

ロボット・サイエンスとReality



辻 三郎 Saburo Tsuji
大阪大学・和歌山大学 名誉教授

1. ロボティクスとReality

ロボティクスの研究でRealityがどのように取り上げられて来たか調べてみよう。Google検索で現れるのは、ほとんどがVirtual Realityとそれから発展した技術です。知能ロボットのアカデミック・ロードマップ [1] [2] を検索してもVirtual Reality関連の話題とリアリティ感、感情移入、アニマシ感(生物らしさの感覚 Perceptual Animacy)が見受けられるのみです。これから、Reality研究の対象が、仮想世界やロボットが人に与える現実感に限定されていたと言えましょう。ロボットが人に与える現実感は、ヒトとロボットのコミュニケーションで今後益々重要になって行く課題で、本フォーラムでは石黒先生が「アンロイドサイエンス－人間らしさから人間らしい存在感－」というタイトルで最先端の研究結果を紹介する予定になっています。ここでは視点を変えて、将来的な課題として「ロボット自体が感じるReality」について考えてみましょう。

2. 技術発展の予測

2.1 The Singularity Is Near

ロボットが感じるRealityは、未来的話題です。そこで、技術の発展、それに伴う社会変貌の予測例として、2005年に出版されたRay Kurzweil著 “The Singularity Is Near” [3] の一部を紹介しましょう。これは、科学・哲学部門でベストセラーとなった話題の本です。内容がセンセーショナルのため多くの論議を生み、各分野の専門家から批判される一方で、多くのワークショップなどが催されました。最近、電気電子関係の最大学会IEEEの会員向けマガジン Spectrumが、先端科学の専門家の視点から捉えた特集号 [4] で真面目な議論を開いています。

Kurzweil の主張の技術的部分を要約すると

- ◆ 科学技術の進歩は加速度的で特異点に接近する。
- ◆ パラダイムシフトも激増する。
- ◆ とりわけ情報技術の発展は急速である。
- ◆ 脳科学も探査技術の加速度的進歩に助けられ、脳のReverse Engineeringが可能となる。
- ◆ ナノテクの発展が革命的な効果(ヒトの体内で探査するナノロボットなど)を及ぼす。
- ◆ Genetic、Nanotechnology、Robotics(Strong AI)がキー技術である。
- ◆ ヒトとマシンが一体となる未来が到来する。

などが挙げられます。

今までの未来予測の多くは「今までの傾向がそのまま直線的に続く」と仮定する線形予測ですが、過去の多くの事例を解析すると、技術が加速度的に発展したことが判ります。一つのパラダイムに基づく発展は、「徐々に立ち上がり、大きく伸び、そして飽和状態に陥る」というS字型なのですが、「飽和する前に次のパラダイムの提唱と普遍化」というパラダイムシフトが次々と起こり、発展を継続してきました。そのパラダイムシフト自体も、研究人口の増大、研究設備の急激な高性能化、そして新技術の社会への普及などに触発されて、増加する一方です。

実例としては、コンピュータの性能向上の経験則

としてMoorの法則がよく知られています。これは、1965年にMoorがICの集積密度が18～24月で2倍になると予測したものですが、近年は「コストに対するコンピュータパワー」が進化を続けるものとして、よく引用されています。今までの実績を見ると、図1に示すように\$1,000(パソコンの価格に相当)あたりのコンピュータパワーが指数関数的に増加し、このままの状態が続くと^{註1}、近い将来にヒトの頭脳に匹敵するコンピュータパワーを手軽に利用できる社会になると予測しています[3]。因みに、ヒトの脳の情報処理能力を 10^{20} MIPSと評価し、2030～2050年にはコンピュータが同等の能力になると推測です。さらに、脳科学、ナノテク、ロボティクスも加速度的な進歩を続け、これらが一体となった科学技術の発展により社会の変革をもたらす特異点に近づいていると考えています[3]。

