

『ロボット・AIと建築・都市 ～その過去と未来～』

佐藤知正氏 (東京大学名誉教授、元日本ロボット学会会長)

佐藤氏は、ロボット・AIを中心にロボティックルームや地域からのロボット実用化の研究を行い、日本ロボット学会論文賞など数多くの評価を受けている。今回の日本設計創立 50 周年記念セミナーでは、『ロボット・AIと建築・都市～その過去と未来～』と題し、佐藤氏のこれまでの取り組みやロボット・AI産業の現況から、日本そして世界におけるロボット産業の未来についてお話を頂いた。



□はじめに

未来の建築・都市は、ロボット化・AI化・IoT化される。その姿を目指したこれまでの25年間の研究を紹介し、現状を踏まえ、これからを展望する。具体的には、過去・現在・未来といった各フェーズにおいて、「ロボット・AI」と「建築・都市」の関係性の変化を分析し、日本における現況と課題を抽出する。その後、実際の事例や科学技術のイノベーションプロセスをベースに、ロボット・AIを社会構造の一部として認め、共存していくこれからのロボットによる社会変革(プロセスイノベーション)を紹介する。

□建築・都市のロボット化:過去

人々の良好な行動環境を整える環境型ロボットと建築・都市のかかわりを紹介する。環境型ロボットとは、「行動理解」「行動表現」「行動相互作用」、つまり、人間の動作を感知し、入力された情報を立体的な動きとしてアウトプットすることで、人を見守り、人に寄り添う人間行動支援を実現するロボットを意味する。

まず、室内での取り組みを紹介する。部屋をロボットにする試み「ロボティックルーム」では、病室において人の動作による指示を感知し、モノの移動の補助といった行動支援を行った。また、ベッドに取り付けた圧力センサーから動作記録を蓄積し、治療に役立てることが試みられた。

次に、住宅での取り組みを紹介する。住宅内に人感センサーを配置し、動作に合わせて表示位置を決定し、必要情報を提供する。また、このシステムにより個人の動作記録を蓄積することで、典型的な生活をモデル化し、人間行動に合わせたIoT技術との共存、共生を目指した。

さらに、周辺環境へ視野を広げた取り組みとして、「村がロボット」の研究結果を紹介した。震災後に計画避難区域となった飯舘村のインターネットカメラ設置の取り組みは、常に村のビューポイントを見られる状況にすることで、村への帰属意識を高め、人と人、人と村をつなげるネットワークを維持・再構築する効果を狙ったものであった。一方、見回り時の降雪状況確認など、情報提供にも役立てられている。村のロボット化として、村インフラのセンサ、アクチュエータ化を行った。

□建築・都市のロボット化:現在

次に、ロボット・AI、IoT技術の現況を概観した。現代のロボット技術は70年の蓄積を持ち、技術の組み合わせが価値を生む時代を迎えている。成功した取り組みのひとつとしてコンテストがある。アメリカ軍主催の自動運転コンテストでは、具体的な達成目標や成果報酬を設定することで、多くの技術者が集い衆知を集め、この分野の技術が10数年の間に急激に成長認知度を上げ、自動運転自動車ブームを引き起こした。

また、AIの実応用例として、ビッグデータ活用事例を紹介する。ビッグデー

タ運用の典型的な例としては、GE(航空機エンジンメーカー)が航空機の運航状況、エンジン、航路といったデータのモニタリングを実施、蓄積し、さらに分析することで航空機の燃料費の削減に成功した。また、コマツ製作所(建設製作機械メーカー)は重機センサーを取り付け稼働状況を携帯を用いて収集蓄積することで、稼働状況にもとづいた研究開発、的確な在庫管理、新しいサービスを実現している。このように、近年では、数千円の安価なものでIoTに結合される(IoT)ことで新たなAI活用が可能となっている。

さらに、人の行動のビッグデータ化も盛んになっている。住宅に取り付けられたセンサーによる単純な動作記録も、長期間の蓄積によって、行動パターン分析へと変化し、認知症や生活改善に有効な点の早期発見が可能であることが分かってきた。特に人の行動を対象とする場合、長期的かつ、携帯電話を含むセンサの多面的な情報の分析を行うことで、これまでになかった新サービスが、多様に可能になる。

