

人間型ロボット技術の現状

ロボットは人間にどこまで近づけるか

話題提供者

梶田秀司

産業技術総合研究所 主任研究員



(2004年10月8日実施)

人間型ロボットのことをヒューマノイドロボット、あるいは単にヒューマノイドと呼ぶ。近年、もっとも大きな注目を浴び、誰もが目にするのはホンダの「ASIMO」¹⁾、ソニーの「QRIO」²⁾、トヨタの「パートナーロボット」³⁾のように大企業が開発し、発表しているヒューマノイド達であろう。しかし、これらのロボットは現在までのところ、展示会でのデモンストレーションやコマーシャル等で使われるのにとどまっている。

一方、近未来社会におけるヒューマノイドの実用化の可能性を探るため、経済産業省は1998年から2002年の5年間、約46億円の国費を投じて「人間協調・共存型ロボットシステム研究開発プロジェクト」を実施した。通称「HRP」(Humanoid Robotics Project)である。ここでは、プラントメンテナンス、ビルホームサービス、対人サービス、産業用車両代行運転、屋外共同作業の5分野への応用が研究された⁴⁾。

HRPの一環として、川田工業、安川電機、清水建設、そして産業技術総合研究所が共同で開発したヒューマノイドが「HRP-2」である⁵⁾(図1)。その主な仕様は、身長：1.54[m]、体重：58[kg](バッテリー含む)、関節軸数：30自由度である。電装系の高密度実装によりホンダの

ASIMOにあるような背中のバックパックを不要とし、腰に2軸を付加することで上体の旋回と前後への屈曲動作が可能になっている。

HRP-2は時速2kmで約一時間の歩行が可能、床面の形状に関しては路面傾斜±5%以内、左右足裏の高低差±4cm以内の予期しない凹凸に対応でき、形状が既知なら階段の昇降もできる。

このような2足歩行ロボットの大きな課題の一つが「転倒したらどうするのか?」である。HRP-2は前述の腰2軸と腕を利用することで直立状態とうつ伏せ/仰向けの状態を自由に行き来できる。さらに不慮の外乱によって転倒した場合にも「受け身」をとって衝撃を吸収する技術を開発し、HRP-2のプロトタイプ機による実験に成功した。図2は転倒実験の様子で、この後、「しりもち」をついて一旦衝撃を吸収した後、何事もなかったように再び立ち上がって歩行できる。身長120cmを超え、きちんとした歩行の可能な人間大のヒューマノイドでこのようなことができるロボットは他に存在しない(身長60cm程度の小型ヒューマノイドではソニーのQRIOなどが転倒復帰機能を持っている)。

今後の課題の一つは移動可能な領域の拡大である。図3は狭隘な空間や2足歩行の困難な状況のために、四つ

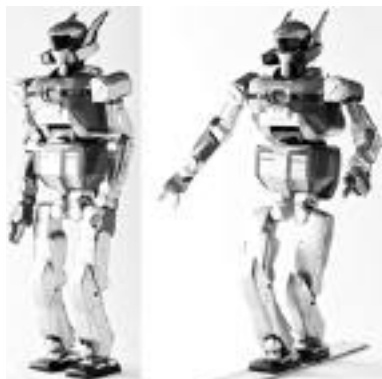


図1 HRP-2



図2 転倒制御(HRP-2のプロトタイプ機による実験)

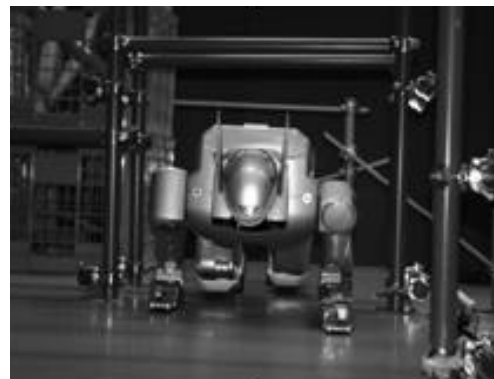


図3 狭い空間を四つんばいで移動するHRP-2

んばいで移動する実験の様子である。2足歩行に関しても芝生や砂の上のように踏むと変形してしまう路面、さらには水や氷により滑りやすくなった路面など現状のHRP-2が対応できない状況はまだまだ多い。

