

ロボットと未来社会

○浅田稔 (阪大, JST ERATO 浅田プロジェクト)

Robots and the Future Society

*Minoru ASADA (Osaka University, JST ERATO Asada Project, Japan)

Abstract—This article argues how our GCOE program entitled “Center for human-friendly robotics based on cognitive neuroscience” can deploy its activities to a town-scale environment. First, RoboCup is briefly reviewed from a viewpoint of a scientific/technological event open to public. Then, an idea of RoboCity CoRE (Center of Rt Experiments) that is an extension of the idea of RoboCup to a city is introduced as a testbed of our GCOE program. Finally, several issues planned in this city are argued from a viewpoint of the mission of our GCOE program.

Key Words: GCOE, cognitive neuroscience, robotics, RoboCup, RoboCity CoRE

1. はじめに

大阪大学 GCOE プログラム「認知脳理解に基づく未来工学創成」(拠点リーダー:石黒浩教授)では,そのミッションを以下のように捉えている¹.

『大阪大学における人間指向のロボット研究は,従来の機械的なロボットの開発ではなく,人間理解に根ざした,人間の知能や発達を理解するための研究であり,そこでは,人間と機械の関わりにおける基本問題を扱ってきた。一方,認知科学は生体情報測定機器や動作・視線検出装置など新たなツールと共に発展してきたが,近年ではそのツールとして,ロボットやセンサネットワークが注目されている。これらの背景のもと,本拠点では,人間理解の研究を展開しながら,人間が適応しやすい,人間に優しい機械システムを実現するためのロボット研究と認知科学が融合した教育・研究を展開する。そしてこれらに,脳研究が加わることで,認知科学研究が扱う高次脳機能をより精緻に探求できると共に,ロボット研究においても,脳科学・認知科学的知見に基づく,より人間に適したシステムを実現でき,現代社会における問題を解決する未来の工学システムの設計指針を具体的な形で提案できる。』

本稿では,研究の具体的な内容ではなく,それらを一般社会でどのように展開すべきかを議論する。最初に公開競技を通じて,一般社会への科学技術啓蒙を促しているロボカップを紹介し,公開性の意義を確認する。次に,ロボカップの構想を都市に展開したロボシティコア構想の関連して,本 GCOE プログラムの展開法を検討し,最後に今後の課題を探る。

2. ロボカップ戦略の目指すもの

ロボカップは,サッカーを中心として始めた自律ロボットの競技会で,西暦 2050 年「サッカーの世界チャンピオンチームに勝てる,自律型ヒューマノイドロボット(人間型ロボット)のチームを作る」という夢に向かって人工知能やロボット工学などの研究を推進し,さまざまな分野の基礎技術として波及させることを目的としたランドマーク・プロジェクトである。現在では,サッカーだけでなく,大規模災害へのロボットの応用としてロボカップレスキュー,次世代の技術の担い手を育

てるジュニア,日常生活への応用を目指したロボカップ@ホームのリーグなどが組織されている。研究テーマや実験内容に関しては文献 [1, 2, 3, 4]などを参照されたい。

ロボカップが想定する研究課題は,動的・複雑・不確実な実世界での機敏で臨機応変な行動,複数ロボットの柔軟かつ多様な協調行動,最適なコミュニケーション戦略,などである。サッカーロボットでは,小型(F180),中型(F2000),シミュレーション(Sim),標準ロボット型(4-legged:これまではソニー社製のアイボが使われていたが,2008年からは,ヒューマノイドの標準ロボットが利用されている),ヒューマノイドの各リーグがあり,主に大学院レベルの研究成果が競われている。シミュレーション部門では,純粹にソフトウェアのみでこれらにアプローチすることを想定しているが,実機部門では,ハード,ソフト,通信など多様な手段を総合してアプローチしている。

視覚をはじめとした実時間知覚(ボール,ゴール,フィールドライン,敵味方の瞬時の認識),複数ロボットの機敏な運動制御(瞬時の攻守交替に対応する急激な加減速や方向転換,高速走行,安定性,ボールのキックやトラップの器用さや強さ),多様な状況と行動(ボール,ゴール,プレーヤーの位置関係や相対運動とゲームの文脈に応じて非常に多様な状況が生じ,各々の状況に応じた適切な意思決定と行動生成)などが挙げられる。

これらの成果,例えば,複数移動ロボットの制御技術は,各種物流における搬送車の自動制御に,また実時間視覚情報処理技術は,各種検査技術などへの応用が考えられている。大きな方向として,人間社会に導入されるべく日常と非日常への応用が競技会としても設定されている。

