

2000年度第1回物学研究会レポート

北野宏明氏（北野共生プロジェクト総括責任者）講演
「北野的フューチャ ・ ロボット考」

2000年4月20日



BUTSUHOAKU
物学研究会
SOCIETY OF RESEARCH & DESIGN

物学研究会は3年目を迎えました。本年度は「情報と遊戯」を年間テーマに活動していきます。

さて、本年度最初の例会では「情報と遊戯」というテーマに最も相応しい北野宏明氏を講師にお迎えしました。ITの進歩は「人工知能」や「シミュレーション」といった概念を超え、生命体が持つ感覚や知性を取りこんだ人工物、人工と自然（生命・人間）が共生する世界、感覚や判断力を持ったモノの創造、といった課題に迫ろうとしています。北野さんが取り組んでいるヒューマノイドロボット開発や一連のロボカップ・プロジェクトは、これらの問題に迫る最先端のR&Dといえるでしょう。その北野さんに21世紀の「フューチャー・ロボット考」を語っていただきました。以下はそのサマリーです。

北野宏明氏講演

（科学技術振興事業団、
ERATO北野共生システムプロジェクト総括責任者）

「北野的フューチャー・ロボット考」



北野宏明氏

「ロボカップ」プロジェクト

本日は「北野的フューチャー・ロボット考」というテーマをいただいておりますので、私が取り組んでいるロボットプロジェクトを中心に話を進めていきたいと思います。そのメインプロジェクトに「ロボカップ」があります。ロボカップには大きく3つの柱があります。「ロボカップ・ワールドカップ」、「ロボカップ・レスキュー」、そして「ロボカップ・Jr」です。まず、これらについて順番にお話を進めていきましょう。

ロボカップ・ワールドカップ

ランドマークとしてのプロジェクト

「ロボカップ・ワールドカップ」は、2050年に「完全自律型ヒューマノイドロボット」がFIFAの公式ルールに則って、人間を相手にサッカー・ワールドカップに勝利することが目標です。1997年に名古屋で第1回大会が行われて以来毎年1回行っており、本年度はメルボルンで4回目を迎えます。

ロボットの研究を進める際に「ワールドカップ」の手法を用いたのには理由があります。研究開発を進行するには大きく3つの方法があります。一つは研究者自身が興味をもって取り組むもので、通常はこのパターンです。二つめが、目前に重大な問題があってすぐに解決しなければならない開発。たとえばガンやエイズの特効薬を研究するようなケースで、「グランドチャレンジ」という研究です。三つめは「ランドマークプロジェクト」と言っていますが、目標自体に大きな意味はないが、開発過程で出てくるテクノロジーの波及効果を狙ったものです。「ワールドカップ」は最後のタイプです。「サッカーロボット」は直接的に社会に役立つものではありませんが、開発途中で生まれてくる技術は未来のロボットに応用できます。一方、ランドマークプロジェクトは分かりやすく、夢を描き続けられる目標でなければなりません。ですから5年では達成できない20年から50年くらいの長いスパンで取り組める目標設定が求められます。

アポロ計画はまさに典型的なランドマークプロジェクトで「人類を安全に月に送って、帰還させること」が目標でした。宇宙飛行士が月面を歩いたからって人類が直接的利益を得るわけではありません。しかしアポロ計画で開発されたシステム技術、宇宙工学や電子工学などの基礎技術は今日のアメリカ産業基盤を形成しています。「コンピュータチェス」も同じです。1997年にコンピュータが人間のチャンピオンを破ることによって目標は達成されました。けれども人工知能が人間の知性を超えてチェスで勝利するために、なんと50年という歳月が費やされたのです。ここでは先読みアルゴリズムや並列処理システムが研究され、現在のパソコンや情報通信技術に応用されています。

一連の「ロボカップ」では次世代産業が必要としている基盤技術を徹底分析しました。そして知的交通網、分散型インターネットシステム、災害救助ロボットなどの重要目標が想定され、さらに実現に必要な共通技術を抽出しました。そして、分散型かつ協調性がある、実時間に反応する、物理的実体がある環境で活動する、センサーを通じて環境判断を行うなどのロボット開発に共通する技術項目が浮かび上がってきたのです。これらの次世代技術を統合的に研究開発する手段として「ロボットにサッカーをさせる」というランドマークを打ちたてました。

