

# 人間共存型早稲田ロボットは売れるか

菅野重樹（早稲田大学理工学部）

## The Waseda Robots are selling well?

\* Shigeki SUGANO, Waseda University

**Abstract:** This report describes a short story of my robotics research in Waseda. It will show the process that the two philosophies of the robotics research and development in my laboratory are formed. One is the adaptability to individuals. The other is the hardware-oriented style.

**Key Words:** WABOT, Human-Robot Symbiosis, Hardware-oriented System Integration

### 1. はじめに

私のロボット研究暦は、学生時代を含めてもまだ20年しかない。本稿では、この短い20年間に創ってきたロボットについて、その具体的な研究内容ではなく、なぜ/いかに研究したかを紹介することで、このセッションの主旨に応えたい。

### 2. 人間に適應する福祉機器

私にとってロボットに関する最初の研究は、故加藤一郎先生の研究室での卒論テーマ「筋電制御大腿義足 WLP-5 の開発」である。

ロボットというよりも福祉機器に分類できる義足は、実用化を見据えた研究でなければ意味がない。義肢は、見かけ、コストを重視しなければ、どんなに優れた機能をもっている価値は低い。幸いに義足の場合は義手ほど見かけが問題とはならないため、いかに低コストで高機能を実現するかが研究のポイントであった。加藤研究室では既に1978年に、さまざまな機関の協力を得て筋電制御前腕義手 WIME ハンドの実用化に成功していた。この実用化のノウハウは義肢研究の貴重な道標となっていた。

我々が計画した義足は、歩行スピードに関する装着者の意図を筋電位の変化から読み取り、膝関節空気圧シリンダーの弁調節によりダンピングファクターを変えるというものであった。コストを考慮し動力義足とはせず、人間の意図理解という高機能を組み込もうとした。

この義足の研究が、現在私が研究主題としている「人間共存型機械」の出発点である。人間個々人は、それぞれ独自の身体の運動特性や精神的特徴をもっている。人間のために存在する機械には、その機械を使う個々人の特性を理解し、個々人に合わせる機能が必要だと思ふ。いわゆる万人向けに使いやすいという人間工学的に工夫した設計だけでは、真の人間親和性は達成できないであろう。

### 2. WABOT-2

私が大学院に進学した1981年、新しいプロジェクト：鍵盤楽器演奏ロボットの開発が始まった。

早稲田大学では1973年に、視覚、音声、コンピュータの研究を展開していた3研究室が集ってWABOT(WAseda roBOT)のグループを結成し、世界初の人間形ロボット WABOT-1 を開発した。WABOT-1 のプロジェクトは、故加藤一郎先生と音声認識合成が専門の白井克彦先生が二人で雑談をしているときに、秘書の女性がお茶をサービスしてくれたのを見て、「こういうロボットを作ろう」ということでスタートしたと聞いている。

それから約10年が経過し、16bit マイクロコンピュータの登場を始めとしてさまざまな技術革新が進んでいた。そこで、WABOT グループを再結集し、最新の成果をまとめて新しい人間形ロボットを作ろうということになった。たまたまそのとき視覚のグループが、市販されている普通の楽譜を認識し点字楽譜を自動的に生成する研究をしていたことから、この技術が活かせる音楽演奏ロボットを作ることになった。加藤研究室では手足の運動系を担当することから、楽器の選定は加藤研究室に委ねられた。

研究室ミーティングを重ねた結果、将来の家庭で人間を補佐するロボットは、産業用ロボットには備わっていない巧みさ、具体的には、多自由度の指と腕を巧みに操れる機能を備える必要があるとの結論に達し、その研究目的達成の方法として、鍵盤楽器演奏を作業の候補とした。

WABOT-2 の面白い機能は、歌声に合わせた伴奏ができることである。このアイデアは、WABOT-2 開発途中のグループミーティングで決まった。そのミーティングの目的は、楽譜を認識して演奏するだけではない新しい機能を何か実現できないだろうか、ということであった。演奏自身はロボット単独の作業であるので、もっと人間とのコミュニケーションをさせようという方向で議論した結果、若干の機能追加で可能な、人