後者は,複数ロボットの連携による災害救助ロボットの開発で,実際の災害現場と同じスケールで,ロボットとレスキュー隊員との連携による被災者発見や救助,災害状況の把握などを課題としたロボカップレスキューリーグである。前者はこれまでのロボカップ競技会で培った技術を日常生活に活かすことを目指したロボカップ@ホームである。人間の識別や活動支援などをもくろんでいる。これらの課題を全世界の研究者が競い合うことで,科学技術の進展を目指している。第一回の名

¹<http://www.gcoe-cnr.osaka-u.ac.jp/>

古屋での世界大会の参加チーム数が一挙に急増し、現状では、時間と場所の拘束から、出場チームを制限せざるをえない状況である。

ロボカップの基本コンセプトは公開性にあり、研究・教育・産業の同時進行である。そのことで、大学生や研究者のモチベーションを上げると同時に、小中高生が参画するジュニアを通じて、両親や関係者などの研究と直接関係のない一般の方々も巻き込むことで社会的認知も高まり、ロボットの社会への導入の手助けとなっている。但し、現状では、各地域毎にオープン競技会(例えば、日本では毎年ロボカップジャパンオープンが開催されており、2010年は大阪で開催された。)などが開催されるものの、世界大会は年一回、約2週間であり、恒久的な活動が切望されてきた。これを解決する構想がロボシティコアで、以下で説明する。

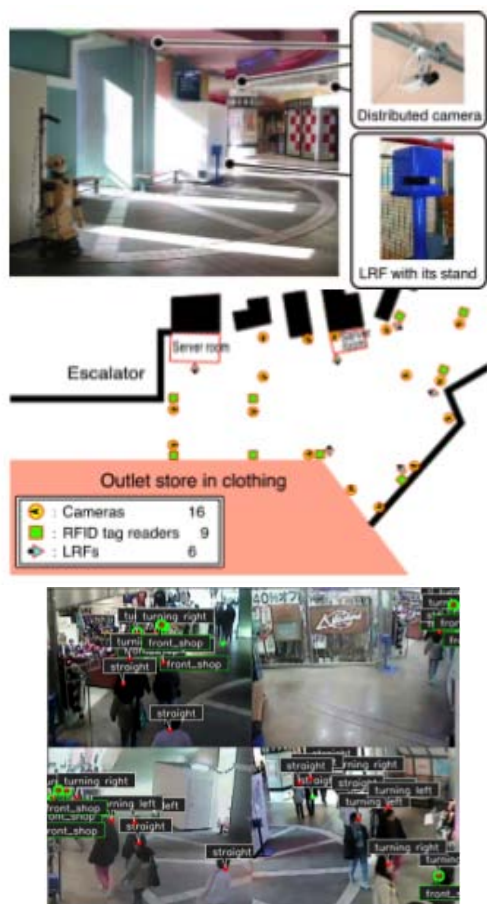


Fig.1 上: 実証実験設備、来場者の位置と行動の認識結果 (©ATR)

3. 環境情報を生かし、人間と協調するロボット

大阪の代表的なアミューズメント施設であるユニバーサル・スタジオ・ジャパンの前に、ユニバーサル・シティウォーク大阪というエンターテインメント商業施設がある。ハリウッドテイストあふれる町並みに、個性的なレストランやショップが揃った最先端のスポットだが、そこで、ATR 知能ロボティクス研究所が中心

になって、「環境情報構造化プラットフォーム」という試みを行っている [5]。

それは、施設の内外にさまざまなセンサを設置して、移動する人々の位置を計測、蓄積し、その位置情報と、どこにどのような店があるかといった情報を組み合わせ、その人がどんな行動をしようとしているかを読み取ろうというものだ。図1 上にロボットや来場者の位置決めをするための天井に設置されたTVカメラや測距用のレーザーレンジファインダーの設置位置を、また、図1 下に、来場者の位置と行動の認識結果を示す。

このように、その環境にいる人間の情報が、意味あるものとして構造化されていれば、それをロボットなどが利用することで、きめ細かいサービスを提供できる。たとえば、通路であちこちさまよっている人間の位置情報から、「目当ての店が見当たらずに困っている」ことを読み取り、「どの店をお探しですか?」と声をかけることも可能だ。ユニバーサル・シティウォーク大阪では、こうした環境情報の構造化が可能な設備を整え、広く企業や研究機関などが利用可能なプラットフォームとして提供している。

