

[暮らしの中で活躍する AI とロボット]

応
般

①暮らしの中のロボット・AI —家庭用ロボットの現状と将来—

入鹿山剛堂 | (株) 入鹿山未来創造研究所

普及期に入った家庭用ロボット

ソニーが家庭用ロボット AIBO (図-1) を発売してから来年 (2019 年) で 20 年になる。この 20 年あまりの間にさまざまな家庭用ロボットが登場した。

特に昨今は AI (人工知能) が急速に進歩し、スマートスピーカ (AI スピーカ) が普及し始めている。また今年 (2018 年) は、AIBO も「aibo」としてリニューアルし、これから、本格的に AI やロボットが家庭に普及していくことが期待される。

そこで本稿では、暮らしの中で活躍する AI とロボットについて、その現状と今後の可能性について論じるとともに、その活用や普及における課題などについても考えていく。

家庭用ロボットの種類と歴史

家庭用ロボットと一口に言ってもさまざまな種類

と役割がある。そこで、まず過去から現在の家庭用ロボットについて、大きく、ホビー、ペット (癒し)、コミュニケーション、家事手伝い、みまもりといった分類でまとめてみた。

ホビーロボット

元来、家庭用ロボットといえば、玩具やホビー用がほとんどであった。また、広義では LEGO の MINDSTORMS のような教育用ロボットも、この中に含まれるだろう。

ホビーロボットとしては、2004 年には近藤科学などからサーボモータを搭載した組み立て式のロボットが発売され、手作りロボットのブームとなった (図-2)。

最近では、論理的思考力を養うために、子供にもプログラミング教育の必要性が論じられており、デザインウムの PETS (図-3) や土佐電子のオムニロボットなど、各社からさまざまな教育用ロボットが発売されている。



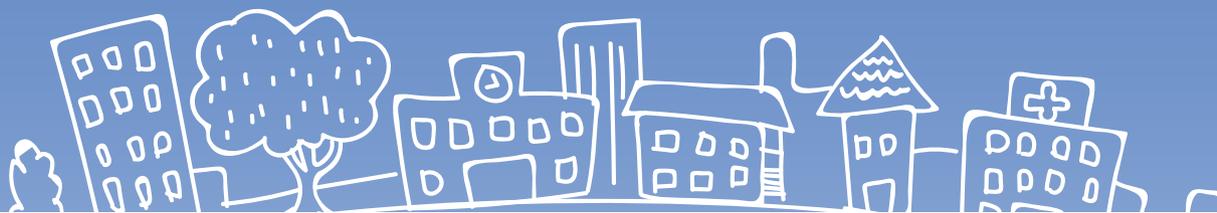
■ 図-1 ソニーの AIBO ERS-110 (1999 年)



■ 図-2 近藤科学の KHR-1 (2004 年)



■ 図-3 デザインウムの PETS (2017 年)



ロボットに親和性の高い日本では、ホビーロボットには根強い人気があり、家庭用ロボットを根底で支えているといえるだろう。

ペットロボット（癒し系ロボット）

癒し系ロボットの代表格は1999年に登場したAIBOだろう。本来ロボットというのは、人間の代わりに何か仕事をするというイメージが一般的であったが、AIBOは当時、25万円と高額にもかかわらず、何も仕事をしないということでも話題になり、「ペットロボット」という市場を生み出した。元々ペットを飼いたくても家庭環境やマンションなどの入居条件で飼えない人たちがペットとして購入したという事情もあった。

しかし、その後、ソニーはロボット事業から一時撤退し、AIBOも一般の家電と同じように、一定の期間でサポートを終了してしまった。このことは、AIBOをペットロスのない「死なないペット」として買い求めた人たちにとっては、大きな衝撃となった。このあたりにペットロボットや、感情移入できるロボットを展開する上でのビジネス上の課題があるように思われる。

コミュニケーション・ロボット

最近では、種々のコミュニケーション・ロボットが増えてきた。たとえば、ソフトバンクロボティクス

が2015年から一般販売をはじめた身長121cmの大型ロボットのPepper（図-4）やシャープが2016年に発売したRoBoHoN（図-5）などが挙げられる。

それ以前にも玩具レベルでは、会話をするロボットはいくつかあった。たとえば2001年にトミー（現タカラトミー）が発売したmemoni（図-6）は、語彙認識機能があり、過去の会話の情報を元にその内容を会話に反映させるという、当時としては意欲的な商品だった。