2.2 マシンとヒト

Kurzweilは、上に述べた情報技術の発展の結果、近い将来にマシンの知能は以下の点でヒトの脳の活動を凌駕する^{註2}と述べています。

註1 半導体新技術発展の予測、文献[4] pp. 54-55。

註2 Kurzweilの著書には、人間頭脳の内容をアップロードして永久に使用できるなど、疑問と思われる記述も多く、批判する専門家も多い。

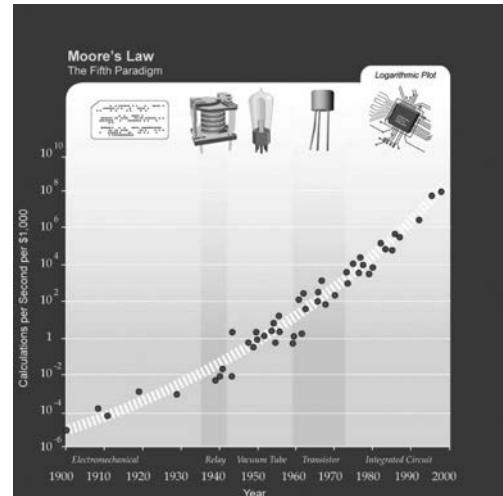


Fig. 1 ムーアの法則 [3]

縦軸は、価格\$1,000あたりのコンピュータの計算能力(対数目盛)を示す。

- ◆ 正確に大量の情報を記憶し、瞬時に想起できる。
 - ◆ 多様なスキルを獲得し、それを用いてタスクを高速・正確に実行する。
 - ◆ 高速に知識を共有し、有効に活用する。
 - ◆ より有効にネットワークを活用する。
 - ◆ 制限のある肉体に捉われないので、システム設計の自由度が増す。
- さらに
- ◆ 自動的に設計・製作・改良が可能となり、マシンの自己進化が起る。

という可能性も指摘しています。

ここで見方を変えて、ロボットを設計・製作する立場から考えて、生物では当たり前、しかし上述したような技術進歩があっても実現困難と思われる機能を考えてみましょう。

- ◆ 食物によってエネルギーとロボットの構成材料を自ら補給する。
- ◆ 生存・種の保存に関する本能があり

◇ 再生により自己修復する。

◇ 空腹、痛み、温度、恐怖などから自己保存行動をする。

- ◆ 細胞が自己コピーし、個体は進化する(マシンも自動設計変更・自動製作で将来は可能?)。
- ◆ 個体が成長する、反復運動で肉体能力が向上する。

などが挙げられます。これらは、生物が生存し、その種を保存するために欠かせないものです。運動によってハード能力を向上させる機能などは、ロボットにとっても魅力ある課題ですが、情報技術の進歩だけでは、解決の道筋は見あたりません。

次に、タスクの遂行面に着目して、ロボットと人を比較をしてみましょう。ロボットが科学技術の世界に登場した時、その利点として「何時も同じようにタスクを実行する」ことが挙げられました。すなわち、疲れを知らない、手を抜かない、飽きない、意欲の差がない、体調・気分に無関係、そして性格による差も無い、という機械の特性がもてはやされました。しかし、これらの長所は見方を変えると「人らしさがない」とも言えましょう。

一方、ロボットのタスク内容が複雑化するにつれて、知的問題点として「タスクの理解がない」と指摘されています。具体的には

- ◆ タスクの意味づけができない、目的意識が欠如している。
- ◆ プラニング能力が不足している。
- ◆ 失敗検出能力が不足、不可能な作業に対処できない。

といった問題点です。さらに

- ◆ 仲間との協調作業も予めプログラムされた方式や内容に限定される。

などの問題点を指摘できます。これらは、ロボット知能の基本的問題に関わると思われます。

ロボットが我々の身近でサービスする存在になるには、色々な意味での「人らしさ」の研究が重要となり、ロボティクスの中心課題の一つとなるでしょう。次世代ロボットでは、「場の雰囲気を感じて行動する」といった課題にも挑戦する必要があると思われます。

