

特集

—情報処理学会創立 45 周年記念—

「50 年後の情報科学技術をめざして」記念論文

未来創像賞

50 年後の情報科学技術をめざして

コミュニティエンジン (株)

中嶋謙互

日本ではしばしば、楽観的な見通しを述べるよりも、さまざま問題点を並べて悲観的な発言をするほうが「賢い」行動であるとされる。しかし、自分たちの未来に夢を抱き、技術や社会の発展のために努力を続けていくには、楽観的な見通しが必要不可欠である。私は、現在の日本において「楽観的な物言い」が不足していると感じている。

本論文では、50 年後の情報科学技術について、現在、日本において活発に研究・開発されているロボットやコンピュータなどが、また、人々の生活や社会や考え方がどのように変わっているかについて、手元の時計を 2055 年に設定し、幅広くそして楽観的に考えた。

最終的には、ソフトウェアの力によってハードウェアの潜在力を最大に引き出すことによって、想像もできないほど大きな価値を創造できることを強調し、その後、日本人の「モノ」作りの能力を 21 世紀において活かしていく方法についても考えていく。日本の経済と産業が世界の中で誰にも認められる存在を維持するために、日本人としてできることは何なのかがイメージできるような内容を目指した。この論文を読んだ若い人たちが、将来、日本が国際的に貢献し得る分野があることを知り、職業選択の参考にすることができれば望外の喜びである。

① ロボットの数えかた

2005 年、ロボットは「1 台、2 台」と数えていた。いま、2055 年では、「1 人、2 人」と数えるようになっている。このように数えるようになったのは、もう、ずいぶん前になる。ロボットの数えかたが変化した理由は 2 つある。まず 1 つ目は、2030 年ごろから、街を歩いている人型のロボットを、通常の人と区別することがむずかしくなったことである。

犬などと異なり、人型のロボットには、人間の服を簡単に着せることができる。そのため、ロボットを所有する多くの人が、自分の服を着せたり、化粧をするなど、おしゃれをさせるようになったのだ。一時は、ロボットに人間の服を着せると見分けがつきにくくなるから禁止

しろ、いや、家族とおなじように愛情を注いで何が悪い、といった論争があった。しかし、この論争は、ロボット技術が進歩して、見分けがつかなくても安全性が確保できるようになり、自然に消えていった。

ロボットの数えかたが変化した 2 つ目の原因は、2030 年ごろの政権交代である。日本は、2005 年に最大人口を迎えたあと、生まれてくる子供の数が急激に減少し、経済危機が心配されていた。危機回避のために、世界各国から移民労働者を大量に受け入れるしかないという雰囲気の流れた。中国からの外交圧力も危機感を増大させていた。2030 年、日本の人口をロボット込みで 2 億人にする「日本人口増計画」という画期的な政策をかかげる「リヴィール新党」が圧倒的な支持のもと政権を握り、最高の優先度でロボット技術の研究開発が進行することになった。政権政党が、日本人口増計画のもとで「人

(にん)」と数えられるロボットの開発を進行させたことは、いよいよ重要な影響を与えたのである。

② 地域でロボットを活用する

日本人口倍増計画は順調に進行し、2055年には終了が宣言された。「人(にん)」と数えられるロボットを含めた人口が2億人に達したためである。日本人口倍増計画の思わぬ副作用は、ロボットを増やすことで、人間の人口減少に歯止めをかけることができたこと、省エネルギーと省資源が達成されたことであった。人口減少を食い止めたのは、ロボットによるコミュニケーションの改善だった。また、それと省エネを同時に達成できたのは、ロボットをフル活用する街づくりの結果だった。

人型ロボットを活用した街づくりにおいて画期的な成功をおさめた考えかたは、ロボットを屋内で利用するのではなく、地域で共同利用するという発想であった。

2030年の人口倍増計画以前にも、家庭でのロボット利用はかなり進行していた。一家に1台を超え、2台目、3台目のロボットを購入することがあたりまえになっていた。ロボットは家電製品の1つであり、家事を楽にするための道具として、必要不可欠なものになっていた。洗濯やそうじ、買いものなど、定型的な家事については自然な日本語で指示を与えることができ、人間用の家具をうまく使いながら共同生活をすることができた。