今日、コミュニケーション・ロボットが増えてきた背景には、音声認識技術の格段の進歩とクラウド側での処理技術の発達によるところが大きい。音声認識をロボット単体で行わせようとするとかかなりのCPUパワーが必要になり、商品自体が高額になってしまうが、処理をWi-Fiなどのネットワークを経由して、クラウド側に行わせることで、ロボット単体の負担を軽くしている。たとえばタカラトミーのOHaNASはスマホのBluetoothヘッドセットのような役割しか持っておらず、会話の処理はスマホ経由でドコモの会話サーバで処理を行っていた（その後、2018年2月より、スマホ内のアプリで処理をするようにシステムが変更になった）。

コミュニケーション・ロボットとしては、トヨタのKIROBO miniや富士ソフトのPALROやPalmi、ユニロボットのunibo、そして、ソニーのXperia Hello! など、今日では数多くの製品が登場している。



■ 図-4 ソフトバンクロボティクスの Pepper (2015年)
© SoftBank Robotics Corp.



■ 図-5 シャープの RoBoHoN (2016年)
© SHARP CORPORATION



■ 図-6 音声認識機能のある memoni (2001年)

コミュニケーション・ロボットは、後に述べるようにみまもり、教育、そして受付などの業務用など、多くの用途に応用できるため、今後さまざまなものが登場してくることが期待される。

家事手伝いロボット

iRobot が 2002 年に発売した Roomba (ルンバ) (図-7) は、その後「掃除ロボット」というジャンルを確立し、現在、最も代表的な家庭用ロボットとなった。

今は、多くのメーカーから掃除ロボットが発売されており、特にシャープが発売している COCORO-BO は、音声認識とおしゃべり機能を備え、ロボットをペットのように可愛がる日本人の特性に合わせている。

本来、ロボットの主な用途と思われていたのが家事手伝いであるが、結果的には、専用の家電機器にまかせればよく、昔の SF に出てくるような人型のお手伝いロボットのものは、コストの面から、実用化は難しいだろう。

みまもり・セキュリティロボット

現在、日本には一人暮らしの 65 歳以上の高齢者は 600 万世帯くらいあるとされており、そこで問題となってくるのが、孤独死や離れて住んでいる家族のみまもりである。そこで注目されるのがロボット

型のみまもり端末である。ロボットの形にすることにより、不思議とカメラに対する警戒感・拒絶感がなくなるというメリットがある。

初期のみまもりロボットとしては、テムザックが 2005 年に発売した ROBORIOR (図-8) がある。カメラやマイク、人感センサ、LED 照明などを装備し、携帯電話のテレビ電話機能で、遠隔制御やコミュニケーションができた。

現在は、MJI のタピアやドーナッツロボティクスの cinnamon などがあり、ヴイストンの Sota をベースにしたユニファの MEEBO や FRONTEO の Kibiro など、みまもりが主要な用途となっている。

また、ドアセンサや明るさセンサなどを使い子供の帰宅や伝言をやりとりできるユカイ工学の BOCCO (図-9) など、みまもりロボットの新しい形といえるだろう。

さらに、人間だけでなくペットのみまもりニーズも高く、エクストランの ilbo やサンワサプライのアボットライリーなど、それ用に開発されたロボットもいくつかある。

家庭用ロボットの課題

これまでさまざまなロボットが発売され、最近の AI 技術や音声認識技術の発展により、今後ますます家庭用ロボットが普及してくることが考えられる



■図-7 iRobot の Roomba (2002 年)



■図-8 テムザックの ROBORIOR (2005 年)



■図-9 ユカイ工学の BOCCO (2015 年)



が、まだまだ課題も多い。そこで、今後家庭用ロボットを活用、普及させていく上の課題について、以下に述べたい。

価格の課題

スマートスピーカの価格は数千円から数万円と機能の割には比較的手頃な価格に設定されている。これは、一つにはビジネスモデルが絡んでおり、それ自身の売上だけで収益を得るモデルではないからだ。また、可動部分が少なく量産することによりかなりのコストダウンが図れる。しかし、複雑な可動部分を持つロボットらしいロボットとなると、部品点数も増えてしまい、かなり高額になってしまう。

また、最近の家庭用ロボットは、言語解析やAIによる学習、その他さまざまな機能をクラウド側で処理して端末側の負担を軽くしているため、その分、ネットワーク側のランニングコストが発生してしまう。さらにサポート費用を上乗せしている場合が多く、月々の支払いが1~2万円になるものも少なくない。メーカー側にとっては定期収入が得られるモデルとなるが、逆になかなか長く使ってもらえないことの原因にもなっている。