一方、オフィスの自然消灯やウオッシュレット付きトイレは、実質的なロボティックルームのオフィス版、トイレ版とも呼べるものであり、今後、アマゾンやGoogleなどによるAIスピーカーという統一インターフェース開発も進められていることもあり、IoT住宅は、実用に近づくと考えられる。人々の生活や生産活動の将来をみすえたグランドコンセプトが重要となってくるだろう。

これらを踏まえて、今後の住宅や、都市とロボティックの開発方法を考えていく。成功例として、スマートフォンの普及を考えると、ハード開発とソフト開発が分離している点が成功要因と考えられる。住宅でも、同様にハードとソフトの開発が分離できるような建築空間の統一インターフェース開発が望まれる。つまり、住宅がハードの母体となるようなモジュール開発が必要で、これにより様々な主体がソフト開発できるようになる。時代に応じた、ライフスタイルの変化による住み替えや建築の転用も容易であることが必要と考えられるためである。

□プロセスイノベーションの重要性と要素

日本は、課題先進国であり、今後高齢化が進む。サービス分野の生産性の向上、労働力不足を補うためにさらにロボットの導入を行うことを目指し、2014年には「ロボット革命宣言」が出され、アクションプランが預担計画とともに示された。

例えば、今後、労働の現場で求められるのは、人との作業分担が可能で、人と共存して働くロボット(協働ロボット)である。このためには単純に人間と同じ動作をするロボットではなく、ロボット活用ならではの生産や生活を革新させるアプローチ(プロセスイノベーション)を模索する必要がある。これには、単純な技術導入ではなく、経済、社会システム内での運用を考えることが重要である。社会の中でロボットに対する共通の価値認識を持つことで、開発や導入がスムーズになる。その点で、相模原市のロボット活用事例では、技術を

社会に組み込む活動、ロボットを使ったコミュニティづくりを先進的に実践している点でユニークである。具体的には、ロボットを導入するロボットメーカー、ユーザーのマッチングをする銀行、ライン構築の実績を活かしてシステムインテグレーターとして参画する地場自動機器メーカーなど地元企業が協力してコミュニティ(永続可能なバリューチェーン、エコシステム)をつくり、そこにオープンソースを用いたソフトウェア開発を行う企業が参加し、事例が増加している。相模原の例は、ロボット活用社会という意味でロボティックシティの試みと言える。

ロボティックシティを実現するためのプロセスイノベーションの要素として、ハードウェアプラットフォーム、ソフトウェアプラットフォーム、サービス、研究開発・教育があり、それぞれ以下のように取り組む必要性が考えられる。ハードウェアの面では、今後はロボットによる自然な活動支援の形として、環境支援の方向性が考えられる。これは、コンピュータの発展の歴史(0次元から3次元へ)から考えても自然である。ソフトウェアの面では、ビッグデータ化を考えたとき長期間にわたる継続蓄積と活用、多面情報の蓄積と活用が求められる。例えば、金属加工CADでは実績があるが、建築CADを通じた情報収集が有効と考えられる。サービスでは、人間の行動支援環境を整えることが求められると考えている。動作に反応して支援の指示が出される等の単純な技術化ではなく、過去や多面的データからその人の行動のモデルを計算し、それに基づいてその人に適合したサービスを提唱する手法の構築が必要と考えられる。研究開発・教育では、繊細な感覚を持つ利用者の育成とともに、それにきめこまかに対応してゆける開発者が求められる。日本の強みはきめ細やかさにあり、きめ細やかな使いこなしを実現してゆくことが重要である。

ロボティックシティの実現プロセス

ここでは、ロボティックシティの実現プロセスについて提案する。プロセスイノベーションが起こる場としての都市デザインを考える。

ロボティックシティとは、協働ロボットとサービスの Value Chain により、自立した経済社会システムが回る街を指す。協働ロボットにより、自治体、向こう三軒両隣、家庭それぞれに生活支援やコミュニティ支援が行われ、工場では生産支援が行われる。イノベーションプロセスとしては、①ランドデザイン、②ビジネスモデル構築、③技術開発、④統合、⑤社会実験、⑥市場開発、⑦啓発教育、⑧社会システム構築といったプロセスが、研究と結びついて遂行される。