実社会に役立つという意味では、福祉や災害救助ロボットというテーマも考えました。ところが地震や水害などの災害は地理・気候といった個別要因が多すぎて、世界共通のテーマとして開発することは困難です。福祉ロボットも面白いテーマではありますが、寝たきりの人を風呂に入れたり介護するロボットを開発するとなると、今後20年の間に数千億円の費用がかかるかもしれません。そんなことなら、とりあえず家の中に移動用レールを張ったり車椅子で移動させる方が手っ取り早いということになります。それでも普遍的機能を持ったロボットは必要です。ならば、むしろゲームのように取り組める目標 「サッカーをするロボット」という世界中の人がイメージできて、現実的すぎない目標が良いのではないかと。

2050年にロボットが人間に勝つ！

「ロボカップ・ワールドカップ」は2050年に、ロボットが人間に勝利するという目標を掲げています。なんで「2050年」なのかです。これには理由があります。昨年正月に、ジャー

ナリストの立花隆氏がコーディネートしたNHKの科学番組があり、「ロボカップ」も取り上げられました。立花さんによると「1903年のライト兄弟の初飛行から69年のアームストロング飛行士の月面着陸まで66年かかった。月面着陸は地球上のことではないし例外として、サッカーロボットが人間に勝つのも50年で十分だろう」ということらしい。そこで、ロボカップは2050年までの期限限定プロジェクトとして放映されてしまったわけです。

考えてみると1948年の世界初のENIACコンピュータ誕生からコンピュータがチェスで人間に勝利するまでに約50年だった。1953年ワトソンとクリックの両科学者が遺伝子の二重螺旋構造を発見し、ヒトゲノムが全部解読されるまでに約50年。

とは言え、50年間にクリアしなければならない課題はとても多い。チェスロボットとサッカーロボットはコンピュータに大きく依存しているという点は共通していても、技術の種類や要件が全く違います。たとえば、環境面ではチェスは静的基盤上ですがサッカーは動的環境だし、チェスは中央制御でありサッカーは分散システムなど……。それに物理的の実体のある環境でロボットと人間とを競わせるためには、段階を踏んでいかなければなりません。まずソフトウェア同士でサッカーの試合をシュミレーションする。次はハードの性能は同じで、自律型ロボットと人間操作ロボットを試合させてみる。こうした実験の最終段階として初めて人間と自律ロボットの試合ということになります。けれども世界的な有名選手がロボットとぶつかって大ケガをしてしまったではすまされませんので、ロボットの性能はもちろん安全性を確保しなければならない。

ロボカップはリーグ別で運営される

現在「ロボカップ・ワールドカップ」はいくつかのリーグを主催しています。一つは「小型ロボットリーグ」で、卓球台くらいの大きさのスペース上で径18センチメートルのロボットが5対5で対戦します。ここで重要なのは、グラウンド周辺に装着された外センサーとロボット内センサーが互いに感知しながら制御し合う一種の「知的交通網システム」を形成していることです。

「中型ロボットリーグ」では7×9メートルのスペース内で、直径45センチメートルのロボット同士が5対5で対戦します。

印象的だったのはアメリカコーネル大学の取組です。コーネル大学はエンジニアリングばかりでなく、ビジネススクールの学生がプロジェクトに参加していました。ロボカップを一つの製品開発プロジェクトに見たてて、予算からスケジュールまでマネジメントしていました。最後には500ページ余りの立派なマニュアルやドキュメントを完成し、後輩たちに引き継いでいくわけです。近い将来、ISOの基準を満たすくらいのチームマネジメント構築を目標としているそうです。アメリカの大学の多くは同じような体制を敷いています。プロジェクトに勝算あり！と見極めると、大学とはいえNASA並の物量作戦で臨んでくるのです。それに比べて日本の大学の力不足は否めません。意外なところでは健闘しているのがイランです。プロジェクトのチーフは早稲田大学に留学していたという教授です。彼の指揮下で2年以上も学生30人が寝る間も惜しんで開発にあたっただけあって、メカニックがとても面白かった。他には、ロボカップバージョンのAIBOによるリーグも行っています。ハードは提供して、各大学が独自に