故障の課題

ロボットというからには、たいがいのものは動き回ったり、身振り手振りをしたりするなど、何らかの動作を行う。すると耐久性の問題もあり、故障するリスクが上がる。複雑な機構部を持っているロボットは、1~2年のうちに何らかの故障が発生すると思っていたほうがよい。すると修理のための輸送費用、修理に要する日数や梱包の手間などがあり、また、ほとんどの場合、携帯電話のように代替機を貸し出すサービスもなく、修理に1カ月以上かかって、サービス料だけを払わされるケースもある。そういったことが多いと、修理せず廃棄されてしまいがちになり、せっかくの利用者を失ってしまう。

エラーとバージョンアップの課題

現状の家庭用ロボットはLinuxやAndroidなど、汎用のOSを利用しているものが多い。もちろん、そのこと自体に問題はないが、処理やインタフェースなどに問題が起こった場合に、OSがエラーメッセージを出してロボットがハングアップしてしまうものも少なくない。マニアが趣味で楽しむ分にはそれでもよいが、幼児や高齢者を含め、家族の誰もがテレビなどの家電と同様にロボットと暮らすことを考えると、エラーメッセージを出して停止してしまう事態は避けたい。同様にソフトウェアのバージョンアップもエンドユーザーに手動で行わせるのは、ハードルが高い。最近のテレビなどのように裏で知らないうちにバージョンアップされていることが望ましい。

安全性の課題

日本では二足歩行ロボットは、安全上の問題から長い間商用化が見送られてきた。同様に、掃除ロボットについても、日本ではPL法上、「ロボットがぶつかった衝撃で仏壇のろうそくが倒れて火事になった場合の責任を取れるのか？」などということが真顔で議論され、なかなか商品化に至らなかった。実際にペットロボットのように動き回るロボットは、少し目を離したすきに予期せぬところに行ってしまう、思わぬ事態を起こしかねないため、イヌ・ネコ同様かそれ以上の注意が必要となる場合もある。逆に安全面を考慮しすぎて、ちょっとした無理な力に対してもすぐに脱力して動かなくなる仕様のももあり、なかなかペットのように付き合うのは難しい。今後は、AI等を使い、状況をより詳しく理解して、賢く安全を確保する仕組みが望まれる。

自動充電の課題

ロボット掃除機など、電池残量が少なくなると充電ステーションに戻り自動充電するというものが多

くなってきたが、実際の家庭環境の中では、椅子の脚の隙間から抜けられなくなったり、充電端子の接触が悪くなったりして、確実に自動充電できるものは少ない。さらに最近では、さまざまな家庭用ロボットが増えてきたため、それぞれのセンサや充電ステーションのマークが干渉し合って、うまく充電ステーションに戻れないという想定外の事態も発生している。

今後は業界全体で、充電ステーションのマークや識別方法の規格を統一するなどして、確実に自動充電できる方法を早く確立すべきであろう。

ネットワーク環境の課題

最近のロボットは、ネットワークでクラウドと連携するものがほとんどだが、Wi-Fiで接続しているものが多く、ネットワークでのトラブルも足枷となっている。たとえば、高齢者向けのみまもりサービスロボットを導入しても、そもそも一人暮らしの高齢者宅にWi-Fi環境がない場合が多い。さらに最近では、Wi-Fiの2.4GHzの帯域が混み合っていたり、セキュリティ方式が合わなかったりとさまざまな問題があるため、今後は携帯電話網や新しいLPWA（低消費電力の広域通信方式）やNB-IoT（IoT専用の無線網）などを使うことを検討したほうがよいだろう。

学習能力の課題

最近、AI技術が発展してきたとはいえ、ロボットの機能や行動のすべてにAIが用いられているわけではなく、多くは音声の認識や画像認識のベースとなる部分に用いられているに過ぎず、本物の動物や人間だったら当然学習すべきことが学習できていないケースが多い。ロボット掃除機やペットロボットにしても、毎回、部屋の同じ場所にはまり込んで、息絶えてしまう。本来であれば、何度か失敗すれば、それを学習して同じ過ちは繰り返さないようにすべきであるが、そういった学習ができていないロボッ

トがないのが現状である。

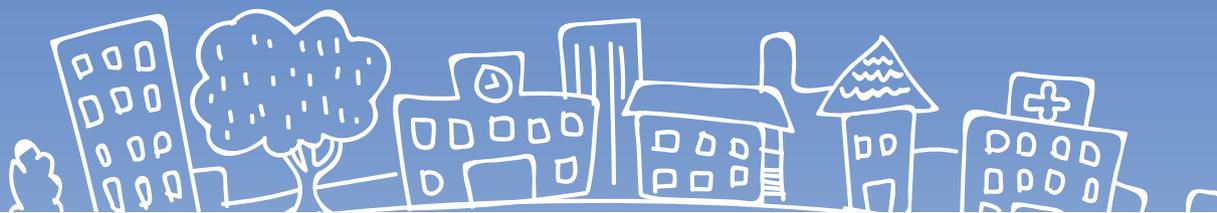
音声応答の内容やウェイクアップワードの誤認識などもそうであるが、その対応が間違えている、あるいは望んでいないものであることをフィードバックして強化学習をする仕組みを入れることが望まれる。