そのモデルケースとして、すでに、本GCOEプログラムの拠点リーダーの石黒浩教授らが中心となり、コミュニケーションロボットのロボビーを使った実験を始めた。ロボビー [6, 7] は、身振り・発話・スキンシップなどさまざまな手段で、人間と違和感のないコミュニケーションを実現することを目指して開発されたロボットで、人間の表情を読み取ったり、人間と適切な距離をとったりといったコミュニケーションに必要な能力を備えています。そこに、環境情報という新たな視点をもつことで、さらにコミュニケーション能力をアップさせられると期待されている。

4. ロボットと人間の街「ロボシティ・コア」

ユニバーサル・シティウォーク大阪での研究は、人間と共に生きるロボットそのものばかりでなく、ロボットと人間が共に住む環境の開発にもつながるもので、そうした観点から進んでいる新たな構想が、「ロボシティ・コア (RoboCity CoRE: Robot City, Center of Robot-technology Experiments)」 [8, 9, 10] である。

ロボットに関する研究は、本GCOEプログラムが目指している人間の理解を中心に、人工知能情報技術、センサ通信、メカとコントロール、材料、ナノテクノロジー、生物工学、医療技術、環境技術、デザインなどさまざまな科学技術がかかわっており、研究に限らず産業や教育などの広い分野にまたがった、他に例を見ないほど幅広く、集約的なものである。

また、研究の先には、人間とロボットが共に住む社会の実現という、大きな夢がある。世界各地で盛んに研究が行われており、日本はそれをリードする立場にあると自負しているが、今後、夢に向かってさらに研究を進めるには、さまざまな可能性を実際の環境で試す必要がある。

先に触れたロボカップは、表面的に見ればロボットによるサッカーの国際大会だが、そこには、国際共同研究の新たな形として、「二〇五〇年に、サッカーのワールドカップの優勝チームに勝てる、ロボットのチームをつくる」という夢を共有するためのランドマークブ

プロジェクトを設定し、公開実験を通じて技術を共有していきたいというねらいが込められていた。現在、年一回開催され、一定の成果を積み上げており、今後もさらに夢に向かって進んでいくものと期待される。

しかし、いつまでも今の形だけで続けているわけにはいかない。ロボカップという場を自然に拡張させ、サッカーに限らずロボットに関するさまざまなテーマについて、一つの夢を共有しつつ、世界中の研究者が集って、公開実験を行って技術を共有する、常設の場を設置することが、今後のロボット研究を前進させる大きな力となるであろう。そんな発想から生まれたのが、ロボシティ・コアである。

コンセプトは、人間とロボットとの共生を目指す、未来のための都心型ラボで、ロボットの研究、産業、教育が同時進行する世界オンリーワンの実験場となる。公開性を重視し、研究者、アーティスト、企業、一般市民が交わり、新しいアイデアを創出することで、科学技術や文化を発展させる、ハイテク文化都市である。これは、決して夢物語ではない、で具体的なプロジェクトとして動き始めている。

舞台は、一日二五〇万人が行き交う西日本最大のターミナルである大阪・梅田駅北の約二四ヘクタールの広大なエリア。ここに、関西の都市再生をリードする新しいまちづくりを行おうと「大阪駅北プロジェクト」が進められている。

そのまちづくりの基本方針として定められた五つの柱の一つとして立てられているのが、「知的創造活動の拠点（ナレッジキャピタル）づくり」だ [11]。ナレッジキャピタルのコンセプトは、最先端のナレッジ（人・情報・技術・知識）を資源として、未来生活の提案・体感・学習をテーマとした人・モノ・情報のインターフェイスにより、新たなナレッジを創出する「未来生活の創造・受発信拠点」。まず、第一期先行開発区域（七ヘクタール）のうち中央の約一・五ヘクタールのブロックを「ナレッジキャピタルゾーン」とし、そこに「次世代ロボット開発拠点」として、ロボシティ・コアの中心となる建物を建築する予定になっている。大学や研究機関の最先端技術実験場であるオープンラボ、来場者を交え、さまざまな体験や実験を通して製品開発につなげるフューチャーライフショールーム、ロボットのデザインを考案・実現・修正するデザインファクトリー、商品としての認証を行う認証実験施設などを設置し、それらの環境を利用したロボット産業化の人材も育成しようと考えている。

5. 画期的な街で行う実証実験

ここまでの説明では、ロボシティ・コアは単なるロボット研究開発施設と誤解されるかもしれないが、そんなことはない。このプロジェクトは、商業地区、医療機関、美術館や図書館などの公的施設、さらに住宅地区も含めたまちづくりを計画している。次世代ロボット開発拠点も、それらに隣接して建設される予定で、そこで、新たに開発されたプロトタイプのロボットなどをこれらの施設に送り込み、まさしく人間とロボットが共生するまちづくりのための実証実験を行うことができる。つまり、施設だけでなく街全体がロボットシティなのだ。