プログラムを開発して競い合うものです。

「ロボカップ・ジュニア」という子供向けのリーグもあります。これはLEGOマインドストームなどを使い、子供たちに1時間くらいでプログラムを組んでもらって簡単なサッカーをやらせてもらうのです。面白いのは女の子チームが男の子チームよりも強いことです。観察していると、男の子はいきなり試行錯誤で動かしたがるんですが、女の子は他チームの様子を観察しながらじっくりプログラムを書くんですね。それでいきなり試合に勝ち進むというパターンが多いのです。

ロボカップ・レスキュー

先ほども言いましたが、私は最終的にはロボットを災害救助に役立てたいと考えています。ロボカップはそれを実現するための手段です。サッカーロボットで開発された技術を災害救助に応用する「ロボカップ・レスキュー」というプロジェクトにも取り組んでいます。ワールドカップで得た40カ国に及ぶネットワークを活かして、災害救助の技術開発にチャレンジしながら国際基準を作ろうというものです。けれどもサッカーと災害救助では求められる技術が大きく異なります。サッカーはロボットの行動環境がほぼ同じですが、災害救助ではそれこそ多様な環境に対応しなければならない。エージェント自体もサッカーはほぼ同じですが、災害救助だと人間もあればヘリコプターや装甲車などいろんなタイプが想定されます。またサッカーは相手が11人ですが、災害救助の場合は数人から何千人まで幅があります。このように技術的なことでいくつもクリアしなければならない課題があります。

「ロボカップ・レスキュー」では「シミュレーション」と「ロボティクス&インフラストラクチャー」というプロジェクトが進んでいます。前者は、災害発生時の救助ストラテジーを構築するシミュレーションシステムです。後者は、災害に強い都市インフラの標準化と同時に災害救助ロボットとのインテグレーションを狙っています。これが実現されると各自治体ごとにオペレーションが可能になりますが、実現するには30年くらいはかかるでしょう。現時点では災害表示シミュレーター技術の研究をしています。たとえば、神戸長田区を表示したプロトタイプでは、地震によって建物が倒壊して火災が発生し消防自動車が出動する、あるいは道路が寸断されたり、交通事故が発生するといった一連の要素を総合的にシミュレーションします。皆さんはこうしたシミュレーターを消防署なり国が管理していると思われるかもしれませんが見当はずれです。日本では火災延焼に関しては消防庁、道路情報は建設省と運輸省、家屋倒壊は建設省と自治省、津波は運輸省港湾局が……といった縦割り、トータルなシミュレーションデータは存在しません。私たちが開発しているシミュレーターは火災、道路寸断、家屋倒壊、交通渋滞、避難民の動向、消防活動、地震スケールの7つが統合されます。さらに上下水道、電気、ガスなどライフラインのダメージ規模を予測できます。この夏には世界中の研究者に現行のプロトタイプを公開してブラッシュアップを図っていきたいと考えています。このプロジェクトは社会的な正統性があるので政府の資金的援助も得やすいし、参加を希望する研究者や企業も多くなるのではないかと予測しています。

将来のロボット像

まず最初はエンターテインメント・ロボットから

21世紀になると「ロボット」はますます身近な存在になるでしょう。その時、私たち人間が「ロボットに何をさせるのか」、「何を期待するのか」が問われます。私は「エンターテインメント・ロボット」が最も実現しやすいのではないかと考えています。たとえば介護ロボットや掃除ロボットを開発するとなると機能保証が絶対に必要になるので、「製品」として販売するにはかなりの時間が必要です。