3. ロボットの世界モデル

多くのロボットは、環境から得た情報を世界モデルとして頭脳内に表現します。世界モデルは、対象の見え方(幾何モデル・動的モデル等)、環境の構造(地図モデル等)、ヒトを含む対象の性質・構造、さらに世界の法則、自己の経験を含めた知識などの情報の集積で、ロボットの用途に応じて多様なモデルが提案され、利用されてきました。ロボットが感じるRealityは、世界モデルの一部と言えましょう。人は、同じ環境に必ずしも同じRealityを感じません。そこで「同一規格のロボットが同じ環境に対して同じ世界モデルを持つか?」という命題を考えましょう。

その前に、人の認知について考える思考実験「マリーの部屋」[6]を紹介します。白黒の世界で育ったマリーは、視覚生理学、色の物理学知識、事物の色についての広い知識を持つ科学者で、黑白の部屋から黑白テレビで世界を観測しています。「生まれて初めてカラー世界を見た時、マリーは新しいことを学ぶか?」という命題です。これは、いわゆる物理主義に対する問い合わせで、それに対して多くの議論がなされたのですが、一つの回答は「マリーは、始めてカラー世界を見た感動から“スゴーイ!”と叫ぶ」でした。ヒトが刺激に対して持つクオリア(Qualia)の存在に関わることです。クオリアは、「イチゴのあの赤い感じ」「面白い映画を見ている時のワクワクするあの感じ」といった世界に対する意識的体験から造られ、その本質は意識のハードプロブレムの一つとされています。

人の様にRealityを感じるには、ロボットの世界モデルにもクオリア表現が必要でしょうが、これは次世代の課題と思われます。ここでは、工学的センスでロボットの世界モデル作成過程を考えてみましょう。同一のセンサ系・運動系を持つロボットが同じ環境に置かれれば、機械的に同様の観測をして、誤差の範囲で同一の環境モデルを作るというのが、常識的な判断です。しかし、ロボットが知的に高度になると、過去の経験や獲得した知識によって、同じ環境でも行動が異なります。その結果、個々の人間が異なるRealityを持つように、それぞれのロボットが異なる世界モデルを生成します。人についてのモデルが、その人と過ごした経験で異なるのは判りやすい例です。環境内の事物は、それぞれのタスクにより必要性^{註3}や役割が異なります。従って、異なるタスクを経験したロボットは、同じ環境から異なる世界モデルを形成するはずです。同じハード・ソフトで出荷されたロボットが、異なる個性を持つ存在に成長し、同一の環境から異なるRealityを感じるようになります。

世界モデルがロボティクスの研究の重要なテーマであることは、広く認められていて、研究者は課題に必要と思われる機能をモデルに組み込んできました。しかし、アドホックなアプローチで、本質的枠組みを議論するには至っていないと思われます。「世界モデルの獲得、表現、利用」はヒトの記憶の構造に関連したキー・プロブレムの一つで、その構造・処理様式と共に考えねばなりません。特にイメージ情報の記憶・検索・利用は重要です。膨大なセンサ情報を連続記憶するシステムが手軽に得られる時代ですから、深く思考して世界モデルの枠組みを提案し、

註3 我々は、環境内のすべての事物を認知してから作業をするわけではなく、不必要的物は存在にも気がつきません。ロボットも、実世界で活動するには、同様にタスク遂行に関連しないと思われる事物を背景、あるいはフレーム、と認知することが必要です。この実現には、ビルトインの処理方式とタスク遂行過程で学習した方が併用されると思われます。

実験的に検証する段階と思われます。先に述べたクオリアの本質が判れば、ロボットはさらに人らしく個性化した存在になるでしょう。

4. 高次理解機能

ヒトの高次理解機能として、Imitation、Prediction、Emotionがあげられます[7]。これらは、ヒトなどの高等生物が集団生活をしながら、進化を続けたことに関連していると思われます。ロボティクスでも、人が行う作業や動作をロボットが模倣する研究[8][9]が行われていますが、脳科学の研究から興味深い事実が明らかになってきました。

