

杉並区制70周年記念企画 リレーライブ 学校発未来行

科学：『The Power of Dream Honda 人間型ロボット“ASIMO”開発ストーリー』

会場 富士見丘中学校体育館

日時 2002年12月1日

主催 / 杉並区学校教育コーディネーター：生重幸恵・伴野博美・平田敬子

共催 / 城西・西南・杉並ロータリークラブ

後援 / 杉並区・杉並区教育委員会

企画 / NPOスクール・アドバイス・ネットワーク

講演者：広瀬 真人氏（（株）本田技術研究所 和光基礎技術研究センター上席研究員）

広瀬 真人氏のプロフィール

1956年2月7日生まれ 栃木県出身

1980年3月 国立宇都宮大学大学院 工学研究科 精密工学専攻修士課程卒業

1986年7月 工作機械メーカーを経て株式会社本田技術研究所入社

1986年7月 ロボットの研究に従事

2001年6月より和光基礎技術センター上席研究員として現在にいたる

司会者

皆様、今日はようこそいらっしゃいました。

学校発地域として、『大人にも子供にも学校発未来行、夢と希望を』、これをテーマにして、「地域と暮らす日本、杉並区制70周年記念企画、リレーライブ、学校発未来行」。

今日は最終回、4回目となりまして、この富士見丘中学校の体育館をお借りいたしまして、トークライブを行います。

株式会社本田技術研究所の広瀬真人さんにおいでいただいております。

広瀬さんは、2足歩行人間型ロボットASIMOの開発研究に携っていらっしゃいます。

今日は、その開発経緯についてのお話しをさせていただきます。

とても興味深いお話しがうかがえると思いますので、どうぞ最後までごゆっくりお過ごし下さいませ。

それでは、広瀬さん、よろしく願いいたします。

講演者 広瀬 真人氏

本田技術研究所から参りました広瀬といたします。

今日は1時間ちょっと、楽しく映像を交えながら、本田の2足歩行ロボットを如何に開発してきたかについてご紹介したいと思います。

まず、今日のテーマですが、『科学』の範疇で、ロボットもその一環だろうとのお考えでお願いされました。確かに、私達は16年間、ロボット開発を進めています、ただ16年を振り返ってみますと、皆さんには意外に思われるかも知れないようなドロくさい部分が多く、“科学”と言えるような高尚なことではなかったような気がします。ですから、このようなアプローチをして現在の成果が生まれたのだと見ていただければありがたいと思います。

本田は2000年11月20日にASIMOを発表しました。

小さいお子さんいらっしゃいますけど、ASIMO知ってますか？ 知ってる方は手を挙げてくれます？ ASIMO知らないかな？

意外と知らないんですね、それでは是非今日はASIMOがどんな動きをするかをご覧くださいただければありがたいと思います。

ASIMOは、私達チームは16年間開発を進めてきたのですが、21世紀を切り開く新しい技術になるだろうと、あるいは人間の生活を今後大きく変えていくのじゃないか、というようなことを考えながら進めて参りました。

一昨年11月20日に世間に出しましたが、ソニーのAIBOとか、日本を中心に、かなりロボットブームが出てきた、と感じています。

<資料を見ながら>

ところで、ASIMOという名前ですが、『ネーミング』のところに“Advanced Step in Innovative Mobility”とあります。これは、“新しい時代に進化した革新的モビリティ”という長い名前なんですが、これは後付けて付けたものです。

私達の会社では移動する物を“モビリティ”と呼んでいます。バイク、これは車が二つあるので二輪、ですから“二輪モビリティ”、自動車、これは四輪、ですから“四輪モビリティ”と呼びます。人間型のロボットは、“アシ”、人間は脚で動くものですから、“脚移動体”、“脚モビリティ”ということで、“ASIMO”はそこからきているんです。

ASIMOは2000年にデビューして以来、いろいろな所で活躍しています。たとえば、2002年から、宇宙飛行士の毛利さんがいらっしゃる日本科学未来館、ここで説明員のアシスタント役をしていたり、海外では、ニューヨークの証券取引所で、人間以外では初めて、機械が証券取引所のオープニングベルを鳴らす、という事をやってきました。現在では、アメリカだけではなくて、タイ、シンガポール、オーストラリアなどで、いろいろな方々にASIMOの動作をご覧くださいています。

では、私達がなぜASIMOをいろんなところで動かしているのかを説明します。

現在のロボットは、まだまだ人間と同じようにいろいろなことができるわけではないんですね。けれども、いつまでも研究所の中だけで研究をしていると、どんな使われ方が考えられるか、あるいはどういった機能が必要になるかというのが全く分からないんです。それを求めて、ロボットを積極的に外部へ出しながら、実際の環境で使いながら成長させているところなのです。

私達は一年間ASIMOをいろいろ活動させてきましたが、なかなか人間と同じように、いいタイミングで動くようなロボットにはまだまだありません。その中でも、人間と如何にコミュニケーションをきっちりと取れるかというところが非常に重要で、平日、研究所に私達はいるんですが、そのロビーなどで実際にやっている実験風景をご紹介したいと思います。

< V T Rを見ながら >

これは、研究所のロビーですが、お客さんが来ると、こういうふうに「ようこそいらっしゃいました」としゃべりだしたり、空いている席まで案内するというようなことをやらせています。人間の方を見て分かると思うんですが、話しかける時にかがみながら、どうしてもロボット寄りに気を使われるんですね。本当はこうしたことがないように、今後は、非常に自然に会話ができるようにして行かなければいけないと、こういったところから我々は勉強させてもらっているわけです。

これは、お客さんを席の所までご案内しているシーンなんですが、まだまだASIMOのスピードが時速1.5キロなんです。私達は、通常、歩いている時というのは時速3キロとかで歩くわけで、そういう意味ではまだまだ、こういった一つ一つの動きをとっても人間のように滑らかにスムーズに歩かない。従って、こういったところも、どんどん、開発、研究を進めて行かなければならないなと感じています。

普通、人間は立ち止まるのにこんなに方向転換を何度もするわけじゃないですから、その意味では、やらねばならないことがまだまだたくさんあるなど、ご覧いただけるかと思います。

それから、もう一つ重要なものがあるって、私達の環境の中ではいろいろな障害物が置いてあるわけですね。ロボットがそれを見て、障害物らしきものを判断したら、よけて通るとか、立ち止まるとか。これは目標地までよけて通ったわけです。

もう一つ、パーソナル・コンピューターとか、そういったものから簡単に操作するというやり方もあるんですが、そうじゃなくて、このように呼びかけて動かす、こんなことも簡単に操作するという意味で重要なものになっています。そういう意味では、言葉を理解し、理解した通りの動きをロボットがしてくれるというようなことが課題になります。

それから、このシーンは、ご主人と称している左側の人間の後を付いて回らるんですね。人間が立ち止まるとASIMOも立ち止まる。実はこういうのをやっていたら、うちの会社の偉い人が、「いつまでも付いて来るんで気持ち悪い」と。そういう意味では、程々に付いて来ながら見失わずにという、そういうものが非常に重要です。見えなくなってしまうと「おーい、ちょっと待ってよ」というような会話の使い方のコミュニケーションというのも、非常に重要かなと思っています。