間の歌声認識とそれに合わせた伴奏変更というアイデアに辿り着いた。人の歌声のピッチを認識して標準楽譜と比較し、その差だけ伴奏の音程を変えて演奏し直すのである。

歌声という個々人で異なる特性にロボットが合わせる機能は、前述の筋電制御大腿義足と同じ発想である。

この WABOT-2 プロジェクトは、始まってから 1 年後に突然、1985 年につくばで開かれることになった科学万博の日本政府テーマ館に参加することが決まってしまった。全く新しい研究テーマに期限が付いたのである。日本政府にロボットを納めるために、共同研究開発する企業の担当者の方々と綿密なスケジュール管理をしつつ研究を進めることになった。しかし未知の研究であり、解決すべき課題はあまりに多く、当然のことながら予定は大幅に遅れた。大学で WABOT-2 が完成したのは、万博開幕のたった 6 ヶ月前であった。

自由度はひじょうに多く、人間とほぼ同じ大きさのために指や腕のメンテナンスは大変で、使用したマイクロコンピュータの数は約 80、ソフトウェアも膨大な超複雑システムが完成した。担当企業で日本政府に納品するロボットが完成し社内公開したとき、多くの技術者が「よくこんなもの作ったね」と感激して涙を流したそうである。もし万博がなかったら、WABOT-2 は本当に完成していたかどうかわからない。

WABOT-2 の運動系開発には、多指多関節の機構と運動制御、指と腕の協調制御など多くの研究課題があった。これらの理論構築はもちろん必要であるが、それ以上に重要なことは、適切なハードウェアをいかに構築するかである。WABOT-2 の万博版である WASUBOT は、実際に 6 ヶ月間

毎日 5 分おきに演奏を繰り返すことに成功した。稼働率は 95% 以上で、他の万博出品ロボットを圧倒した。これは理論がなし得た結果というよりも、ハードウェアの設計を重視したシステムインテグレーションの成果であると思う。

### 3. 人間共存型ロボット

WABOT-2 以後、プロジェクトはヒューマノイドプロジェクトとして発展し、様々な研究が進められるようになった。

私はヒューマノイドプロジェクトの中で人間親和性の高いロボットを作ろうと研究をはじめた。まず取り組んだのが、単なる人間親和性ではなく人間共存を実現するために不可欠な要素である「安全」と「人間追従性」を考慮し、人間の直ぐ傍で人間と一緒に作業ができるロボットの メカニズム を考えることである。

ロボットの研究者は最近では総数は多くなったものの、実際にロボットを作っている研究者の数は必ずしも多いとは言えない。この理由は簡単で、まともに動く高機能な、そして独自のロボットを作る（正確に言うと設計する）ことが非常に難しいからである。しかし人間共存をテーマにするからには、シミュレーションで終りにはできない。特に安全を考慮した機構と制御を評価するためには、実際のロボットが不可欠である。「人間共存」は必要性が叫ばれているものの、実際に人間共存をタイトルに付けたロボットはこれまでほとんど研究例が無かった。何としても、ハードウェアを意識して実用化に近づいた人間共存型ロボットを作りたい、そしてこれまでに組みあがったのが Wendy である。

次の課題は、Wendy をベースにした売れるロボットのための設計を考えることである。



図 1 WABOT-2

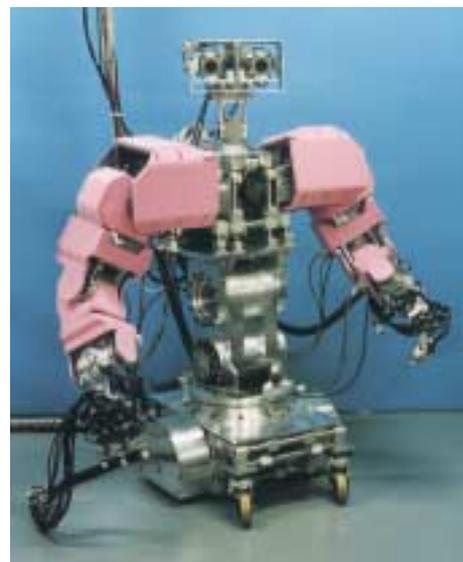


図 1 Wendy