4.1 ミラー・ニューロン

ロボットが人の良きパートナーになるためには、行動から人の意図を推定することが必要です。今までの人工知能のアプローチは、コンピュータビジョンが動画像を解析して行動パターンに分類し、経験を蓄積した知識ベースにアクセスして、その意図を推論するという枠組みを想定し、個々の処理方式を確立することに研究の重点が置かれてきました。しかし、ミラー・ニューロンの研究が大きな進歩を遂げ、日常よく見られる行動に対しては、ヒトやサルなどの高等生物の脳では、より直接的な仕組みが動作していることが明らかになりました[10]。

イタリアの脳科学者リゾラッティの研究グループは、サルの脳細胞の働きを調べているうちに、特定の行動をしても、他のサルやヒトがその行動をするのを見ても同様に反応するミラー細胞を発見しました。さらに、「果物を掴んで食べる」に大きく反応した細胞が、手の動きがよく似た「果物を掴んで器に移す」にはあまり反応しない。「ヒトが果物を掴んで食べるのを見る」に反応した細胞が、「ヒトが果物を掴んで器に移す動作を見る」には反応しません。また、「行動の一部を隠して見えなくしても反応をする」などの事実が明らかになりました。これらのことから、ミラー・ニューロンのセットが、特定の行動をコーディングしていると推測されます。「ミラー・ニューロンの働きにより脳内で直接同じ体験をするため、他者の行為や意図を理解できる」と考えられます。さらに、ヒトのように高次知能を持つ生物の重要な機能である模倣にも、ミラー・ニューロンが関わっていることも知られています。

生物システムは、多重の情報処理機構を利用しています。これは、処理結果の信頼性を高める働きをします。ミラー・ニューロンによる意図の推定も他のシステムの処理結果と付き合わせて、総合的な判断がなされると推測されます。

4.2 Emotional Intelligence

ヒトに対する実験の結果、ミラー・ニューロンの働きは、行動だけでなく共感、思いやり、感情移入などのEmotionにも関わっていることも、明らかになりました。まず、被験者の手に電極をつけ、電気ショックを加えます。次に、電極をつけたパートナーの手を見せ、さらに電気ショックを与える時の合図を見せます。どちらの場合も、被験者の脳の同じ部位が活性化されます。ある感情を持った時と、他者の顔に類似の感情で現れる表情を観察した時も、同じ場所のミラー・ニューロンが活性化します。人を観察して、その人と類似な感情が生起(例えは胸が

痛い)することは、社会的動物にとって重要なことです。コミュニケーションでは、等価性と直接的理解が重要で、マシンで如何に実現するかは興味深い課題です。ヒトのようにEmotionを理解し適切に振舞う能力をEmotional Intelligence^{註4}と呼び、次世代人工知能の課題と考えられています。

ヒト、ゴリラ、チンパンジー、クジラのような知能が進んだ動物にしかないスピンドル細胞は、皮膚や多くの器官から広範囲な情報を収集し、愛、怒、悲、性などのEmotionで生起され、集団でうまく付き合う能力、すなわちEmotional Intelligenceに関連すると考えられています。脳科学の進歩により次第にEmotionに関わる脳の仕組みも明らかになると期待されます。

近年、情報科学やロボティクスでも、Emotionに関連した研究が盛んになっています。ただ、かつての人工知能が「ヒトの知能をなぞる」ように、「ヒトのEmotionをなぞる」アプローチが多いと思われます。本質的な見方に立ったアプローチを検討すべき時期でしょう。