以上、今私達が研究所などで実験をやっているシーンをご覧いただいたわけですが、それでは、なぜ本田はこういったロボットをやったのかという理由と

開発経緯についてお話ししたいと思います。

本田はご存知のように、自動車、オートバイ、それから研究用ですが飛行機も造っているという、“モビリティ”の企業です。この中で、私達は“モビリティ”にこだわりながら、ロボットを生んできたという経緯があります。ロボットは研究開発に着手して16年、始めたのが1986年です。

この時に、なぜこういったロボットに着手したかということ、16年ぐらい前というのは、日本の企業、世の中が、今やっている現業だけではなくて、将来何か製造に結びつけられるような新しい研究の種を蒔いていかなければいけないということで、基礎技術に着目していた時代なんですね。いろんな会社が研究所を作り、新たな研究開発をスタートしたというのもこの頃です。

本田も、これに呼応したわけではないんですが、バイク、自動車、それに変わるような将来の技術、こういったものをやるという意味で研究所を設立しました。その中で、こうしたロボットの開発が行われました。

私は1986年に本田に入ったんですが、実はその時に、「鉄腕アトムを作れ」と言われました。これは会社に入って二日目のことなのですが、当時このロボットというのは、社長、専務、常務ぐらいしか知らないというトップシークレットの中で下された業務命令です。私の配属になった所は、こういった体育館のような広い所ではなくて、非常に狭い部屋に、しかも窓がなくて鍵がかかるというような部屋の中で研究をスタートしました。

しかし、実は、私は本田というのには若い頃から憧れていて、本田に入って、「鉄腕アトムを作れ」というようなことを最初に言われたわけですが、そういう意味では、まさにイメージ通りの会社だったなと感じています。

この、「アトムを作れ」という言葉なんですが、これは決して手塚治虫さんが描いた、とんがり頭と黒いパンツをはいたロボットを作れという意味ではありません。将来、人間の近くにいて、フレンドリーでいろんな意味で役に立ってくれるというロボットを作ろうじゃないかというような意図で出された言葉です。

あともう一つは、この頃ロボットというのは、なかなか実用的に動いているというものはなかったんですね。そういう意味で、世の中のなかなか実現されていないところにチャレンジするという意味合いもあったようです。

それと、ロボットというのはいろいろな技術が総合して入ってるんですね。これは、電子制御技術もそうですし、小型軽量化する材料技術もそうでしょうし、いろいろなものが入っていると。そういった意味で、たとえロボットが出来なかったとしても、それをやっていく研究過程の中でいろいろな技術が蓄積されるであろうというようなことも踏まえて研究開発をスタートしたと聞いています。それで、いずれにしても、私達はロボットをやる目標が定まったわけです。

その中で、もう一度、なぜロボットかということ、車、私達は“2次元モビリティ”と呼んでいます、これはあくまでも人間が人工的に作り出した環境、それを自由自在にいろいろなところへ行きたいという夢を叶える、という

ようなモビリティ。

もう一つは3次元ですね。これは海の中であるとか、大気中、宇宙、こういった、いろいろなところに行けるという意味の3次元モビリティです。

それから、もう一つは4次元。これは何かというと、今私はここで杉並区の方とこうやってお話しをしているわけですが、本来、日常であれば、家族と一緒に団欒をし、テレビを見ていたい、ということになるわけです。そういうことを叶えるためには、私の分身がいたらいいなと。たとえば、私は家にいて家族と共に団欒をしているのですが、ある指示のもとで、私の分身であるロボットがここに来ていろいろな講演が出来る。あるいは、自分がやりたくない事をロボットにさせる、というような、分身、これはあくまでも時空を超えて存在するということから、若干こじつけにはなるかと思いますが、4次元モビリティと名付けて、スタートしたわけです。

それから、もう一つ言っておかなければならないのは、本田という意味での文化です。本田には、夢の実現に向かってチャレンジする、というような精神があって、これはレースによって養われてきました。本田は創業から6年、一番経営が苦しい時に、苦しい時だからこそ余裕が必要だ、ということで2輪グランプリレースに参戦の宣言をしています。当時の本田は、日本国内では屈指のオートバイメーカーと呼ばれるようになっていましたが、世界ではまだ認められていなかったと聞いています。だからこそ、世界企業を目指すメーカーの登竜門であるグランプリレースに参加して優勝しよう、ということで参戦したわけです。そのような、一番厳しい時にこそ何かにチャレンジして、方向性を見失わずにやり遂げるといふ文化が本田にはありました。

また、それも一番過酷なところに挑戦する。技術というのは、いろいろな意味で、頂点を目指して一緒になって頑張っってやって行くということから磨かれている、と我々も感じていますし、当時の経営陣達もこういった思いを新たにしながら、本田という文化、カルチャーを築いて行ったと聞いています。こういった文化がある本田で、あるいは、ならばこそ、こういったロボットというものが大きくなったというように聞いています。

それでは、ロボットの開発経緯、16年間かかっているわけですが、どういふふうに進化していったかということについて簡単に述べてみたいと思います。先ほども言いましたように、1986年の7月ぐらいからスタートしていますが、一番最初は、まず歩かせてみようじゃないか。本当に実現出来るのかどうか、ということをやったという時期です。

次は、どのように歩かせたらいいのか、それから安定して倒れずに歩かせるにはどうしたらいいのか、最後に、人の形にしていくというステージを辿っています。

これを大きくステージごとに分けると、2足歩行というものの原理、それから実際、2足歩行を使った機能を完成させる。それから、人間型ロボットに作り上げるという過程です。

この中で、我々は“車”というものを中心にした移動体を作ってきたわけで

すが、2足歩行ロボットというものをもう一度考えてみると、そのエネルギーは、車の方が効率がいいわけです。なぜかということ、単純なことを言うと、人間というのは立っていて寝るといふわけにいかないわけですね。やはり、寝る時は寝そべるわけで、ということは、立っているだけでもエネルギーを使っているということなんです。

そういったモビリティよりも、むしろ車の方が高効率でいいわけですが、車以外、人間のような手足を使ったような機能、もう一度言い替えれば、人間というのはどこへでも行けるわけで、エベレストにも登ることが出来るし、ジャングルの中にも入って行くことが出来る。こういった手足を持ったような機能を私達が手に入れることができれば、地球上のいろんなところに行ける、というようなことで、やりました。

この中で、我々がやるために考えなければいけないことの中で大きなポイントは、何もかも学術的にアプローチするというのではなくて、“歩く”ということをもう一度思い起こす。現場に行って、現実を知りながら、現物を見て、いい判断をする、というような考え方の元でやって来ました。

では、具体的にどのように進めて行ったかというポイントについてだけ、ご紹介したいと思います。

<資料を見ながら>

後ほどビデオ等をご覧いただきながらご説明しますが、一番最初に作ったロボットはここに書いてあるようなロボットで、これは一番最初のロボットでしたので、どういうスタイル、サイズにするか分からなかったんですね。

私が悩んでいたら、当時の社長が来て、「どうした、ロボットの形は出来たのか」と言われたんですが、「いや、まだ出来ていません」と言ったら、社長に何を言われたかということ、「あまり、文献を読んだりして頭で考えるというのはやめろ」と。「今まで世の中に無いものを作るのであれば、もうちょっと体を動かしながらやれ」、というアドバイスをもらって、それであれば、自分が今までやって来て持っているものを最大限に生かしながら作ってみよう、ということで作ったものです。