私は「AIBO」の開発に最初から参加していましたが、初期ディビジョンで重要だったのは「役に立たないモノ」を作ろうということでした。5年で機能を持ったロボットを完成させることは絶対に無理だというのが私の見方でした。ソニーという会社はもともと生活必需品を売っている企業ではない、ウォークマンもハンディカムも生活を楽しむモノを売るまさに「エンターテインメント・カンパニー」です。ならば第一歩は「エンターテインメント・ロボット」から始めれば良いではないか。けれども安全性は確保しなければなりません。特に完全自律型ロボットは自律させて良い部分とそうでない部分をしっかり設定し、その上で安全性を確保しなければならない。加えてデザイン（見た目の形）が魅力的であることです。

ロボットのアイデンティティ？それは道具である

科学技術庁の外郭団体であるJSTのERATOプロジェクトの研究としてSIGというロボットを開発しました。

SIGの開発当初、私は人間そっくりのロボットを作ってみようと考えていました。けれども思考するうちに「ちょっと違うかな」と感じるようになりました。私たちは人間のコピーを創造するためにロボットを研究しているわけではありません。次世代のツールとして開発しています。そしてデザイナーの松井龍哉と討議を重ねるうちに、インダストリアルデザインとしてのロボットを作ることと合意したのです。「ロボットとは何なのか？」という問いに対し、「道具である」と認識すべきだと考えます。コンピュータは計算能力、記憶能力、コミュニケーション・ツールという部分が人間よりも優れた道具であるから、私たちはお金を払うわけです。ロボットの場合は「運動能力」です。産業用ロボットは何時間でも非常に正確な反復動作を行います。これは人間にはできない。さらに今後のロボットに期待されるのはコミュニケーション・メディアとしての「存在感」です。例えばAIBOと遊ぶ人の多くは、今のところAIBOを通して家族や友人とコミュニケーションしているのです。だから楽しいのだし、やはり「デザイン」がとても重要な要因になってきます。

ロボットで大切なのは「動き」と「存在」のデザイン

今後のインダストリアルデザインを考えると、ロボットデザインは見逃せません。私たちは今「ロボットデザイン学会」の設立準備を進めています。産業用ロボット以上に、日常生

活に入りこんでくるロボットには機能とパッケージとしてのデザインが重要になってくるのです。コンピュータもそうでした。パソコンが急速に普及した理由のひとつに、とても魅力的で美しい「アップル2」の登場があります。「AIBO」もパッケージとして魅力的にデザインされたからこそ、コンシューマに受け入れられたのです。

ロボットデザインの面白さは「物」のデザインから「動き」のデザインへ、さらに「存在」のデザインへと変わってくるのだと思います。現在のデザインはクルマもコンピュータも基本的には動きのないスタティックなオブジェのデザインです。ところがロボットは自律的にコンスタントに動きます。ですから動きを前提としたデザイン、美しい動き自体をデザインすることが求められます。さらに「動き」という新しいファンクションが入ってくるので、今までのデジタル機器とは異なるインタラクションやインターフェイスが必要です。そのために動物や人間に似たかたちのロボットがデザインされる可能性が考えられます。すると人間に対してロボットをどのように「存在させるか」という課題に突き当たります。

将来、ロボット産業が現在の自動車産業くらいの規模を持つようになると考えれば、ロボットデザインの方向性をきちっと検証できる場が必要です。その第一歩として、本年度のロボカップ・メルボルン大会から「ロボカップ・デザイン部門」を始めます。今年はミレニアムイベントでもありますし、インダストリアルデザイナーの山中俊治さんや芸大の藤幡正樹さん、そして参加希望者に提案していただきます。但し一つだけ条件を設けました。「製造可能なロボット」であることです。実現することを念頭におくと、鉄腕アトムのような製造不可能なロボットを提案されても困ってしまいます。ですから、技術的に実現の可能性のある範囲で検証されたロボットデザインにこだわりたいのです。

さて、私たちが開発した自律型ヒューマノイドロボットの第一号は「シグ」といいます。上半身だけで腕がなく、機能的には複数の人々の会話を個別に音声認識して話している人の方を向くという反応をします。これは、人の後を追いながらその会話内容を知るといった認知機能研究のためのプラットフォームです。最近、第2号として全身のヒューマノイドロボットを開発しました。お見せしたいのですが4月25日発売の『TIME』に紹介されますので見ていただければ幸いです。以上が「ロボット」に関して、私が取り組んでいることの概要であります。