4.3 強いAI

哲学者Searleは、有名な思考実験「中国語の部屋(Chinese Room)」[11]を提示して、本当に心のある「強いAI」と知的に見える活動をするだけの「弱いAI」という概念を示し、「強いAI」は実現不能と論じました。これに触発されてAIの本質についての数多くの論議がなされました。Kurzweilはロボティクスの研究により「強いAI」が実現すると楽観的予測をしています。ロボティクスでは、「中国語の部屋」は「ロボットが実世界の行動を通して、意味を捉えられるか」という問題に帰着します。これは、従来のAI研究で見送られたFrame ProblemやSymbol Groundingといった基本問題をクリアしないと真の解決とはなりません^{註5}。先に述べた、ロボットのタスクの理解の課題も、その一例です。一方、多くの生物が持っている目標「個体の生存と種の繁栄」の言葉で、ロボットの環境や行動を意味付けるアプローチもあるでしょう。Searleの主張のように、人の心というレベルになると、AI研究の究極の目標と思われます。

5. ロボットの意識

多くの研究者が、「ロボットが意識を持てるか?」という問い合わせに興味を持ち、活発な論議を呼んでいます[11-15]。「意識」という言葉は、医学、精神分析学、心理学、哲学、認知科学などで使われてきました。その定義は「自身の環境、自身の存在、感覚・思考を自覚」(dictionary.com)など数多くあり、専門領域や研究の立場によって違った意味を持つ多義語です。脳科学の分野でも、意識を専門的に研究している人は多くなく[13]、意識の実体はまだ謎に包まれています。とりわけ、リカーシブに形成されるSelf-Awarenessは、解決の道筋が見えない難問と思われます。ここでは、現在のロボット技術の延長線で実現可能な意識の機能を考察しましょう。

註4 心理学の分野では、「自己や他者の感情を知覚し、自分の感情を制御する能力」を、Emotional Intelligence(心の知能指数)、その測定指数をIQと対比して、EQ(Emotional Quotient)と呼んでいます。

註5 ロボティクス研究者Moravecは、ロボットが実世界に働きかけることにより、シンボルとそれが表現する事物の関連が判り、ヒトが意味を教えなくても物理世界から獲得できると主張しています[11]。

5.1 ロボットの情報システム

図2は、人工知能ハンドブック[17]に示されたロボットの主要要素で、処理の流れは「①センサ群から得た情報を解析して外界モデルを作り、②それを利用してタスク遂行計画を作成し、③運動系の駆動部に指令する」という枠組みで示されています。しかし、複雑なタスクを行う実時間システムですから、必然的に分散処理の構成で実現されます。環境の動的変化に適応するには、反射的動作と上部指令の実行を協調しながら実行することが望ましい。すなわち、多数のサブシステムは自律的に動作し、判断・推論・立案などの上位システムは、下位システムからの報告を受け取りますが、動作の細部には関与しないシステム構成となります。

人の脳は意識下でも並行的に活動しており、その中で「注意が向けられたものが意識レベルにある」という見方があります。よく知られているように、「自転車に乗る」運動の学習では、練習初期は意識レベルで体を動かしていますが、慣れるに従って殆ど注意を向けなくても乗れるようになります。これは、大脳が学習した運動スキルを小脳に移し、小脳の指令下に運動系が自律的に動作すると考えられています。しかも、何か問題が起ると、その解決に意識が向けられます。ロボットも、上位システムに同様に注意の選択機能、すなわち必要な処理プロセスを選択・起動させて集中的に対策を検討・実行する機能があれば、それを知覚・運動的意識[16]と考えて差し支えないでしょう。人の意識下の処理が平行的に実行されているのに、意識が直列的な時分割処理と感じられるのは、整合性を得るためにでしょう。ロボットの処理システムも同様な構成にするのは合理的と思われます。

5.2 意識レベルの処理

今までの考察から、ロボットの情報処理システムの上位部は、ロボットの意識レベルとも言えましょう。以下は、工学的立場からの意識の機能の要約で、図3は、そのスケッチです。