実は、このロボットのサイズは、私の脚の寸法なんですね。これは、どういうふうにしていいか分からなかったものですから、私の股関節とか膝関節とか、そういった長さを計り、作ったロボットです。

後々言われるんですが、「広瀬さんてやっぱり、脚が短かったね」と。それは「いい加減にしろ」と言いたくなるんですが、いずれにしても、一番最初のロボットはこういう形で作りしました。

その後やったのがこのロボットなんですが、後々またビデオを見てもらいますが、これは、前後方向だけではなくて左右方向にもバランスが取れるようにしたロボットです。『静歩行』と書いてありますけど、これは何かということ、足の裏に必ず体の重心位置があって、物理的には倒れない、というような歩行です。

それでは先ず、“静歩行”をした実験の様態をご覧いただきたいと思います。

< V T Rを見ながら >

これが一番最初に作ったロボットなのですが、非常に遅い歩行をしたロボットで、今思うと、“歩行”と言っていいのか何ともいえないくらい遅いんですが、必ず足の裏に重心位置を置きながら歩くというのを行いました。

それから、次にご覧いただくのは、左右方向に上体の運動を振ってるんですが、正面から見る映像が出てくるんですが、必ず着いた足の上に上体の重心を置きながら歩いて行く、こういうようなロボットをやりました。こうして、ようやく制御ロボットというのを作り上げたんですが、これで何とか2足歩行というのが現実的なものになるんじゃないかということで、ようやく、会社としてはプロジェクトという形でスタートさせてもらったんですね。

ただし、その時要求されたのは、本田という会社はこんな遅いものを求めてはいないと。元々、人間の歩行を実現しようとしたわけですから、「人並みってどんなにスピードがあるの？」ということで、実際に測定したんです。そうすると、みんな歩き方がけっこう速いんですよ。

だいたい例で示すと、会社の中で測っていると一番よく分かるのですが、朝、会社に来る歩行スピードは、3、4キロぐらいで、意外と遅いんですよ。ところが、会社が終わると速いんですよ、帰るのが。だいたい、時速7、8キロぐらいで帰って行くんです。それから、横断歩道なんかは、5、6キロぐらいのスピードです。ウィンドウ・ショッピングなんかすると、3キロぐらいです。最も速いのは競歩で、確か、スピードは十数キロになると思います。そのぐらい、いろいろな歩行スピードがあるわけですが、私達は普段散歩するような、4、5キロぐらいのスピードを目指す、ということで研究をスタートしました。

そういう意味では、“動歩行”と我々は呼んでるんですが、通常の足の裏に重心を落とすような歩行だけではなくて、足の裏からバランスを崩しながら倒れる方向に脚を出していくという歩き方があり、そういったものをやろうとしました。

ただし、実際には、足のコントロールをどういうふうにしていいかということに悩んでいたら、これも当時の経営の方って面白くて、「2足っていうのって、難しい文献とかいろいろなものがあるけど、我々って歩いてるんだよな」と。「我々は歩いてるのになぜ実現出来ないんだろう。そこら辺に何かヒントがありそうだな」、ということで、自分達が歩いてるんだから自分達を参考にやっていったら何かできるんじゃないか、ということで人間の歩き方を参考にしながら進めてきました。

でも、私達は、そう言われたからといって、それだけを見ても全然面白くないものですから、それじゃ“歩く”とはどういうことか、我々は“脚式”と呼んでるんですが、2本足、4本足、6本足、こういった形態のいろいろなものがどんなふうに歩いているのかも観察しました。

< 資料を見ながら >

ここにカブトムシも描かれていますが、これは6本ですね、それから、4本

足、キリンとか犬とか馬ですね。それから2本足は人間などです。こういうのを観察すると、会社でビデオを見ていてもつまらないものですから、よく私達は動物園へ行きました。私がよく行ったのは上野動物園と東武動物公園です。

上野動物園、これは冬で、ダチョウの2足歩行を観察してたんですが、今ぐらいの時期だったと思うんですが、寒くてなかなか歩いてくれないんです。それで、係の人を呼び出して、餌をちらつかせながらやったんですが、なかなか歩かなくて、2、3時間待ったらちょうど昼食時期になって、ようやく歩いてくれたのを観察しました。

何度もそういうことをやっている、けっこう動物園の方とも仲良くなれるんです。

一番苦労したのが、カバが歩いているシーンを観察しようとした時なんですが、水の中に入ったきりなかなか出て来ないんです。何度か見に行ってもやっぱりだめで、ある時、「あなた方、何をしてるんですか？」と言われました。そりゃそうですよね、大の大人が動物園へ時々来てるわけですから。研究の事は言えませんから、車のアクティブサスペンションの研究をしてるんだ、と言ったんです。伸び縮みするような、そういった要素を観察したいんだと言ったら、「今度は、カバがいる所を水を抜いて清掃する日があるから、その時に来るといいよ」と言われて、その時出かけて行ってようやくカバが歩いている様子を観察したということがありました。

それで、これは2足歩行とは全く関係ないんですが、カバ、キリン、いろいろな4足の歩行を観察してみると、どうも胴体の長さや足の長さ、それから、胴体が長くて足も長い、そういった、プロポーションによってだいぶ歩き方が違おうと。極端な言い方をすると、キリンのような、胴体がちょっと短くて首が長くて足が長い、これは、今度ご覧になる時見て観察していただいたら分かるかと思うんですが、2足歩行に非常に近い歩き方になっている、というようなことも我々なりに推測して、やった覚えがあります。

それから、もう一つ、逆に、“体を使って研究”と書いてありますが、ようやく人間の歩行の観察に入るわけです。

人間というのは、206個の骨から出来あがってるんですね。206個の骨と、そこに繋がっているたくさんの筋肉がある。これをここに全部使っているのかというところではないだろう。

それでは、どういうふうに観察していったらいいのか。それで一番良いのは、何の筋肉を使っていないのかというのを調べればいいわけですね。

1回麻酔を射って、筋肉を動かなくしてしまったらいいのではないかということをお医者さんに訊ねたことがあるんです。そうしたら、麻酔を打って確かに筋肉を動かなくしてしまふことは出来るが、元に戻るかどうかは分からない、と言われたんです。だからそういう危険な事はやらない方がいいよということで、結局断念して、何をやったかということ、当時のメンバーの中で一番体が痩せている人を探したんです。その人を整形外科へ連れて行って、全身

の型を取ったんです。骨盤、それから背骨が動かないようにしたり、それを外部からコルセットをはめるような形で固めたんです。それによって、歩行中、首、それから背骨、骨盤の動き、手を振る、それから脚をどう動かすか、それから足部が固まってしまったらどうなるか、というところも含めて検討しました。

そういうことをしながら、やって来たわけです。

<資料を見ながら>

それで、ロボットの“必要な関節”ということで検討した中身がこの7項目です。

一つは、脚関節というのは、どこがどう加わっているかですね。結論から言うと、膝関節はけっこう重要で、階段の上り下り、これに重要だということが分かりました。

それから、足関節っていうのは非常に足と路面との“なじみ”というんですか、これをうまくやってるといようなことを我々は観察しました。

それから、骨盤の動きとか背骨の動きというのは、平らなところを歩く意味では、あまり関係ないなということを感じました。

それから、これは関節の位置ですね。

それから、実際にどういうふうに歩行しているのか。これは横から、いろいろな関節にランプを付けて、ストロボで撮影した様子です。これで、いろいろなところの関節がどれくらい動いているかというのが分かるわけです。