人口倍増計画が実行に移されてからは、ロボット技術の進歩がいよいよ加速した。2035年、人間よりもはるかに静かに活動できるロボットが登場し、これが決定打となった。まずこのロボットは、人工的な筋肉組織を使い、動作音を立てないようになった。また、コップを置いたりドアを開めたりするときの動きを緻密に計算して、人間にはできない精度で騒音を減らすことができた。歩く音もまったくなく、くしゃみもせず、電波や超音波を使って、音をたてず他者とコミュニケーションできた。この静かなロボットの開発によって、ロボットは、夜に家事をするようになった。これによりロボットの昼間の時間が余りはじめたのである。ロボットの昼間の余剰時間は、ロボットに近所づきあいを代行させるために使われるようになった。近所を歩きまわり、そうじをしたり、となりの家のおばあちゃんを訪問して簡単な会話をしたり、おそうざいを分けてもらったり、仏壇におまいりしたり、近所の草野球を録画したり、といったことを主人のかわりにやるようになった。ロボット同士のコミュニケーションもできるだけ人間に似せて作られるように

なった。となりのロボットを好きになる恋愛ソフトウェアも登場した。音楽の趣味を持つ主人は、自分のロボットにストリート・ライブをさせた。見慣れない人がいたら声をかけるセキュリティ・プログラムも用意された。「2050年にワールドカップチームに勝つ」という「ロボカップ」の当初の目標は、サッカー専用マシンでは達成できていたが、人型マシンでは小学生レベルにとどまっていた。しかし子供の遊びに参加できるロボットはゲーム企業によってとっくに実現されていた。高度なセンサーと記憶力を持つロボットを鬼にしてくれんぼをすることは、最高にエキサイティングな体験であった。このロボットは、「もうすぐ夕立ちが降るから帰ろうよ」というように助言することもできた。夏休みの自由研究では、近所にセミが何匹いるかを自動的に数えるプログラムを書く小学生もいた。「田中さんちのロボは、よい子だね」などといった会話がふつうに行われるようになった。

変化はこれだけではなかった。

③ 物流革命

街のなかを、昼夜をとわずロボットが移動し、ロボット同士でコミュニケーションするようになると、「この家には大きな鍋が余っている」「この家の冷蔵庫には腐りかけのキャベツが半分あった」「この家では、お裁縫のうまいおばあちゃんがいま家にいて暇なはず」「あの庭にはミントがたくさん生えている」などといった、地域に存在している物理的資源や、人的資源、自然環境に関する情報が、圧倒的な細かさで交換されるようになった。人間がいちいち入力しなくても、ロボットが自動的にさまざまな情報を収集し、それを利用できるようになった。この変化が地域における物流革命を起こすことになる。

たとえば大きな鍋や、宴会用の机、たこ焼き機、赤ちゃん用の服、百科事典などといった、いつも使わないものは、各家庭に1個ずつある必要はなく、地域ごとに少数あれば事足りる。また、布の切れはしや、余った食材など、多数をちょっとずつ集めることで使えるようになるものは、必要に応じて集めればよい。人間がこれらの作業を毎回やることは絶望的に面倒なことだが、ロボットは、当然ながら、何の苦もなくこれらの作業を最適にやりとげることができた。使ったものは、毎回、夜のあいだに所定の位置にきれいに片付けて、ほかの家庭で使えるようにする。それを機械的に間違いなくやることができるのだ。

各家庭に保管されている物の量は、地域で資源を共有することによって、劇的に減少した。運輸会社の情報システムにアクセスすることによって、ロボットは、来週のパーティで使いたい大きなパエリア用の鍋を、ほかの県から入手することもできた。各家庭には、必要最低限の物資だけが存在する状態になった。都市部では、トイレやキッチン、冷蔵庫、洗濯機のようなものまで、常備しない家庭が登場しはじめた。