- ◆ 意識下レベルで並行処理される情報プロセスから重要度に応じて選択されたプロセスを実行する。
- ◆ 自己の内部状態をモニターして必要な行動を選択する。

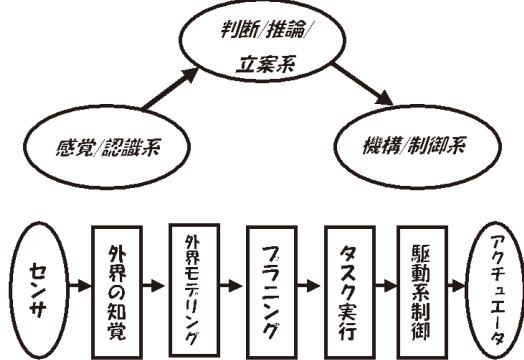
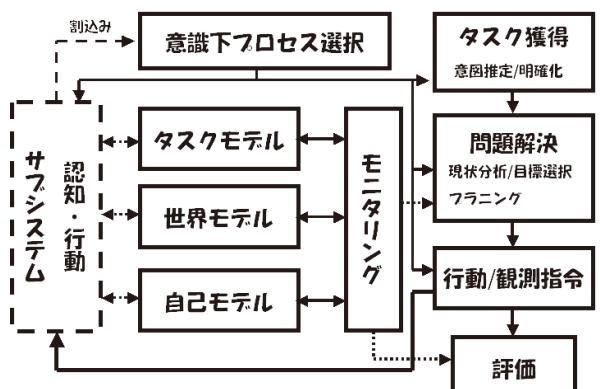


Fig. 2 ロボットの主要な要素と情報の流れの模式図 [17]



- ◆ 環境をモニターして必要な行動を選択する。人の意図や場の雰囲気を推定する。
- ◆ タスクを獲得し、その行動計画を作成し、下位レベルに指令する。タスク実行プロセスをモニター・評価し、必要なら変更する。
- ◆ 思考・想像・学習などの高レベルの総合的処理をする。

知覚意識

意識レベルの活動の一つは知覚意識で、動的に変化する世界モデルを作成する役割です。我々は、眺めている視野全体の鮮明な世界を意識します。しかし、網膜が鮮明に捉えているのは視線回りのごく狭い視野で、それ以外の周辺はぼけた像です。しかし、意識が異なる場所に移ろうとすると、意識に先立って眼球が動き、その場所の鮮明な画像を取得してモデルを更新するので、意識レベルでは鮮明な全体視野のイメージが作られます。すなわち、観測世界を脳内に矛盾なく再構成します。さらに、視野内事物の意味づけ、シーンの解釈を行って、タスク遂行に利用します。先に述べたように、意味づけや解釈の機能は、技術として実現されてなく、世界モデルも構造・機能ともに満足できるレベルではありません。ロボットの環境を、過去の記憶を含めて表現・利用するには、色々の形式のモデルを組み合わせることが必要でしょう。

モニタリングは、知覚システムの重要な役割です。タスク遂行に必要な情報を連続的に獲得する他に、環境で起った予期しない事態の検出、内部センサやサブシステムからの警報への対処が必要です。

問題解決

上位レベルの重要な機能の一つは、タスク内容を理解し、認知した環境での行動計画を作成し、各サブシステムに指令を送る^{註6}ことです。初期の知能ロボットの研究では、「記号記述と演算が実世界に適用可能」という仮説の下にロボットのプランニングの研究が始まりましたが、簡単な実世界でも破綻を見せ、解決の道筋を模索している段階です。さらに、タスク遂行中に事態が変わり、新しい目標を設定する動的実環境でのプランニング、解決策が見つからないタスクへの対応などの新課題も指摘されています。ロボットの知的活動に学習は不可欠です。自律的な行動結果の評価、タスク遂行経験の分析・利用が行動計画作成にも役立つと思われます。