それから、これはお医者さんに行ってお教えてもらったんですが、大腿骨部下腿部の重心位置、これは、実際に、コンチャー・マップス法という、人体を輪切りにして中心を計って求めるというものがあるって、こういうようなデータも教えてもらって参考にしました。

それから、各関節がどのくらいの力を出してるんだろうということも、こういった装置を使いながら計ったわけです。

それから六つ目は、歩行中に必要なセンサーです。大局的に、どういうふうに歩行して行くかというのは、意外と目を使っている。ただし、全身のバランスは耳石、まさに薄い膜の上に石が乗っかっていて、垂直にかかる力を検出している。それから、三半規管、中に流体が入っていて、これが動くことによって外部からの動きを知る。それから、脚の筋肉には、ゴルシ腱鞘体、これによってトルクを検出できる。それから、足の裏に特に多いんですが、パチニ小体というのがあって、これは触覚、どこが触ったか分かる。こういうようなセンサーがあることが分かりました。そういったセンサーから、実際には体の傾きを知るための傾斜計、それから、力を知るための加速度センサーと、こういうようなものをロボットに搭載しました。

それからもう一つ重要なのは、先ほど歩行スピードの話をしたわけですが、私達は、スピードを上げて行くと、踵が着いた時の“着地衝撃”と呼んでるんですが、この大きさが大きくなって行きます。これはなぜかということ、時速2キロ、4キロ、6キロとやると、体重に対して約1.2倍から1.8倍ぐらい、踵に

力がかかるんです。これは不思議なもので、人間の踵は何で出来ているかというと、犬や猫の手をご覧になるとよく分かるかと思うんですが、肉球というか、プクプクしたのがありますね。あれと同じようなものが人間の踵にはあるんです。これは何かというと“エラスティック・セプター”と呼んでるんですが、ブドウ状の細胞になっていて、力を受けると潰れるんですね。それによって着地衝撃を和らげている。この細胞というのは特殊で、調子が悪くなると再生しないそうです。そういった特殊なものが人間の足の裏とか踵にあると。こういったことによって、歩行中の着地衝撃などを機械的に和らげているということが分かりました。そういったことから、軟らかくて着地衝撃を和らげるようなメカニズムを足の裏に入れてあげようと思いました。

それから、これはある研究者がひらめいたんですが、体操選手が着地した時に、膝を折り曲げてバランスを取る。それから、倒れそうになった時、倒れる方向へ足をポンと出す、というような動きも入れていかないと、なかなか安定した歩行にはならないだろうということで、やった内容です。

それから、これがけっこう重要で、バランスを取る制御というので、三つの輪が書いてありますが、人間がやっている内容をそのままロボットにやらせたという内容です。これは何かというと、『床反力制御』って書いてありますが、これは目をつぶって片足立ちをやると分かるんですが、その時に、足で床を押してることが分かると思うんですが、こういった床面を押すような動きを出来るようにしようと。

あともう一つは、着地位置制御。これは先ほども言ったように、倒れる方向に足をポンと出せる。

それから、『目標ZMP制御』と呼んでるんですが、これは何かというと、上体を使ったバランスです。例えば、車に乗っている方は分かると思うんですが、思いっきりアクセルを踏むと、前側が上がって後ろ側が沈むんです。それから、思いっきりブレーキをかけると、前側が沈んで後ろ側が上がる。これはなぜかかというと、加速減速させることによって、上体の重心に対して回転モーメントがかかるんです。この回転モーメントを使うことによって、倒れる方向とは逆方向に上体を動かしてやる。こうして、バランスを取るというようなやり方をやったわけです。

今までのものを、実際の映像をご覧いただきながらご紹介したいと思います。

< VTRを見ながら >

これは、“動歩行”という足の裏からバランスを崩して歩く歩き方で、時速1.2キロです。私達の生活環境にはこういった階段もあるわけで、それらを登り降り出来るために、実際にカメラを搭載して、このような実験を当時やりました。

それから、一方では、よりスピードアップをするためにトライしたのは時速3キロです。後々ご覧いただきたいのですが、この頃のロボットは、床が真っ平らな所しか歩くことが出来なかったんですね。これが、時速4.7キロです。これは、後々上体をのせるために、実際に70キロの重りを乗せながらやった様子

です。

こうやって何歩か歩けるようにはなったんですが、たった1センチの段差があると倒れちゃうんですね。これだと、実際の私達の環境の中では、歩く事が出来ないわけです。従って、さっきも言いましたように、足の裏でふんばったり、倒れる方向に足を出すとか、それから、上体を使うとか、そういった、姿勢を安定させるコントロールというのをに入れて、こうして、配管パイプをまたぐとか、斜面を上り下りするとか、そういうことをやったわけです。

このようなことをやって、当時もう6、7年も経ってたんですね。6、7年経っていて、世界中のロボットがどのような状況かというのを我々もウォッチングしてたんですが、今、世の中に発表すればかなり良い線で評価を得られるだろうと思ってたんです。それで、すぐ、社長に「ここまで来たんですから何とか発表したいんですけど」と話したら、その時言われたのは「でも一番最初は『鉄腕アトムを作れ』で、まだ下半身以外出来てないんじゃないの」と。

「下半身だけじゃただ移動するだけで、何の意味もないよね」、「せっかくここまでやったんだから、今度は手を付けなさいよ」と言われたんですね。これは確かに人間型を作ると言ったんだから、手まで付けないとどうしようもないということで、ようやく、手の研究に入ったわけです。

<資料を見ながら>

これからまたビデオでご紹介しますが、これはプロトタイプ 型で、93年に作っています。この後に、プロトタイプ 型というのを作り、プロトタイプ 型、こういう形で人間型ロボットを作り上げています。

私が一番好きなロボットは、一番左側にあるプロトタイプ 型なんですね。これは、機能を実現する上で、非常に理論的に我々が考えて作ったロボットなんです。ちょっと見にくいかも知れないんですが、実はロボットの目がどこにあるかということ、『1993』と書いてあって、頭に白いのがあるんです。そこに赤いのがちょこっと見えると思うんですね。実は、その下にロボットのカメラがあるんです。人間でいえば、ここに当たるのはどこかということ、ちょうど肩と肩の、この辺にあるんですね。それで、目がここにあると、そのあとすぐ足になっちゃうんですね。

これは会社で評判悪くて、当時トップシークレットですから、社長、専務などしか知らないんですが、その両者に何て言われたかということ「悪役ロボットみたいだなあ」と。「これだと『ロボコップ』に出てくるロボットに似ているから、これじゃ良くないな」と言われました。

それと、もう一方では、本田の研究者というのは、「視点がそんなに低くちゃだめだよ。人間がなぜ目が上にあるかということと遠くを見るためだろう」と。「もう少し、人間のように高い視点で物事が見えるように目を上に持って来い」と言われたんですね。従って、プロトタイプ2というロボットは、目を上に持って来て、頭らしい形にして行ったわけです。