①のランドデザインとしては、セーフティネット構築、ライフスタイルやワークスタイルの変化へ対応した協働ロボットとの革新された生活と生産を描く。社会システムとしては、今までの大企業と下請けの中小企業の垂直分担という形ではなく、広域は大企業、地域密着は中小企業などといった水平の分担を描く。②のビジネスモデルとしては、サービスとモノの販売を両方含めた構築が必要である。今後の高齢成熟社会では、個別適合の製品がより求められるようになり、その際には、メーカーではなくサービス側企業主導での開発も重要になっていくと考えられる。③の技術開発以降のフェーズでは、ロボット技術の構築と共にその受け入れ体制を社会全体で整えることが重要である。相模原市の例に見るように、コミュニティを活用した適切研究の充実や実装活用事例が、先の市場でのユーザーの信頼を担保し、さらには社会システムの構築フェーズにおける規制緩和・強化においてもビッグデータとして役立つ。

米シリコンバレーでは、ハードウェアアクセラレーションによってロボットイノベーションを促進している。具体的には、各フェーズで、スタートアップ企業に対して知識面・経営面・金銭面での支援を行い、特に、製品プロトタイプ完成までの加速度的成長を促す。さらに地元関係者との交流会等定期的情報共有を行うことで、エコシステム構築を行っている。

今後の取り組み

近年、日本国内でも、コンテストという形の研究開発支援、展示という形での技術の認知度向上に努める活動も開始された。2018年、2020年に開催予定のWRS(ワールドロボットサミット)は、ロボットの競技会と、最新の技術の展示を介して、世界中のロボット関係者が一堂に集まり、社会実装と研究開発を一層加速させることを目的とした競演会である。2020年の東京オリンピックに向けて、技術革新の「見える化」を意識しつつ、「モノを輸出する時代」から「成熟した日本のライフスタイルを輸出する」時代へと変革させていく必要がある。

総括

現在まで、ロボット技術の進歩・拡大は生産の質を格段に向上させてきた。今後、この飛躍的な成長を生産や単なる技術革新でとどめることなく、ロボットを活用した生活や社会変革(プロセスイノベーション)として実現させる必要がある。社会変革としてのイノベーションは、新たな技術やアイデアが、顧客や社会的ニーズと結びつき、社会に新しい価値を提供することで実現する。しかし、近年では解決すべき問題が複雑になっているため、それぞれのステップが関係する学術研究と結びつきながら、またユーザーをはじめとするさまざまなプレーヤーと協働しながら進めることが必要になっている。そこで、日本では、WRS(ワールドロボットサミット)のようなコンテストや展示からなる競演会を開催することで、ロボット産業に対する認知度を高めるとともに、研究開発の促進、ステークホルダーの獲得などに努めている。

質疑応答

Q. 製品ごとの事例では、住宅→介護、自動車→自動運転、といったように豊かさがわかりやすかった。一方、都市づくりではプロセスの説明にとどまっていた。都市のこれからの豊かさのイメージがあれば知りたい。

A. インフラそのものがロボット化されているというイメージ。買い物は品物がくる、といったものになるなど、結局はロボットを介してものが動くなど、物質的な動きが協働ロボットと共に実現される世界になると考えている。都市も住宅の延長線上にあり、見守り、物流、交通のロボット化のイメージとなる。さらにコミュニティ機能には、共助や互助の機能があり、これも協働ロボットとともに都市で実現されることになる。

Q. 相模原の例で、情報共有が重要になっていたが、実際には企業による囲い込みが普通。マインドセットの変更には何が必要なのか。

A. 相模原の例では、データ自体の計算機共有がなされているわけではない。産業用ロボットを導入することが価値を生むというコンセンサスの存在することが最低限不可欠で、さらにプラットフォームロボットとしての産業用ロボットと、オープンソースとしてのソフトウェア、それらを活用してサービス業者がサービスを展開し、大学や研究機関が研究や教育・啓発を実施する社会体制が重要であるという意識の共有が実現されていればやりやすくなる。生活支援ロボットにとって重要な個人の生活情報の集積・開示は難しい部分もある。しかしながら、自分情報の個人帰属宣言の可能性を考えている。個人データの蓄積を個人に帰属する形で行えば、個人の権限で運用委託するような使い方が可能なのではないかと考えている。

Q. 自動運転などに関して、人間であれば、ミスがあれば制裁を受ける。ロボットがミスをした場合はどのようになるのか。

A. 深刻な問題。これまでは、自動車を運転する人に免許を付与して、事故の責任は、運転者が負う制度となっているから、自動車産業が成立している。これが自動車製造企業の責任になると実用化されないと危惧していた。現在、裁判社会のアメリカでは判例を積み上げながらこれに実質的に対応する兆しがでており、それが重要と考えている。

(文責:立石真也)