりの事しか答えないですよ。OK google, (では) それ (ある事柄に特化したオリジナルの AI 作成) してくれないですよ。なので、そのオリジナルの AI を作るってなると、やっぱり Watson の方がいい。Google や Siri よりも優れている (ので) そう (Watson を採用) する。」

その他に、コミュニケーション AI と分析 AI の融合による利便性向上を図るために、2020年9月に株式会社 MILIZE と業務提携を行った。MILIZE はビッグデータを評価・分析・指針策定等を行う分析 AI ソリューションを提供する一方、タケロボ社は、顧客からの質問等に対し、回答・案内・情報抽出を行うコミュニケーション AI ソリューションを提供する。この提携によりさらなる円滑なアプローチが可能になり、金融ノウハウを生かした各種コンテンツやデータ等それぞれ金融機関にとって最適な AI ソリューションをタイムリーに届けることができ、パーソナルなサービスを提供できるようになる。

今後、両社は with コロナ時代にふさわしいタッチレスの音声認識 AI ロボットおよび AI ソリューションを地方自治体、官公庁、商業施設、大学などの教育機関、金融機関等へ展開、普及を促進させる狙いである。

4 考察

近年、科学技術・ICT の急激な進化により、情報、人、モノが瞬時に結び付き、相互に影響を及ぼし合う新たな社会が生まれつつある。特に、AI、IoT、ビッグデータ、ロボティクスなどと相まって、製品、サービス、知識や価値の創造プロセスは大きく変わりつつある。人間は収集、蓄積した膨大なデータや人間活動における言葉・会話をコンピューターに処理させることにより解決に導くことが期待されている。

タケロボ社は芝浦工業大学との関連研究を通じて、サービス・ロボット「サッチャン」を実用化し、技術を身につけ、これを土台に同社のアピール用にマスコット・ロボット「ロボコット」を開発・製品化し、業界の注目を浴びた。

その後 IBM Watson と連携し、新型「ロボコット」を製品化し、スタンド型のコミュニケーションデバイス「コミニスタ」も製品化した。さらに、タブレット、スマホなど「マルコシス」に接続されたあらゆるデバイスを一元的に管理することができ、3Q Chatbot や 3Q Search の提供も、マルチデバイス対応ができ、利便性は大幅にアップする。同時に、芝浦工業大学、埼玉大学、京都大学、東海大学との共同プロジェクトが形成され始めた。この場合は、子供の学習支援および成長支援、子育て AI ロボット、学生用チャットボットなどの実証実験や共同研究を含んだものである。これに伴い、ロボット業界の MILIZE との業務提携の構築が進められる。今後もタケロボ社は、コミュニケーション・ロボット分

野の発展を促進する役割を果たすことになるだろう。

タケロボ社は、「ロボコット」, 「コミニスタ」, チャットボットなど多様な用途の AI ロボットを開発し、ユーザー（企業、自治体、官公庁、教育・医療機関なども含めて）とのコミュニケーションを行い、既に開発や販売実績を持つ。また、共創活動のパートナーシップを形成し始めている。さらに、製品開発、実証実験、運用実験、製品販売などを通じてユーザーとのコミュニケーションによって培われた企業の能力をベースにし、製品開発、提供およびユーザーからのフィードバックによるさらなる開発というループを繰り返している。今後タケロボ社は急進的市場への対応や AI 技術を推進する役割を果たしていくであろう。

5 まとめ

小論は「はじめに」で述べたように、先行研究から、タケロボ社の創業の経緯、企業沿革、製品開発、同社と IBM Watson および株式会社 MILIZE の共創活動の事例を取り上げた。

ここでは、以上の分析を要約した後、今後の展望を論じる。タケロボ社にとって、2011年の会社設立以来これまでの10年間は、基礎固めの時期であり、研究開発や実証実験という仕組みを確立したと言える。今後量産製品の販売により同社の AI ロボットやサービスがいろいろな業界で普及し、それに伴いコミュニケーション AI での様々な標準の形成に基づいて、ロボットの一部は技術的に成熟し、モジュラー化へ移行する可能性もある中で、タケロボ社側も必要な技術を全て自社で持つことはできず、共創は不可避であった。

AI において、エンジニアの存在が不可欠な役割を果たしていることから、技術者の背景を持つ社長だからこそ AI ロボットに関する発想力を発揮できるであろう。以上に加え、順調に進み、企業規模や業務内容が拡大した場合、現在の企業の経営方針や多数の外部との連携を推進する能力、これにどう対処するかという点が、今後の研究で注目すべき課題であろう。

参考文献

【日本語文献】

- 遠藤誠二. (2020). 共創によるカスタマイゼーションのメカニズム：弘前工業研究所のエコシステムを中心に. 東海大学総合社会科学研究, (3), 35-41.
- 官民データ活用推進基本法（平成 28 年法律第 103 号）, 第 1 章第 2 条第 2 項.
- 総務省. (2016). ICT の進化为雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究 報告書.
- 総務省. (2018). 平成 30 年版情報通信白書 日経印刷.

【英語文献】

- Endo, S., & Kincade, D. H. (2008). Mass customization for long - term relationship development: Why consumers purchase mass customized products again. *Qualitative Market Research: An International Journal*.
- Yin, R.K., (2013). *Case Study Research: Design and Methods*, 3rd ed. Sage Publications, Thousand Oaks, CA.

【Web サイト】

- タケロボ株式会社. (2021, November 18). Retrieved from <http://www.takerobo.co.jp>
- 株式会社 MILIZE. (2021, March 30). 絶えず訪れる来庁者の案内対応を、ロボットで自動化しスムーズに. 自治体通信 Vol.29. Retrieved from https://www.jt-tsushin.jp/interview/jt29_milize/
- 藤川佳則. (2017, October 2). ソフトバンクのベッパーは結局失敗なのか 開発・販売元は 300 億円の債務超過. *PRESIDENT Online* (プレジデントオンライン). Retrieved from <https://president.jp/articles/-/23457>
- 日本経済新聞. (2021, June 29). ソフトバンク G, ロボ「ベッパー」生産停止「需要回復なら再開」. 日本経済新聞. Retrieved from <https://www.nikkei.com/article/DGKKZO73366610Z20C21A6EAF000/>