それと同時に、やはり私達機械屋、あるいは研究屋が勝手に考えるよりも、やはりデザイナーを入れようということになりました。

そして人間に比べて大きかったものですから、それならば宇宙飛行士が背中に生命維持装置を持って動いているような、そんな感じに似ているだろうということで、宇宙飛行士的なデザインを取り入れたのが最初です。

それから、重量が210キロあるんですね。本当に210キロって、自分達の家の中歩けるのかということ、ピアノだって2、3百キロありますけど、そんなのがドカドカ動いたら、床が抜けちゃうわけですよ。それで、もう少し軽くしようと。

それから、一番大事なのは目線ですね。人間と同じような目線で、何とか対応出来るようにしようということで、調べたら、女子高生の平均身長が160センチぐらいなんですね。高校時代はまだみんな身長を計ってるんですが、会社へ行くと、身長は統計的に計ってないらしいので、平均身長も体重もよく分からないんです。ただ、その時記録に残っていたのが160センチの50キロだったんですが、そういうものを参考にしながらこういったロボットを作って行きました。

それでは、このロボットについての動きをご覧いただきたいと思います。

< VTRを見ながら >

これは、“プロトタイプ 型”で、これには視覚カメラを搭載しました。そして、扉らしい物がある。扉らしい物に対して、鍵とか扉のノブの位置を予測して、扉の開閉とか施錠とかが出来るようにしたものです。191センチの175キロですから、今考えると、かなり大型のロボットを動かしていたんだなと思います。

その次にご覧いただくのは、これは96年に初めて本田が世の中に公表したロボットで、“プロトタイプ 型”です。当時時速2キロで歩き、実は、中国の李鵬首相が日本に見えた時にも、このロボットと李鵬首相が握手をしています。当時を考えると、一国の偉い人と、まだまだ完成度の低いロボットと握手をさせるというのは度胸がいるもので、まかり間違っても、倒れてしまったら、私は一介のサラリーマンですから、辞表ぐらいじゃ済まなかったんじゃないかなと思っていますが、なんとか無事、そういった対応もしながら作った覚えがあります。

それから、これは、本田の発電機を積みながら運搬しているロボットです。それと、一方では、人間が操縦装置を動かすと、それに習ってロボットが作業をするというようなこともやらせました。これは、私達の研究所の屋内にある通常の階段なんですけど、こういった階段も上れるようにして行ったわけです。

これは安定性を示す実験で、下に敷いた物、こういった角度をもったり、台形状の凹凸をもったり、こういった所も難なく歩けるようなレベルになりました。

さらに、このロボットは、160センチのサイズにして、通常的环境、どこに扉があるよとか、何メーター先には階段があるよというのを教えておくんですね。ロボットの背中にあるコンピューターの中に地図情報として書き込んであるんです。この地図情報をベースに、今、ロボット自身がどこにいるかという

自己位置の推定をするわけです。

ですから、このロボットは、今押している物が扉ということは分からない。でも、押して行けば前に進めるという状況だけは分かるわけです。それがなぜ分かるかということ、ちょうどロボットが指している下に白黒の四角いマークがご覧になれると思いますが、あれは、マーク検出なんです。ああいうマークをベースに、ロボットが背中にあるコンピューターに書き込まれた地図と照合しながら、今どこにいるかということを知っているわけです。

後で、ASIMOの映像をご覧くださいますが、この頃のロボットは、必ず、直線を歩くと立ち止まって、方向を変えて、またそちらの方へ直接歩くという、そういう歩き方をします。これは、ロボットの音です。

このロボットには、どうも、前方なんメートルぐらいの所に階段らしい物がある、階段は、どのぐらいの高さで奥行きがどのぐらいで何段だということを教えています。ただし、実際に私達が使っている階段というのは、一段一段寸法が微妙に違ってらるんですね。こういった、違った寸法でも踏み外さないように、ロボットの足裏で階段のエッジを検出しながら、一段ごとに補正しながら歩くことが出来るようにしています。

この頃実験は非常に高価なものでしたから、倒してしまうと実験が出来ないことから、倒れた場合のために、上から吊って実験しました。一度間違っ、吊らないでオペレーターがスイッチを押してしまって、ロボットが勝手に動き出してしまったんですが、この時は神頼みで、ひとえに無事に倒れぬようにと思って見てたんですが、無事戻り、このように、ある程度、地図情報を与えてあげればロボットは自力で判断しながら移動することが出来るようになりました。

このロボットは、降りるために階段の手前で一旦立ち止まって、階段に貼ってある白黒マークをもう一度見ます。見た上で、階段のちょうど中心線、真中を推定しています。

以上、こういった人間型ロボットをつくることまでの経過でしたが、この頃からこのロボットを実際何に使おうかという議論がなされ始めました。その時に、冷静に考えてみると、元々スタートした時は、人間の近くにおいて、フレンドリーで、いろいろなことが出来るようなロボットというのを想定したわけですが、どうもそのイメージとはすごく離れて行ってしまっているなあ、というような実感を我々は思ったわけです。

ちょうどこの頃から、いろいろなペットロボットというものがどんどん出てきて、世の中を賑わしているような状況になっていました。例えば、ソニーのロボットや、SDRと称している人間型ロボットもそうです。こうしたロボットを見ながら、私達はどこへ進むのかということなんですが、やはり、みんなと一緒に使って役立つ。例えば、人間がやっている仕事を代わりにやってくれる。それから、一緒に仕事が出来るといったパートナー。こういうロボットにして行こうと。

あと一つは、例えば、自分に何か起き時のために、自分のために自分が使っ

て便利に何かしてくれるというような、“サーバント”というか、こういうロボットにして行こうと。そういうことで、本田のロボットの方向性を決めました。

それで、先ほどの大きさ、サイズから、より人間のそばにいて、便利に動いてくれるというサイズをもう一度検討し直して、こういうASIMOというのを作って行きました。小型軽量化、歩行技術、簡単に操縦出来る、それからデザインです。

そこで、一つ考えなければいけないのは、生活環境に適合し、身近で、かつ、役に立つ、ということです。そういう意味では、照明スイッチとか、ドアノブの高さ、部屋のコンセントの高さ、それから作業台、台車押し、こういったものは人間のサイズに合ってるんですね。従って、これに適應出来るようなサイズで一番小さいのは何かと検討してみると、右側に示すような寸法になったわけです。それから階段の上り下りですね。こうしたところから脚の長さも決めて行きました。

もう一方では、連続的に歩かせるようにしようということで、先ほどのP3のような立ち止まって方向転換してまた動き出すというロボットではなくて、非常になめらかで、歩幅とかスピードを変えられるというようなロボットにするための歩行技術を開発しました。それから、そのためには、曲がる時に一々停止していたんではどうしようもないわけで、次、どのような歩き方をすると動きを予測して、ロボットの内部で自動生成する。そういった予測制御するような技術も取り入れました。