この画期的な街では、たとえば以下のような実証実験を行うことが考えられる。

[1] 共創知能ヒューマノイドの統合実験

現在、浅田が総括を務めている「JST ERATO 浅田共創知能システムプロジェクト」(2005.09-2011.03)²では、運動創発能力、認知発達能力、コミュニケーション能力に関する研究で得られた神経的基盤などに関する部分的な知識を統合した、二歳程度の子どもヒューマノイドロボットの製作を、最終成果として目指している。CB2もそのステップの一つである。そうしたヒューマノイドロボットが、実際の家庭で人間と一緒に暮らし、長期的な視点で実証実験を行うことで、運動能力や対話能力の発達に関する新たな知見が得られると期待される。そればかりでなく、少子高齢社会に向け、家族の一員となる対人口ロボットの開発にもつながる可能性もあり、本 GCOE プログラムのミッションとも繋がる。

[2] 要素技術の切り出しによるプロダクト開発

CB2の各部分には、全身のなめらかな動きを実現する空気圧アクチュエータ、全身を覆う触覚センサなど、最先端のさまざまな技術が生かされている。CB2以降、赤ちゃんロボット Neony, コミュニケーション実験ロボット Synchy, そして最近発表した Kindy, Noby など一連の研究プラットフォームを発表している。その技術を、ヒューマノイドロボットだけではなくさまざまな製品に生かして、生活や産業の各場面で役立てていく可能性がある。たとえば、シリコンなどによって柔らかな皮膚を再現する技術は、病院や老人ホームで転んだりぶつかったりしても痛くない壁や床などに応用可能かもしれない。すぐそばにユーザーがいて、長期間使用してもらったり、意見をもらえたりする環境は、製品をより役立つ形に改良したり、また技術自体を進歩させるためにも重要な役割を果たすと考えられる。

[3] 環境型ロボットの社会的認知向上

これまでのロボット開発は、ロボット本体が人間と同じように情報を得て、それをもとに行動するタイプのものが中心だった。一般の人たちも、そうしたイメージを持っているだろう。しかし、先に紹介したように、本体以外の環境から得た情報を利用する環境型ロボットの開発が進んでいる。街のあちこちにセンサを設けて、さまざまな情報を入手できるようになるこのプロジェクトは、そうした環境型ロボットの実証実験を進め、社会的認知を向上させ、ロボットの概念を広げることにつながると期待される。これは言わば、ハルの実現の困難 [12] をふまえた認知発達ロボティクスの成果 [13] から、別の経路でロボットの可能性を探るものと位置付けられるだろう。

ロボシティ・コアが実現すれば、こうした、研究所内にとどまらない、実際の生活のなかでこそ可能な実証実験を、継続的に行い、発展させることができる。オープンラボなどの施設の支援により、相互に密に連絡をとりながら研究を進めることで、ロボットと人間が共生する社会が、大きく現実味を帯びてくる。

6. ロボットが住みやすい環境をつくる

家庭に一台のロボットがあり、家族の一員のように生活する——そんな姿は、現実的にはまだはるか遠い

²<http://www.jeap.org>

話のように思われるかもしれない。たしかに、今の環境のなかでそれを実現することは不可能に近い。しかし、ユニバーサル・シティウォーク大阪やロボシティ・コアのように、ロボットがより能力を発揮できるように環境が変わっていったとしたら、想定よりもはるかに早く、そんな社会が実現するかもしれない。

ロボットのためにわざわざ環境を変えるなんてありえないと思う方もいるかもしれない。しかし、自動車の例を考えてみればわかるが、登場したばかりのころの自動車は、一般の人にはとても手の届かない高級品で、しかも、馬車よりも、人間の足よりも遅く、でこぼこ道は走れないという代物だった。しかし、次第に自動車の性能が上がってきて、多くの人が使いたころ、大きな変化が起きた。自動車がより速く、快適に走れるよう、でこぼこ道を舗装し始めた。今では、日本中の道のほとんどは、人間が歩くよりも自動車が走ることを第一に考えていると言ってもよいだろう。自動車が人間の生活に役立つという社会的コンセンサスが生まれてしまえば、そうした変化はあっという間に起きると考えられる。