この物流革命によって、少ししかないものを有効に活用できるようになった。その結果、とてもめずらしい和製の食器、衣服、家具などが、以前よりもはるかに使われるようになった。季節や気分にあわせて、自分の部屋をさまざまにコーディネートして楽しむことができるようになった。物流革命の副作用として、文化的に豊かな生活が可能になるとは誰も予想していなかった。モデル・ルームは「ひな型」として活用されるようになった。ロボットに「あのモデルルームみたいに」と命令すれば、地域から必要な家具を探しだして、自動的に模様替えをする。雑誌でモデルルーム特集を見ながら、どんな部屋にするか会話するのが恋人たちの楽しみであることは2005年当時と変わらないが、次の日、仕事から帰るころには部屋がその通りになっていることが、2005年とは違っている。

4 都市生活

石油に依存しない乗り物への移行は、2020年代後半からきわめて速い速度で進み、2040年までには、おおかた終わっていた。終わった、というのは、騒音をたてて60kmもの高速で走る自動車がなくなって、時速20km以下の速度で走る「パケットビークル」と呼ばれる乗りものへの移行が完了したということである。現在では、内燃機関に依存する自動車は、アンティークカーを好む一部の資産家によって使われているだけである。

「パケットビークル」は、遅く走る、人間を2人程度載せることができる台車である。4つの車輪には小さなモーターが内蔵されていて、時速15km程度の速度で移動することができる。パケットビークル自体はゆっくりとしか移動できないのだが、ある時刻にどの位置にいるのが良いかがコンピュータによって計算され、自動運転されているため、実際に目的地に到着するのは非常に速い。たとえば、新宿にいる田中さんと秋葉原にいる近藤さんが会議をすることを考える。まずこの2人のスケジュール帳には、それぞれ「近藤さんと会議」「田中さん

と会議」とだけ書いてある。会議の場所はコンピュータが自動的に計算し、2人が乗っているパケットビークルは、新宿と秋葉原の間の市ヶ谷に向かって動き出す。市ヶ谷まではそれぞれの地点から道路の距離にして3kmほどなので、時速15kmでも、12分で到着することになる。以前よりも遅い乗りものを使って、所要時間を短縮することに成功しているのである。2005年時点では、最高時速60kmのタクシーを使ってこの2人が会議をする場合は、40分以上の時間をかけていたので、実に3倍以上の効率化が達成されている。さらにパケットビークルは消費エネルギーが少ない。1台あたり50kgに満たない重量しかないので、1トン以上のタクシーを移動させていた2005年に比べて、10倍以上のエネルギー効率を達成しているのだ。

コンピュータによる経路計算によって、都市生活はさらに変化を続けている。1つの重要な影響は、人々が移動している時間が圧倒的に増えたことだ。人間が1つの場所にとどまる理由は、ほかの人や設備がその場所に固定されているからだ。複数のパケットビークルが同時に移動することによって、人と設備の両方を移動させ続けることが可能になった。たとえば、4台のパケットビークルが同時に移動することによって、4人用のオフィスが、突然あらわれる。コーヒーが飲みたくなったら、ロボットに指示すれば、いちばん近い「コーヒーショップビークル」がいつのまにかやってきてコーヒーを入れてくれる。それが終わったら、またコーヒーショップはどこかへ行ってしまう。2005年当時は、東京の街中に、何百、何千という似たようなコーヒーショップが立ちならんでいたのだが、現在では、必要最低限の件数だけが巡回している状況になっている。