具体的に作ったのが、ここに示すような、身長120センチ、重量が50キロ。歩行スピードはやや遅いんですが、こういうロボットにしました。それから、手に持って歩いている重量なんですが、これは500グラムです。これは、当時私がリーダーだったんですが、何をベースに決めたかということ、実は、私の家内が一日何を持ったかを記録させたんですね。そうしたら、一番重い物を持ったのは俎板なんですね。俎板が1.6キロぐらいですかね。包丁とかそういう物はそれほど重いものじゃない。ただ、当時のロボットは、まさか、洗濯した物をたたむというわけにいかなかったもので、どんなものを持つかを記録してもらったんですけども、意外と重い物は持ってない。家内に、「なんだ、お前そんなに重い物持った仕事してないんだな」と言ったら、「そんなことないわよ」と言われたんですけども。いずれにしても、だいたい統計を取ってみると、それほど重い物は持ってないので、だいたい500グラム、これはちょうど私なんか、「冷蔵庫から缶ビールを取って来い」と言うと、じゅうぶん持って来れるような手頃な重さだったものですから、これぐらい持てればよいということで決めました。

それから、もう一つ特徴的なのは、ASIMOのデザインですね。あまりお話ししたことはないんですが、ASIMOのデザインを考えるにあたって、いろんなことを検討しています。

実は、紀元前8世紀頃、ホメロスという方が書いた『イリアス』の中で『黄金

の少女』というロボットが出て来るんですね。これが、どうも、最初というふうに思われるんですが、その頃からいろんなこういったロボットの歴史がある。人間が人間のようなものを作るという観点でデザインを考えると、非常に難しいところがあるわけです。

<資料を見ながら>

従って、私達が考えたのは、こういった世の中の漫画に出て来る、こういう絵があるんですが、冷静に考えてみると、1台しか存在してないんですね。ところが、私達が狙うのは、いろんな環境の中である程度たくさん動くようなロボットであって、そのためには本当はどういったデザインがいいのか、というところも含めて検討しました。それで、デザインの方向性もあるんですが、人間とそっくりな人間もどき、こういう方向性と、家電機器のようなすごくインテリジェント化された、こういった方向があるかと思うんですが、私達のロボットというのは、あくまでも機械であり機能的な動きを実現するという意味でのデザイン、というところに固執しました。

<資料を見ながら>

それと、もう一つ、「人形は顔が命」というんですけれども、ロボットも顔が命だなと感じて、何をやったかということ、今のASIMOと同じような顔と、それから、右側のクリクリ目玉の顔を二つ用意したんですね。それで、この二つのロボットを、いろんな方に見ていただいたんです。私もそうだったんですが、「どっちが良い？」と最初に聞きくと、右側が良いって言うんですよ。目のクリクリしたやつ。可愛いって言うんですね。どちらを向いてるかもよく分かるって言うんですが、これを延々とディスカッションしながら、3時間ぐらい眺めてたんですね。そうして、最後どうなるかということ、なんと、現在のASIMOのデザインがいいと。なぜかということ、飽きちゃうらしいんですね、3時間も見てると。ところが、目が見えるようできて見えなくて、ヘルメット型の、フェイスが隠れてるっていうんですか、これを見ていると、飽きずに自分がどんどん、いろいろあったことをロボットに転写できる、という意見が出て来て、右側よりも左側のデザインがいいだろうということで決めました。それでは、これは発表当時のビデオなんですが、そういったASIMOの動きをご覧いただきたいと思います。

<VTRを見ながら>

で、この時、私達が感じたのは、デザイン的な話を申し上げますと、顔だけではなくてですね、腕があって手があって、指がある。手は5本指にしたんですけども、要約された方がいいということで非常に単純に作ったんですが、指が、いろいろな動きというか、表現力を持つということが分かりました。あと、いろいろな前後左右の動きですが、これは将来、一番最初に冒頭で見ていただいたように、障害物があった時に咄嗟によけられるように、バランス能力をアップするためにやらせようとした動きです。これが後々、コマーシャル・フィルムとか、そういったところに使われたりするんですが。以前の大きなロボットよりは、歩き方も少し洗練されましたし、なめらかに歩けるようになって

たわけです。

それと、この頃から、歩きながら手を振るようにしたんですが、実は、この手はただ振ってるのではなくて、脚を振った時の慣性モーメントというのを計ったことがあるんですが、これをキャンセルする役割も持ってます。これは、サッカーなどでボールを蹴る時に、上半身、それから手を振る時と同じです。

それから、これは、ゲーム機などで使っているジョイスティックですが、こうしたジョイスティックを使って、簡単にASIMOを歩かすことが出来るというようなことを実現しています。

以上、ASIMOの動きを見てもらったんですが、私達は、ある意味で、まだ、ロボットというのはいろいろな意味で、やって行かなければいけないことがたくさんあるなと感じています。

実は、この頃、14、5年、ロボットをやって来て、ASIMOを作り上げて、私達チームが、若干、世の中の出来なかったことを実現した。「やったね」という感じで、若干の驕りもあったんだと思うんですね。

ASIMOを登場させたのは2000年の11月20日で、誕生日は10月31日なんですが、2ヶ月も経っていないのに、発表した後に、NHK紅白歌合戦に出てくれないかという依頼があったんですね。それで、車やバイクでは紅白に出ることはまずないだろうと。それから、うちの社員が歌手になってデビューするということもまずないだろうから、これはいいチャンスだなと思って、何の考えも無しに紅白歌合戦の出場をOKしてしまったんですね。これは我々自らがOKしたんですけども、ところが、これが大変なことになるわけです。

これはエピソードとしてお話ししますが、紅白歌合戦というのは、ご存知のように生番組になるわけですね、生放送ですね。これは、1分1秒が管理された中で動いてるんですね。

それで、まず何点か大変な事があったんですが、まず、時間の問題ですね。「ASIMOは12月31日の21時24分50何秒に、ちゃんと出られますか？」というわけです。舞台の所にですね。これは、そんな正確な時間に出られないんです。

それはなぜかということ、ASIMOは何で動いているかということ、無線で動いてるんです。無線で動くっていうことは、こちら側から指示を出すと、空中を飛んで行って、ASIMOの背中にあるコンピューターのところへコマンドが行って、そこから動き出すわけです。ところが、無線というのは我侘なもので、確実に届くということとはなかなか考え難くて、たまに届かないことがあるんです。届かないともう1回、必要ならば何度もコマンドを送るんですが、その分遅れてしまうんですね。ということは、まかり間違えば、数秒遅れるということですね。数秒遅れると、周りの人間が舞台上で踊ったり歌ったりしてるわけですが、その動作に合わなくなってしまうという状況が起こるわけです。まず、それが守れるかどうか、ということが一点ありました。

あともう一つは、私達はロボットを動かす大変さというのを知ってるんです

が、NHKへ持って行ったら、NHKの方もびっくりしてたんですね。大型トラック2台で、ASIMOを3台持ち込んだんですよ。ワークステーションという、今でこそこういうパソコンで動きますが、当時作った時はワークステーションでブラウン管のテレビ画面の大きいやつとか大型のコンピューターを持っていったもんですから、どこでASIMOを動かしたらいいかといった時に、場所が無かったんです。NHKの方は、こういった椅子を二つ用意してくれて、そこで動くだろうというわけですね。いや、冗談じゃないと。まずASIMOは立ち上がらなきゃいけないし、オペレートするスペースも必要だと言ったら、そんな場所どこにも無いよと。よくよく地図を見たら、これは小林幸子のスペースなんですけど、大きく取ってありますね。もうすごい大きい場所を取ってあるんですよ。「ここまでは言わないけども、この3分の2ぐらい下さい」と言ったら、「馬鹿を言ってんじゃない」という感じになって、それでも交渉して、とにかく、ASIMOを動かすためには、控え室とオペレーターのスペースが必要だということで、会場の内部にはクレーン型のカメラを操作する場所があったんですが、そこを畳一畳もらいました。