セッション

黒川 ロボットが人間や動物の形に近づいていくというお話でしたが、人間が作るものは「硬く」、神様が創ったものは「柔らかい」のはどうしてなのでしょう？ 技術がそこまでいていないということですか？

北野 柔らかい皮膚のような触覚を張り巡らせたロボットを作らないと、実用にはならないでしょう。現技術ではそういうセンサーがないのです。私自身はもちろん柔らかいロボット実現に向かってやっていきたいと考えています。但しその際に考えなければならないのは、人間をコピーした外観をデザインすることが良いのかということです。人間が創造するものなのだから、人間とロボットの距離を保てるようなデザイン、ロボットなりのアイデンティティをきちんと構築していくことが重要だと考えます。

黒川 AIBOなどの完全自律型ロボットは学習することによって「個性」ができてきますよね。人間が（プログラムを組んで）インダストリーとして製造するロボット、ロボット自体が学習して得る「個性」のつじつまはどうなるのでしょうか？

北野 完全自律型ロボットは学習能力を持ちますから、当然環境に対して個性が形成されます。それから全く同じパーツで製造したロボットであっても、製造者によって製品としての個性は同じではありません。クルマや電子機器でも、これは同じなのではないでしょうか。

岸本 AIBOの話の中で、人々はAIBOを介して家族や仲間とコミュニケーションしているとおっしゃった。北野さんは「人間の側」の研究もされているのですか？

北野 人間のファクターは気にしています。作り手と使い手（買い手）の見方は違いますからね。私たち開発者側は当初AIBOの購入者は30代を中心とした男性がコアゾーンだろうと想定していました。インターネット販売のデータでもそうでした。ところがエキスポのようなイベントを企画すると、データ上では買い手は男性なんだけど、実際のオーナー（飼い主）は女性が圧倒的に多いのです。そして手編みのセーターを着せたり、リボンを結んだり……。デジタルクリーチャを犬や猫のように扱っています。

黒川 やはり、ロボットアイデンティティとかロボットデザインのイメージ制御、イメージ操作が重要な気がしてきました。

北野 そう、つまり「存在のデザイン」といえるでしょう。

関 ロボットデザインは「動きのデザイン」であり、「存在のデザイン」であるわけですが、北野さんはデザイナーに何を期待しますか？

北野 やはり、プロジェクトの初期段階から関わってもらって研究者や技術者と同じ視線で、ロボットとはいったい何なのか、何のために作るのかを議論したい。それに動きの複雑さ、機能や構造を理解した上でかなりつっこんだ部分も理解できる資質が求められるようになります。一つのスペックなり技術的プランができ上がった後で、「形」だけをアウトソーシングするような仕事のやり方はロボットデザインでは成り立たないのではないのでしょうか？

以上

北野 宏明（きたの ひろあき）

1961年生まれ。84年国際基督教大学教養学部卒業後、日本電気に入社。88年よりアメリカ、カーネギー・メロン大学客員研究員。31才で人工知能分野のノーベル賞と言われる「コンピュータ・アンド・ソート賞」受賞。93年ソニーコンピュータサイエンス研究所。

現在同研究所シニアリサーチャー。98年から科学技術振興事業団ERATOキタノ共生システムプロジェクト統括責任者も務める。同時にロボット・ワールドカップ・サッカー国際委員会委員長でもある。

2000年度第1回物学研究会レポート

北野宏明氏（北野共生プロジェクト総括責任者）講演
「北野的フューチャ ・ ロボット考」

写真・図版提供

; 物学研究会事務局

編集=物学研究会事務局

文責=関 康子

•

[物学研究会レポート]に記載の全てのブランド名および
商品名、会社名は、各社・各所有者の登録商標または商標です。
[物学研究会レポート]に収録されている全てのコンテンツの
無断転載を禁じます。

(C)Copyright 1999 Society of Research & Design. All rights reserved.