パケットビークルによって、都市の道路は狭くなった。移動スピードが遅く、完全自動で運転されるので、幅広の道路がいらぬのである。交差点も、最適なゆずりあいの計算によって、まったく無駄なく処理されるために、混雑することはない。渋滞がないので、バイパスはいらない。信号機も必要ない。2005年では、東京の面積の15%が道路だったのだが、現在では、道路の面積はたった2%で済むようになった。残りの13%分、つまり200平方kmは、2005年時点での東京にあるすべての都市公園の合計の4倍の面積にあたるのだが、この面積の半分は緑化のために植林された。残りの半分は、野菜工場と、魚介類の養殖場として開発された。東京に住む人々は、仕事帰りに野菜を収穫し、お手ごろサイズのマグロを釣ってから、仕事中に指示したように模様替えされた

自宅に帰宅するのだ。

2040 年ごろ、東京メトロの最後の路線が廃止になった。180km にわたる地下鉄路線は、現在では、都市内で荷物を超高速で運ぶための専用パケット路線として使われている。その名前は「地下パケ」である。リニアモーターを活用したこの地下パケは、新宿で作ったアツアツのおにぎりを、秋葉原まで、約 20 秒で運ぶことができる。この路線は完全に密閉されていて空気が抜いてあるので、リニアモーターパケットに荷物を載せたり取りだしたりする仕事は、ロボットの仕事になっている。地下パケのエネルギー効率は、2005 年での地上のバイク便の 10 分の 1 程度の水準になっている。

2005 年当時はオフィスビルとして使われていた高層ビルの多くは、現在もそのまま活用されている。総人口は若干減ったものの、より多くの人々が東京に集中しているため、人口密度はむしろ上がっている。設備の整った高層ビルにはロボット専用の超高速エレベータが設置されている。このエレベータは地下パケにつながっていて、ロボットがエレベータで地下に降りてパケットに荷物を乗せるようになっている。2055 年においては、秋葉原の高層ビルにあるピザ屋にピザを注文してから、新宿のオフィスに届くまでの時間は、1 分以下である。1 分というとピザを焼く時間よりも短い。その理由は、東京にはピザ屋が 1 件しかないからである。約 3,000 万人の住人は、1 日あたり 10 万枚のピザを必要とする。ピザのメニューは 1,000 種類もあるのだが、どの種類のピザがいつ必要になるかがきわめて高精度で計算できるので、自分がピザを注文する前には、お目あてのピザは、すでに釜の中なのである。

地上の鉄道は、2020 年ごろ実用化・導入されたりニアモーター鉄道が、2055 年現在も使われている。その 1 つに、山の手線のコースを最高時速 250km で走る、旧時代的な路線がある。この路線は、2020 年当時は、山の手線を 1 周するのに 20 分かかからないという売り文句とともに華々しくデビューした。しかし現在においては、この老朽化の激しい、危険で無駄の多い交通機関を、たくさんのパケットビークルを載せてもっとゆっくと走る、「スーパーパケットビークル（通称スパビ）」に置きかえたほうが良いことが明らかになった。すでにファンドが設立され、2060 年の置きかえに向けて準備が進んでいる。新しく導入される、スーパーパケットビークルは、最高時速が 100km 程度の、パケットビークルを 50 台ほど載せて走る、おおきなパケットビークルである。車輪と車体は強く頑丈にできている。パケッ

トビークルと同様、完全にコンピュータ制御されているため、まず待つ時間がつねにゼロである。これによって、最高時速を 100 キロメートルに落としつつも、山の手線の 1 周あたり 20 分強という時間が可能になる予定である。

パケットビークルによって、交通死亡事故はなくなった。スピードが遅く、車体が軽いために、安全装置によって急停止できるからである。鉄道がなくなったため、飛びこみ自殺も皆無になった。うるさいクラクションもなくなり、マナー違反の運転も過去のものになった。

家庭用のロボットも、パケットビークルをたくみに利用する。同じ距離を移動する場合はパケットビークルのほうが圧倒的にエネルギー効率が良いため、ロボットがある程度以上長い距離を移動したい場合は、近くのパケットビークルをつかまえて飛びのり、移動する。ロボットは、ますます、都市の中を移動するようになっている。なぜ、ロボットが都市の中を移動する必要があるのだろうか？ 現在においては、ロボットが移動する理由のほとんどは、コミュニケーションのためなのである。