それから、もう一つは、白組控え室側が食堂になってるんですが、ここを4メートル角ぐらいもらって、小林幸子には負けたけど他の人には勝ったぐらいのスペースをもらって、そこで立ち上げました。

それで、そこで簡単に動かそうとしたところが動かなかった。

それから、もう一つ大変なのは、時間通りにASIMOを登場させなくてはいけないということで悩みました。

これは今でこそオフレコで話しができるんですが、場所の確保、無線は、なんとかNHKと相談をして、通常の無線では何が起こるか分からないんで、舞台の上だけで確実に動くというASIMOの専用の無線を取り付けて対応するようにしました。これによって、何とか、21時25分50何秒だったか忘れましたが、すぐ出せるようにしたわけです。

それで、私達は、実際12月31日が本番なわけで、27日から準備に取りかかったわけなんですけど、大変だったのは、まず、昼間は舞台のリハーサルは使わせてもらえないんですね。これは、もう、いろんな歌手の方がリハーサルとして来るわけです。それも、最初の頃はみんな代理が来るんですね。それで、スマップと共演だったんですけども、スマップは来ないんですね。代理ばかり来て、だから頭に来て、ASIMOの代理に私が行ったんです。これはリハーサルなんですけども、スマップが来ないんだったらASIMOも俺が代理人だということで、首から『ASIMO』という札をぶら下げて、舞台の上で、「場合わせ」というのか、そういう向こうの言葉があるんですけども、それに則りながらやりました。それで、ようやく本番の前の日になって、全体リハーサルがあるからみんなで見ようということで、全体リハーサルを見ました。

これは後ほどビデオをご覧いただきますが、実際の日に見て驚いたんですが、舞台の上で、50人ぐらいが歌ったり踊ったりするんですよ。50人が舞台上で跳んだり跳ねたりすると、これはいくら「安定して倒れずに歩けますよ」とい

うロボットも、床がトランポリンのように跳ねてるんですね。人間が跳び上がったりとすると、振動して、目で見て分かるのですね、床がへこんだり。こんなところを本当に歩けるのかなあと。「悪いけど人数減らしてもらえないか」と言ったら、「何を馬鹿なこと言ってんだ」と。もう明日が本番で、全部が出来上がっているのにASIMOのために人数を減らせるわけがないと。本田の技術で何とかしろと言われたのですが、一日前で、本田の技術で如何様にもしようがないわけですよ。でも、これは、やってみるしかないとは私は思いました。

それは何かというと、実は紅白へ出る前に、社長に話しをしてあったんです。その頃は、若干驕っていたので、「良いASIMO出したでしょう。ですから紅白へ出るんですよ。社長も喜んで見て下さいよ」と言ったら、社長は一言、「31日は炬燵に入って蜜柑食べながら出て来るのを見ているからな」と。その一言が、万が一、31日に、倒れちゃったり、舞台上に登場させることが出来なかったら、私は一介のサラリーマンなわけですよ。これは、昔の李鵬首相との握手じゃないけれども、無事じゃすまないだろうなと思って、正月気分じゃなくなっちゃいましたね。ただ、いずれにしても、もう、引くに引けないわけです。引くに引けないわけですから、出さざるを得ない。そういうような思いをしてやった舞台映像なので、ご覧いただきたいと思えます。

それから、最後にスマップが登場して全員で手を上げるシーンがあるんですが、ロボットASIMOは非常に時間通りに手を上げています。ところが、人間というのは、やっぱり機械に対して配慮するんですね。いつ手を上げたらいいんだろうかなあ、というふうに配慮するので、スマップが間違っちゃうんですね。だから、人間の方が過ちを起す。ところが、機械の方が時間通りに動かすときちゃんとやる、というような特徴的なシーンも盛り込まれています。

ただ、私は兼ねがね願っていたのですが、一つだけ嬉しい事があって、キムタクと中居さんとお話しが出来た事ですね。これだけは、紅白へ出て良かったなと思えますがそのような思いをしながら、最後にご覧いただきたいと思えます。

< V T R を見ながら >

時間通りに入るんですが、『鉄腕アトム』の音楽の中で「ドッカーン」て音が流れるんですね。それがASIMOがスタートを切る瞬間です。その後、ASIMOは後ろ側を向いてるんですけども、これは画面では見えません。万が一倒れた時に見えないようにするために、武者が30人ぐらい、人間の壁を使って見えないようにしてるんですね。

今、「ドーン」って、これでスタートが切られるんです。

で、この時、私は、審査員席の前に行ってはいけないのですが、実は行っていて、ASIMOの足だけチラチラ見えるんですが、とりあえず真中に行ったな、という感じで眺めていた覚えがあります。

両サイドにいる、この鉄腕アトムの格好をした女性なんですけど、これは何のためにいるかということ、ASIMOに手を触れないで下さい、というために両サイド

質問

あまり関係ないかも知れないんですが、バッテリーはどれくらいもつんですか？

広瀬さん

バッテリーは50分ぐらいしかもたないですね。

今後を考えると、ロボットが自分でコンセントの所まで行って、自分で差して充電をすとか、そういったいろんな運用面も考えて行かなければいけないなと思いますし、やっぱり、人間と同じような作業をさせたいわけですから、少なくとも4時間とか5時間ぐらい動けるようなバッテリーの開発も必要になって来ると考えています。

質問：どうしてASIMOっていう名前にしたの？

広瀬さん

ASIMOの名前は、かなり時間をかけて検討したんですが、これは、誰かが一言、「人間は脚、ASIMOも脚で動くもんだから脚モビリティー」、それで“ASIMO”という名前にしたというのが本当のところですよ。あるいは、いろんな意味で、明日のモビリティーとか、それから、『Advanced Step In』という長ったらしい、そういう名前もありますが、『脚モビリティー』っていうことで“ASIMO”にしました。

質問：世界中にはASIMOは何台いるんですか？

広瀬さん

今、ASIMO君はシンガポールに2台出かけて行ってます。それから、アメリカにも2台ほど行っていて、これは本田という会社のイベントなんですけど、そういうところで動かしたり、それから、アメリカには、子供達がいる病院があるんですね、そういった病院にもASIMOは出かけて行きながら、動きを楽しく見ていただいたり、そんなことをしております。従って、世界には、今4台、あと、日本の中には約10数台いて、今でも全国津々浦々、いろんなところで動いているはずですよ。

質問

2点あるんですけども、まず1点目は、一体、今だったら、ASIMO君はいくらで買えるのか、ということと、この素晴らしいロボットですけども、世界中で、このような2足歩行のロボットを作っている会社は他にいいのか、ということをお願いします。

広瀬さん

まず、いくらぐらいで出来ているか、ということは、実際、研究開発をしているレベルのものなので、一概に言えないんですが、今、レンタルリースをしていただいているんですね。これが、年間約2千万円ぐらいでレンタルリースしていただいているんですが、そのようなレベルで使っているということと、あ

と、やっぱり、将来は私も使いたいなと思ってるんですね。もっと頭が良くなって、いろんなことが出来るようにならないと私もまだまだ使おうとは思わないんですが、その時は、何とか、ホンダのシビックとか、そういった、軽自動車ぐらいには出来たらしたいなと、私が見えるような値段にしたいなと思っています。