「憎悪の谷」の課題

かつて人間そっくりの外見のアンドロイドが作られるようになったときに「不気味の谷」という現象が注目された。外見が人間に近づくとに従い、まるで死体が喋っているような不気味さが増してくるというものだ。生身の人間であれば、体や頭部の微妙な揺らぎや、視線の変化などがあるが、そういったものがない単に外見だけが人間そっくりのロボットは逆に違和感が増大して不気味さを感じてしまうわけだ。それと同様に、音声合成技術が発達して、人間そっくりにさまざまなニュアンスや感情を込めたしゃべり方ができるようになると、そこにある微妙な違和感から、逆にロボットに対する憎悪を招くことになる。実際にPepperの一般販売モデルなどは、子供たちのイジメの対象になってしまっているケースが非常に多い。

本来、幼い子供であれば、周りのことはお構いなしにしゃべりまくっても、許せるしカワイイと感じ、逆に思慮分別のあるしゃべり方をすれば、それなりに周りの空気を読んで、相手の心情を読み取って喋っていることが期待される。ところが今のロボットでは、相手の心情や場の空気まで読み取ることはできず、話し方だけ妙に大人のように喋るため、自分勝手に生意気なやつと見られて、憎悪を抱かれるのかもしれない。

今後、家庭の中で、人間とロボットがうまく共存していくためにも、この「憎悪の谷」への対策を講じる必要があるだろう。



家庭用ロボットの未来

現在の家庭用ロボットは、かなり実用的なモノに近づいてきている反面、まだまだ課題も多く、普及の阻害要因になっている。今後の技術進歩で解決できる可能性は高いが、一つ見落としがちなのは、「場の空気を読めない」ことだ。これが、先に述べた「憎悪の谷」を増大し、ロボットとの共存を妨げる大きな要因になるように思う。

場の空気を読むことは、人間でも経験を積まないで難しいものである。ましてや、センサの少ない家庭用ロボットでは、空気を読むための情報が不足しているかもしれない。カメラによる表情の認識やマイクによる声のトーンから感情を読み取る技術も発展してきていることから、周りの反応を読み取って、次の行動のためにフィードバックするといった仕組みが必要である。イヌやネコなどのペットのしつけと同様、まずは、やっていけないことを教えるため



■図-10 ユカイ工学のQoobo (2018年)

のセンサを搭載し、その伝え方を規定しないとけないだろう。

ロボットは人間や動物そっくりに作る必要はなく、たとえば癒し系ロボットであれば、ユカイ工学のQoobo (図-10) のように、効果に寄与する部分だけを強調したロボットでもよいはずだ。

リアルを追求するのではなく、日本ではタカトミーが販売しているAnkiのCOZMO (図-11) のように、ロボットだが可愛らしさや親しみの持てるものを作るべきだろう。

日本はこれから超高齢化社会となり、ロボットの役割は、ますます大きくなる。そのとき、ロボット自らが人に話しかけ、会話をリードしていくような機能が必須となる。天気予報や時事ネタを交えながら、また温度やガスセンサの値から、熱中症対策として水を飲むことや部屋の空気の入替えなどを提案する機能なども必要だ。過去の会話履歴から、相手の趣味嗜好を察知して、それに合わせた話題でどんどん話をしてくれれば、認知症対策としても有効になる。さらに、会話内容から、健康度合いや認知症の具合、それに脳梗塞など、さまざまな異常などを察知して、離れて住んでいる家族に知らせてくれる機能が望まれる。そのようなロボットが欠かせない時代がこれから来ることだろう。

ロボットこそ、日本が最も得意とする分野であり、今後、家庭用ロボットでも世界をリードしていくことに期待したい。

(2018年5月17日受付)



■図-11 AnkiのCOZMO (2016年)
©2017 Anki, Inc. All rights reserved.

入鹿山剛堂 irukayama@gmail.com

1999年、(株)NTTドコモ入社。各社のロボット開発やPDA、スマートフォン、スマートウォッチの開発などに従事。モバイルコンピューティング推進コンソーシアム(MCPC)IoT委員会顧問、(一社)IoTリサーチ&デザイン理事、NPO法人日本メタデータ協議会理事長、慶應義塾大学SFC研究所上席所員。