⑤ ロボットの本当の使いかた

これまでは、家事をさせたり、お使いをさせたり、模様替えをさせたりといった仕事は、ロボットの主な使いかたであった。しかし、ロボットの本当の使いかたは、人間同士のコミュニケーションにある。

ロボットに服を着せ、化粧をし、いい音楽を聞かせ、素敵な言葉を教え、おしゃれをさせる。今日は、ちょっとクールなバンド少年風にしようか。ハーモニカを持たせておこう。ネットではほかのロボットを検索する。リヴィール・LOVE 社のロボット専用出会い系サイト「ロボデート.com」で、京都弁の黒髪・色白の女の子のロボットをみつけた。横浜で落ちあうように設定し、コースは、東京湾のクルージングにした。ネット上でデートをデザインし、さあ、いってらっしゃい。ロボットを送りだす。

ここは新宿だが、ロボットが横浜駅に到着するまで、約 20 分ある。お茶を一服し、ヘッドマウントディスプレイを装着し、ロボットの目にログインする。これ以降は、私はロボットになる。

ロボットの目から見た景色がそのまま見える。スーパーパケットビークルの横浜駅で、パケットビークルに乗ったまま、鏡で髪型をチェックしながら女の子を待つ。相手の女の子があらわれた。黒髪だと思っていたが、横浜にくる途中で髪型を変えてきたのだという。栗色のショートカットになっている。ロボットだから、髪の毛

を変えるのは1分でできるのだが、そんなことはどうでもいい。この女の子はなかなか好みだ。結果オーライ。今日はいい夜になりそうだ！相手の女の子のロボットを操作し、会話を入力している人間が誰なのかは分からないが、しかし、ロボットの動きをみていると、本当に京都からきた女の子のように思える。ロボットの皮膚感覚は、腕の部分については、ある程度グローブを通して伝わってくる。温度と触覚については、かなりのレベルで再現されている。ロボット同士が抱擁しているだけなのに、ほんとうに人間と抱擁していると思えてくるのだ。そろそろ素敵な夜も終わり、また横浜駅まで戻ってきた。さようならをした後はロボットへの接続を切る。ロボットは自分で、パケットビークルを乗りついで自宅に帰ってくる。もちろん飲み物の買い出しをついでにやるのも忘れない。ロボットの帰りを待たずに、寝ることにしよう。

ロボットを介したコミュニケーションは、実際に現地まで足を運ぶ必要がないという点で、単純に、便利だ。たとえば離れた場所の会議に出席できるし、最近では、自分が所有しているロボットを火星に行かせるという遊びが流行し始めた。しかし、それら以上に、本来の自分にはできなかったようなこと、気付いていなかった面に気付くこと、などが可能になることが重要である。

たとえば、思いきっていつもと違う服を着てみたいときは、まず自分に似せたロボットに服を着せて街を歩かせ、映像をつくってチェックしてみる。お金がもったいない場合は仮想空間を使っておしゃれチェックをすることもできるが、あえてロボットのハードウェアを使ってテストしてみることで、現実世界の人間と会話がはじまったりすることを楽しめる。

あるいは、ロボットを通して匿名のまま大学の授業に参加してみるのも面白い。いつもならやりにくい質問でも、ロボットを通すことで、気軽に聞いてみるができる。怒られるのを覚悟で質問するなどといったことができるようになる。

人間としての自分が新しい行動をするための敷居がとて低くなるという効果があり、それこそが、ロボットコミュニケーションの本当の価値になっている。都市に住む人の人間同士のコミュニケーションが、ロボットというインタフェースを使うことによって、より深まっているのだ。