このようなヒューマノイドを利用した具体的な作業として次のような実験を行っている。

図4は人間と共同でプレハブを組み立てる作業を想定して行った長尺物の協調搬送の実験の様子である。ここでは、(1)視覚機能を用いて対象物の置かれた場所へ歩行し、(2)視覚を用いて板の適切な場所を把持・持ち上げ、(3)人間と共同で板を搬送しつつ手先力覚センサの情報を用いて人間の移動方向への追従する、といったある程度の自律的な作業機能が実装された。また、さらに複雑な作業環境への適応例として、台に手をつけて体を乗り出し、奥にあるバルブを操作するような実験も行っている(図5)。

図6は「HRP-1S」がバックホー(パワーショベル)を操作して土砂の移動作業を行っている様子である。HRP-1Sは本田技術研究所が開発したヒューマノイドP3をベースとした実験機で、HRP-2と並行してプロジェクトの中で用いられた。写真では雨天下でも作業可能な特殊な防水スーツを着用している。なお、この実験では主にオペレータの遠隔制御によりロボットを操作した。

以上の作業はすべて事前のプログラムの作りこみと要所々々でのオペレータの遠隔操作によって実現されている。近い将来を考えれば「鉄腕アトム」でイメージされる完全に自律し人格まで備えたロボットをいきなり目指すのは現実的ではない。むしろ、状況に応じたプログラ

ムの作りこみと遠隔操作をGUIやバーチャルリアリティを駆使して極力容易にすべきであろう。

ところで、しばしば聞かれる「人間型にこだわる必要はないのではないか」という指摘についてコメントしておこう。そもそも、日本国内に数千人はいるロボット研究者の中でヒューマノイドを研究しているのは一割にも満たず、他の九割以上の研究者たちは人型にとらわれることなく多様なタイプのロボットの研究を進めている。人間型にこだわっているのは実はマスメディアなのである。さらにヒューマノイドに否定的な意見を持つ研究者も多い。例えば、蛇型ロボットや4脚歩行ロボットの開発で世界的に有名で、筆者も尊敬する東京工業大学の広瀬茂男教授はヒューマノイドの実用的意義に異議を唱えられている。逆説的ではあるが、そのような意見があるからこそ、実用的なヒューマノイド開発という困難な壁にチャレンジする価値があると筆者達は考えているのである。

5年間のHRPを終えた現在、まったくの私見であるが、ヒューマノイド研究がロボット工学全体の発展をリードしてゆくシナリオがおぼろげに見えてきたように感じている。まだまだ発展途上にあるヒューマノイドに対する読者諸賢のご理解とご支援をお願いしつつ本稿を終える。

参考文献

- (1) ASIMO SPECIAL SITE <http://www.honda.co.jp/ASIMO/>
- (2) Sony Dream Robot QRIO <http://www.sony.co.jp/SonyInfo/QRIO/>
- (3) トヨタ・パートナーロボットの概要
<http://www.toyota.co.jp/jp/special/robot/>
- (4) 人間協調・共存型ロボットプロジェクト成果報告書、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、2003.
- (5) 人間型ロボットHRP-2 Promet(プロメテ)
<http://www.kawada.co.jp/ams/promet/index.html>



図4 HRP-2と人間の共同作業の様子

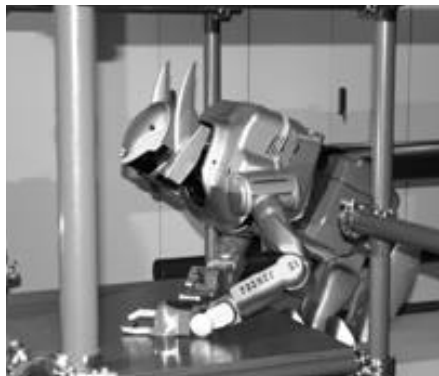


図5 台に手をつけて狭隘空間に入り込むHRP-2



図6 バックホーを運転するHRP-1S