最近、社会の中で我々と共に活動するロボットの研究が盛んになりました。そこでは、人とのコミュニケーションが最重要的課題です。図2には、実行するタスクの内容が明確に与えられた場合のロボットの情報処理の流れが画かれています。この場合は、ロボットは受動的に命令されるものと性格づけられています。

しかし、人が明確に言葉で仕事を与えるとは限りません。それどころか、本人が何をして欲しいか決まっていないケースもよくあります。さらに、複数の人から頼まれる仕事の調整が必

註6 我々は、随意運動をする時は、意識が指令していると思っています。しかし、動かそうと意図した（と思った）時より0.35～0.4秒前に脳内の運動モジュールが働き始めているという報告[16]もあります。この場合は、意識は実行された行動を是認しているとも解釈できます。

要な場合もあります。これらの問題を解決するには、依頼人とのコミュニケーションを通して、タスクの決定をする必要があります。この方法には、周囲の人の知識・経験を利用して、ロボットには難しい解決法を発見できる利点があります。ここでは、ロボットは能動的に仕事を獲得する存在です。

技術的には、ロボットに自然言語理解の能力が必要という問題がありますが、人には学習によって「ロボットが理解しやすいように話す」という能力があるので、あまり高いハードルではないと思われます。これを一步進めて、Emotional Intelligenceを備えて人とコミュニケーションをするのは、次世代ロボティクスのキー・プロブレムです。

自己モデル

ここで付け加えたいのは、ロボットの自己モデルの必要性です。従来は、開発者がロボットについて全て知っているという視点に立って設計し、ロボットの頭脳内の自己モデルは、単純なものしか用意されていません。しかし、自己についての情報を意識レベルで利用することは、プランニングやコミュニケーションでは欠かせません。

自己モデルは、記号表現のみでは不十分で、行動・観測の記録からの想起が必要で、情報・メディア新技術と深い関連を持っています。さらに、先に述べたミラー・ニューロンは、行動・認知・情動などのアクティビティをシミュレートする一種の自己モデルと考えられます。このような脳内シミュレーションに相当する働きも自己モデルには必要です。急速に増しているコンピュータパワーを活用して、有効な自己モデルを開発し、問題解決の新しい道が開けることを期待します。

意の生成

ロボットの知能情報処理、感性情報処理については、多くの研究がされてきました。さらに意を加えて、ロボットの「知・情・意」を目指すのは、興味あるアプローチです。行動の高次決定機構の研究を足がかりにして、意の研究に踏み込むのは、自然な流れでしょう。既に述べたように、曖昧なタスク目標からの選択、行動結果の評価、人のコミュニケーション、性格・経験による差異など、興味を呼ぶテーマが数多くあります。そして、ロボットの自己モデルも意の生成には欠かせない要素でしょう。

6. ロボット・サイエンスの構築

「人のために働く機械」の創造が、ロボット研究の大きな動機でした。人の嫌がる危険な作業、悪い環境下の作業、単調な作業を人の代わりに行う産業ロボットの開発が始まり、日本は世界をリードする技術力を誇る存在になりました。

ロボットの応用は、工場という限定された空間から我々が活動する人間社会に広がり、ロボティクスも大きな変貌を遂げました。ロボットの職場も製造業からサービス業、さらに家庭にと移り、人と自律マシンのコミュニケーションが、大きな研究テーマとなりました。

ロボット研究の目的も、「役立つ機械の開発」から「原理の探求」というサイエンスの色合いが

色濃くなってきました。すなわち、「人を知るためのロボット研究」という視点からの基礎研究です。情報科学の立場から見ると、「ヒトの情報活動の解明」のための研究です。手短に言えば、ロボットを作り、動かすことにより、脳の仕組み、心の仕組みを実験的に確かめるというアプローチです。実は、この問題は工学系の研究者だけでは解決できるものではなく、哲学、脳科学、心理学、人間科学、社会学、材料科学などの学際的研究として発展中です。人のために働く機械の研究開発をロボット工学、人を知るための研究をロボット・サイエンスと分類し、本文のタイトルを「ロボット・サイエンスとReality」にしました。