日本人が持つ、他人の心の機微を、非常に敏感に感じとることができる能力は、コミュニケーション用ロボットの開発にとって、非常に重要な要素になっている。

6 2055年の日本経済

2055年、日本経済は、非常に好調である。

日本製の、精緻に作りこまれたコミュニケーション用ロボットと、きわめて精密に自動制御される小さな小さな乗り物が、すべての大陸で、現地の労働者の手によって、無数に生産され続けている。ロボット用の旅行や美容院、衣服のブランド、ロボデート.comなどといったサービスも、ロボットのハードウェアとともに売られている。ついには、ロボット用のペットというジャンルも誕生した。そこには、50年前に日本のゲーム産業が世界を席巻していたのと似た情景が広がっているが、しかし今回は規模がまったく違う。ゲーム産業は、社会全体に影響を与えるほどのインパクトは持っていなかった。子供たちはコンピュータゲームの影響を受けてキャラクターになりきり、ゲームの呪文を唱え、ゲームプレイの方法をある程度生きかたにも取り入れた。しかし、社会を根本的に変えてしまうほどの力はなかった。ロボットによる文化の輸出は、街づくり、エネルギー計画、仕事のやりかたなど、社会のあらゆる部分に影響を与えるものである。ロボットを中心としたあらゆる商品が、圧倒的な速度で世界に進出し、それによって、現在の日本経済の熱が、これまでにない温度になっているのだ。

7 2100年に向けて

人類は、むずかしい問題を多くかかえている。問題はたとえば、エネルギー問題、貧困、医療、都市開発、治安、淡水資源、人口、農業、食料、生物資源、宇宙開発、言語、歴史認識、教育、宗教、差別、国境、貨幣などである。これらの問題を解決する必要性は、20世紀のうちから、声高に叫ばれ続けてきた。しかし、いまだ、まったくといっていいほど解決に至っていない。人口は90億人に達し、石油は枯渇しつつある。淡水資源はついに底をついた。温暖化は、ついに、世界各国で、高山植物の連続的な絶滅を引き起こしつつある。日本がロボット技術を中心とした圧倒的な省エネルギー法を開発したおかげで、エネルギーの危機についてはある程度緩和されそうだし、世界中のソーラー・タワーが、太陽の光から、圧倒的な量の電力を生産しているが、エネルギー以外の問題については、むしろ悪化している兆しさえある。

特に、差別、言語、国境、教育など、科学技術ではなかなか解決しにくい、人間同士のコミュニケーション

ンの問題が、2055 年現在においても、まったく手つかずのまま残っている。2100 年に向けては、ここでも日本の貢献が非常に期待されている。2100 年、資源や人口などの、人類の基本問題はより深刻化し、コミュニケーションを通して解決していくことが何より重要になる。日本では、先に述べたように、人間同士のコミュニケーションのためのロボットが、急激に精緻化されていて、それが新しい人間同士のコミュニケーションを生んでいる。世界の、コミュニケーションの問題を解決していくためのヒントが、ロボットを活用した人間のコミュニケーションにあるかもしれない。日本にできることは、無限にある。

8 結論

日本人は、地に足をつけて、地道にモノを作るのが得意である。私は、その特性は 2055 年においても、基本的には変化していないと考える。21 世紀において、世界の中で日本はどんな貢献ができるだろうか？

日本では、20 世紀から、ロボット技術、輸送技術をはじめとする、地に足のついた部分に対しては、多くの

資金と、人材が投入されてきた。しかしその反面、ソフトウェアや金融といった、モノでない、乾いた部分については、相対的に弱いままで、欧米の国々の思うがままになっている。私は、21 世紀の日本は、あえてそれらの乾いた部分に大挙して進出するのを避け、ロボットや輸送技術、建設技術、農業などといった、人間の肌や地面に直接触れるモノづくりの基礎部分における深く地道な研究を中心に置き、その周辺にまったく独自の文化的な世界を構築し、精緻化するという方向が、日本だけではなく世界に貢献するために最良の方法だと考える。

9 Credits

以下に、謝辞を。ロボットについてのアイデアは田中泰生氏から複数いただいた。コミュニティーエンジンの皆さんや、猿合奏のメンバの皆さんにも、たくさんのアイデアをもらった。ありがとう！

(平成 18 年 4 月 14 日受付)