ロボットについても、これと同じことが考えられないだろうか。現在のロボットでは、まだ、共に生活することのメリットが大きいとは言えない。しかし、たとえば、環境型ロボットの開発が進み、わたしたちの行動からどんなことを考えているのかを読み取り、先回りして行動してくれるロボットが誕生したとしよう。それが、人間の生活を快適に、豊かにしてくれると多くの人が思うようになれば、環境型ロボットがより情報を入手しやすいよう、街のあちこちにセンサを取り付けるといことも、抵抗なく行われるようになるかもしれない。映画「マイノリティレポート」の世界だ。

ロボットをめぐる研究は、ロボシティ・コアのようなこれまでにない環境が整えば、急速に進むことは間違いない。「二〇五〇年に、サッカーの世界カップの優勝チームに勝てる、ロボットのチームをつくる」という目標も、けっして荒唐無稽な夢ではないと、我々は信じている。ひょっとすると、わたしが年をとって研究生活を引退したころ、ロボットと一緒に生活し、余生を送ることになっているかもしれない。

7. おわりに

本稿では、大阪大学 GCOE プログラム「認知脳理解に基づく未来工学創成」の成果の形態として、一般社会への導入と貢献の可能性について議論した。現代社会が抱えている課題をトップダウンに解決するのではなく、一般社会に根付いた街の中に、最新科学技術の成果を埋め込み、一般市民がそれらを楽しむ環境をつくり、その体験をフィードバックしながら、社会的認知を高めるとともに、一般人の啓蒙も含めた形でプロジェクト展開の可能性を示した。

この過程自体は、日本が誇る最新のロボット技術が組み込まれていることもあって、世界中から注目されることは間違いなく、情報発信基地になることは間違いない。国際連携も埋まれるであろう。今後、技術的な課題に加え、行政との関わり、また各省庁のプロジェクトの連携も視野に、トータルにプロジェクトを推進する予定である。

- [1] 北野宏明, 浅田稔. 「ワールドカップ」ロボットの挑戦. 日経サイエンス, Vol. 28, pp. 74-82, 1998.
- [2] 浅田稔. ロボカップにおける rt の進化と深化. 機能材料, Vol. 25, No. 1, pp. 7-16, Jan 2005.
- [3] 田所諭, 北野宏明 (監修), RoboCup-Rescue 技術委員会, The RoboCup Federation, ロボカップ日本委員会 (編) (編). ロボカップレスキュー: 緊急大規模災害救助への挑戦. 共立出版, 2000.
- [4] 野田 五十樹・松原仁. ロボカップ 12 年. 人工知能学会誌, Vol. 25, pp. 183-188, 2 2010.
- [5] S. Nishio, N. Hagita, T. Miyashita, T. Kanda, N. Mitsunaga, M. Shiomi, and T. Yamazaki. Structuring information on people and environment for supporting robotic services. In *Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems 2008 (IROS '08)*, pp. 2637-2642, 2008.
- [6] T. Kanda, H. Ishiguro, M. Imai, T. Ono, and K. Mase. A constructive approach for developing interactive humanoid robots. In *Proc. of IEEE/RSJ Intl. Conf. on Intelligent Robots and Systems*, 2002.
- [7] H. Ishiguro, T. Ono, M. Imai, T. Kanda, and R. Nakatsu. Robovie: An interactive humanoid robot. *International Journal of Industrial Robot*, Vol. 28, No. 6, pp. 498-503, 2001.
- [8] 浅田稔, 石黒周. ロボット・サイエンス&テクノロジーを核とする国際公開共同実験都市構想『ロボシティ・コア』. 都市問題研究会, Vol. 56, No. 8, pp. 41-54, 2004.
- [9] 浅田稔. 共創知能から共創都市へ. 日本ロボット学会誌, Vol. 23, No. 8, pp. 24-27, 2005.
- [10] 浅田稔. 人間とロボットが共生する社会. 都市問題研究, Vol. 61, No. 8, pp. 3-19, 2009.
- [11] ナレッジ・キャピタル企画委員会. 北梅田「ナレッジ・キャピタル構想」(説明用資料), 2005.
- [12] 浅田稔. 再考: hal 設計論. 人工知能学会誌, Vol. 16, No. 1, pp. 86-89, 2001.
- [13] Minoru Asada, Koh Hosoda, Yasuo Kuniyoshi, Hiroshi Ishiguro, Toshio Inui, Yuichiro Yoshikawa, Masaki Ogino, and Chisato Yoshida. Cognitive developmental robotics: a survey. *IEEE Transactions on Autonomous Mental Development*, Vol. 1, No. 1, pp. 12-34, 2009.