

ASIMOが誕生するまで

2008年10月、東京青山のHONDA本社でASIMOの生みの親でもある、本田技術研究所の広瀬真人上席研究員からASIMO誕生までの開発話を聞いた。話は1980年代後半の開発黎明期に遡る。「いちばん苦労して、もっともエキサイティングだった時代」と広瀬さんという。写真(Experimental Model E0～E6)を見てわかるように、ASIMOの前身は無骨な下半身でしかない。

だが、開発を始めて約6年後に試作した「E3」で、2足歩行の基本的なメカニズムはようやく完成した。これは現在のASIMOにも受け継がれている。(写真提供: Honda)

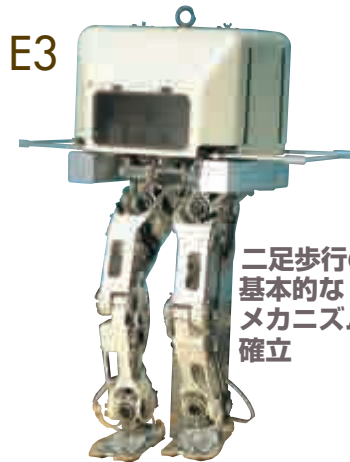
当時、広瀬さんたち開発チームは明けても暮れても、2本脚の"ピノキオ"に息を吹き込もうと、ただ一つのことにと情熱を燃やしていた。それは……

「歩いてなんだ？」

1986年の開発元年、広瀬さんたちは最初の「E0」で、2脚ロボットの「静歩行」に成功した。ロボコンのロボットよりはるかに重量があるので、剛性やパワー面では苦労したが、それほど難しくはなかった。「静歩行」とはいまでもなく、身体の重心が常に足裏内にある歩行。右足、左足と交互にゆっくりと足を出して歩く、いわばおもちゃの2足歩行ロボットの歩みだ。だが、一步に20秒もかかっていた。これじゃ、歩いているとはいええない。

どうすれば、人間のように「動歩行」で歩けるのか。「動歩行」とは重心の床への投影点が足裏の外に出してしまう歩行で、私たちの自然歩行がそうであるように、片足を上げ、前に移動する際に重心を移動させながら歩く。実は1986年頃には、早稲田大学、東京大学、東京工業大学などが試作した、8つの「下半身ロボット」が動歩行を実現していた。

だが、広瀬さんたちはそういうロボットのリサーチよりも、原点に帰って実現する方法を選んだ。つまり、2足歩行がもっとも得意な人間の歩行を徹底的に観察した。結果的にHONDAが取った、この独自路線が後の、世界初の全身2足歩行の成功を導いたといえる。「とにかく、歩けるマシンを作りたかった。モノを動かすというのは「理論」や「技術」なんかではないんですよ。もっと泥臭いもの」と広瀬さんは当時を振り返る。だが、人間観察といっ



E3

二足歩行の基本的なメカニズムを確立

でも、人間の骨数は200個以上、関節数は100個以上、骨格筋数も約400本ある。これらの中から歩行にどうしても必要な関節と筋肉を探さなくてはならない。そこで、広瀬さんは……

ミイラになった

首、両腕など上半身を包帯でぐるぐる巻にして、歩いた。HONDAの研究所では研究

Experimental 1991

員がこのような格好で所内を歩いても、それほど好奇心で見られなかったというから、いやはや懐の

深い(?)会社である。さらに、ある同僚は整形外科医院で型を取ってもらい、ギブスを作り、肩、腰、脚を各々固定して歩き、関節の動きを観察した。その結果、片脚に6個の関節さえあれば、歩けることがわかった。そこで、これを当時の機械部品に置き換えた。実は「E0」では人間の筋肉をまねたかったので、伸び縮みする直動型モーターを使った。だが、角度が変わると、位置を決定するのにsin、cosの計算をしなければならず、当時のコンピュータには負担が大きかった。

そこで、「E1」以降は回転型モーターを使った。関節のところどころに直結し、減速機を入れただけの非常にシンプルな構成にした。それでも、数十kg以上のロボットを歩かせるのは容易ではなかった、歩いては倒れ、壊れては直し、ということをや2年ぐら繰り返しているうちに、「E2」でようやく、動歩行ができるようになった。だが、歩行速度は1.2km/hの鈍足のうえ、ちょっとした凹凸ですぐバランスを崩し、倒れて

しまった。着地時の衝撃で、壊れやすかった。

「地球とぶつかり合っこ」してもOK

着地時の衝撃を和らげる何らかの細工をロボットに施すしかない。人間の場合、股関節、膝関節、足首関節に付着している筋群や靭帯、脊柱にある椎間板、足のアーチや足底腱膜などが衝撃を吸収している。いわば、衝撃吸収材が全身に点在しているが、ロボットの硬い「筋骨格」はそういう役を担ってくれない。

そこで広瀬さんらはロボットの足裏に「注射器」を埋め込んだ。「注射器」には空気が封入され、バネが付いている。床からの衝撃を受けると、「注射器」がクッション材になり、衝撃を受け止めてくれる。

しかし、この「注射器」もぶつかり方によっては曲がってしまい、歩

行実験では何本も交換しなければなら



E4

E5

た。そこで、この機構は「E3」で、「ゴムブッシュ」に変わり、足底全体がたわむような機構にした。これはPrototype Model P1～P3やASIMOに受け継がれている。

人間観察の結果、次に実現したのは重量バランスの設計だった。「ミイラ実験」の結果、関節数、すなわちモーター数は決まったが、モーターをどこに配置すればもっとも安定的な歩行ができるかについては、更なる実験が必要だった。

「木材と粘土とガムテープ」で歩行解析

モーションキャプチャーなんかない(=とても買えなかった)当時、広瀬さんたちが用意したのは木材と粘土とガムテープ。「ホームセンターに行って、木材、粘土を買ってきて、人間の脚の長さに木を切る。そして、粘土で「肉付け」して、ガムテープで関節を作る」。ところで、「上からぶら下げ、片方の木をちょこんと押す



E0

E1

E2