あともう1点、世界中でどんな研究者がいるかということ、いろいろな有名な方が、人間型ロボットをベースにいろいろな研究をしようという動きがすごく高まっています。ただ、本田と同じように、人間型ロボットそのものを開発しようというところで名立たるところはまだ出て来てはおりません。けれども、いろいろ、アメリカですと、スタンフォード大学であるとか、MITとか、中国でもいろいろな大学が2足歩行というのをもう一度いろいろな観点から研究開発して、医学、それから、工学分野もそうですし、そういったところに、幅広く、“ツール”というか、研究材料として使えるようにはなっていると、思っています。

質問：ASIMOの背中に背負っているやつは何ですか？バッテリーですか？

広瀬さん

背中の部分は、ちょっと後ろで見にくいんですが、上の部分がコンピューターです。

コンピューターといっても、これは『分散システム』というふうに我々は呼んでるんですが、これは人間と同じで、人間の脳のような、計画を立てるといような部分は、こちらにメインのコンピューターを持っています。

ただし、筋肉を動かすとか、そういったところをコントロールするようなコンピューターは、腕の中とか、脚の中とか、そういったところに、約24個、非常に小さくしたコンピューターが入っています。

それで、メインのコンピューターがあると同時に、バッテリーはこのお腹から背中にかけて入ってるんですね。そのバッテリーの電圧を、いろんなセンサーであるとかコンピューターであるとか、そういったところに電気を分配するための、電源部分、これが真中ぐらいのところに入っていて、それで大体、背中の部分を占めています。

だから、コンピューター、電源、それから一部、脚側の小さいコンピューターが背中の部分に付けています。

質問：じゃ、その頭は何も無いんですか？

広瀬さん

頭は、まだ、空って言うてしまうと語弊があるんですが、実際はいろいろな種類を認識するような視覚カメラであるとか、それから、首を振るモーターを動かす、そういった意味での電装関係が入っています。それと、マイクとか、それから音声を発生するためのスピーカーですね。

質問

今のお話で、ASIMO君は、見る事と聞く事の機能があって動作がついているわけですね。それで、例えば、嗅覚、臭いだとか、味覚とかというのを付け加えるという段階はないんですか？

広瀬さん

嗅覚は今のところ五感の中ではちょっと考えてないんですが、これは私達、冗談で話したことがあるんですけども、犬というのは嗅覚がすごく発達していて、ご主人がいなくなっても後を追いかけて行くことができるわけですね。ところがASIMOは、目で追いかけて、角からご主人がいなくなった時に、どっちへ行ったんだろうと、そういった時の、嗅ぎ分けるという意味では必要かも知れない。

ただし、嗅覚ってというのは、それが何の臭いなのかっていう特定する分析装置ってというのが、とんでもなく大きいんですね。従って、ロボット技術としての嗅覚の応用というのは、今のところは考えてないんですが、後々あるかも知れない。難しいと思います。

質問

今、そのASIMO君は、人が話しかけたりすると、一応の受け答えが出来るわけじゃないですか。それは、一応、そういうふうにプログラムされて出来るわけですけど、そういうのはちゃんと、人工知能みたいなので、完璧に、コンピューターだけで、自分で判断して受け答えが出来るまでというのはどれくらいかかるんでしょうか。

広瀬さん

まず、成立するかというと、人間と同じような、自然に会話が出来るといって、この辺がすごく重要だと思っていて、現在世の中にある、音声認識であるとか、ロボット関連に使われているものも、そこまで行っているものは現在なかなかありません。例えば「おはよう」ということも、「オッハー」とか、「おっはよう」とか、それからイントネーションを変えるとか、今日は“おは何か”だとか、そんな、周囲に文章をちょっと付け足してあげる。こういうのをASIMOが持つてくる背中のコンピューターの中に登録しておくんですね。それで、その登録の中から、マイクから聞き取ったものが、どれが近いのかというのを選択して、選んで出して行くというのが現状です。

ただ、そういった音声とか、そういうものが、なぜこのASIMOがいろいろな意味で難しいかということ、環境が変わるんですね。例えば、こういった体育館の中で話していると、いろいろなところから反響するわけですね。そういったことによって飛び込んでくる信号がすごく微妙に変わるものですから、そういう意味で、言葉を認識する、その信頼性というか確率が、けっこう環境によって左右されるんですね。

その意味では、こういう移動する機械、ロボットが、自然会話のように、うるさい環境の中でも　　さんの声だというように認識するというのはすごく難し

い技術でして、でもそれは非常に重要な技術で、やって行かなくてはならないと考えています。

質問

中学生の方とかもたくさん聞きにいらっしゃってるんですけども、広瀬さんは、小学生時代ですとか、中学生時代に、将来にどんな夢をお持ちだったんでしょうか。

広瀬さん

まさか自分がロボット開発とかそういうものに携わるとは、実は思っておりませんでした。

まず、小学校の頃は何をやったかといいますと、私は栃木県宇都宮というところで生まれたんですが、やたら工事をやっていて、下水道のマンホールみたいなのを埋め込んでたんですね、その土管の中を動きまわったり、遊んでたのが現状です。

それで、当時、何になりたかったかというのと、実は、私の両親は両方とも教員なんですね。それで、私は、教員にはなりたくないなあと思っていて、教員以外だったら、何かになりたい。じゃ、何になりたいの？といった時に、憧れは海だったものですから、それはなぜかというのと、栃木県は海がなかったせいかも知れないですね。だから船乗りになりたいなあと思ってました。

ただ、現実には全く別の方向で、お金をもらうためにサラリーマンになって、サラリーマンになりながら、実は、今、一番、楽しい仕事をしてるとというのが現状です。

質問

この開発の一番始めにされた時は、トップシークレットで、社長さん以下、2、3人というふうにおっしゃっていましたが、今はどれくらいのプロジェクトで作ってらっしゃるんですか？

広瀬さん

開発人数とかそういうのは何とも申し上げられないんですが、一番最初にスタートした時というのは、本当に4人ぐらいだったんですね。だから、ちょっとみんなで食べに行くのにも、1テーブルですんでしまうところからスタートしたので、そういう意味では、今はずいぶん変わったなあと思っていますが、ただ、面白かったのは、トップシークレットですから、知ってる人は上だけなんですよ。部屋に入っちゃうとみんな楽しくやっていたね。

だから、上野動物園とかに行けたのも、あまり管理下に置かれないで自分達が自由にやれたのが良かったのかなあと。ただ苦労したのが、交通費などの申請をする際に上野動物園へ行って、領収書がもらえないんですよ。上野動物園は、チケットの裏に判を押してくれて、精算の時に、使いましたと持って行くんですが、なんで上野動物園に社員が行っていたか、この人達は何をやっている人達なんだろう、というような目で見られたことがありますけど。

司会者

それでは、今日はいろいろなお話をうかがう事が出来まして、本当に充実した時を持つことができたと思います。あと、ASIMO君と記念撮影もOKですね。

お子様方は特にいいチャンスですので、お写真をお持ちの方はどうぞお撮り下さい。

それでは本日は本当にどうもありがとうございました。

広瀬さん、どうもありがとうございました。