7. Realityについて思うこと

ロボットとRealityについて考える過程で思いついたことを、脈絡なく以下に記します。

ロボットの設計には、動作の何らかの基本原理を組み込むことが必要です。例えば、動物の情報処理の枠組みには、「相手も同じと仮定して行動し、矛盾を発見・学習する」といった原理が使われているように思えます。このような原理を見つけ、実験で有効性を検証するアプローチもあるでしょう。

パターン認識の研究は、文字や音声などを対象に、それらを「人が予め決めたパターン」に類別する原理・手法を開発してきました。言語・タスク・行動などには、シンボル化が困難なパターン情報が含まれていますが、「予め決められたパターン」は存在しません。そこで、このような情報が持つ性質、例えばSimilarity、を評価／利用する研究が重要になると思われます。特に、どの点で似ているかを状況(広い意味の文脈)に応じて発見／利用することが必要です。パターン処理には並列／平行処理が有効ですから、コンピュータの性能価格比の向上が、課題解決を助けると思われます。

同じ仕様で製作されたロボットが、経験により違ったRealityを持つ可能性について述べましたが、一歩進めて異なるハードウェアと基本ソフトウェアを持つロボットの協調・学習・進化は、次世代ロボティクスの興味ある課題と思われます。

「ロボットの意識」は、深遠な内容を含む問題で、色々のアプローチが可能です。将来は、ロボット・サイエンスの中核となる可能性を秘めています。一人の天才が、道を切り開いて解決できる問題ではなく、意欲のある多くの研究者が、シリアルに問題を追及することが必要でしょう。今までのロボティクスの歴史を振り返ると、科学技術の発展と社会のニーズの後押しが、成否の鍵となると思えます。

人は、それぞれが異なる人生を歩み、異なる見方をし、異なるRealityを感じます。「異なる見方が出会い、その違いを納める場所が心である」という言葉 [18] で、本稿を終わります。

References

- [1] 日本総合研究所、日本ロボット学会、人工知能学会：「知能ロボット アカデミック・ロードマップ 情報系複合領域」(2007).
- [2] 日本総合研究所、日本ロボット学会、人工知能学会、日本人間工学会：「知能ロボット アカデミック・ロードマップ 人間系複合領域」(2007).
- [3] Ray Kurzweil : “The Singularity Is Near” Viking (2005).
- [4] “The Singularity –A Special Report –” IEEE Spectrum, Vol. 45, No. 6, pp. 24–74 (2008).
- [5] Gordon E. Moore : Cramming more components onto integrated circuits, Electronics Magazine, 19, April (1965).
- [6] “Mary’s Room”, Wikipedia.
- [7] 文献 [3], pp. 189–194.
- [8] 浅田稔、国吉康夫：「ロボットインテリジェンス」岩波書店 (2006).
- [9] 浅田稔：「ロボット未来世紀、知るを楽しむ この人、この世界」 NHK (2008).
- [10] G. リゾラッティ、L. フォガッシ、V. ガレーゼ：他人を映す脳の鏡、日経サイエンス、2007年2月号、pp. 18–26 (2007).
- [11] John Searle : “Minds, brains and programs” Behavioral and Brain Sciences”, Vol. 3, No. 3, pp. 417–457 (1980).
- [12] John Hogan : The consciousness conundrum, 文献 4, pp. 28–33.
- [13] Christof Koch and Giulio Tonini : Can machines be conscious?, 文献 4, pp. 47–51.
- [15] Rodney Brooks : I, Rodney Brooks, am a robot, 文献 4, pp. 63–67.
- [16] 萩阪直行：「意識とは何か」 岩波書店 (1996).
- [17] 人工知能学会：「人工知能辞典」 p. 606 協立出版 (2005).
- [18] 野矢茂樹：「違和感」から気づく心の存在、日経サイエンス、2007年2月号、p. 110 (2007).