

事例紹介

「IP ロボットフォン」の製品化

The Commercialization of IP RobotPHONE

関口大陸^{*1} 稲見昌彦^{*2} 中野八千穂^{*3} 中野殖夫^{*4} 館 暲^{*1}

^{*1}東京大学情報理工学系研究科 ^{*2}電気通信大学知能機械工学科 ^{*3}株式会社東京大学 TLO ^{*4}イワヤ株式会社
 Dairoku Sekiguchi^{*1}, Masahiko Inami^{*2}, Yachiho Nakano^{*3}, Shigeo Nakano^{*4} and Susumu Tachi^{*1}
^{*1}The University of Tokyo ^{*2}The University of Electro-Communications ^{*3}TLOUDAI TLO, Ltd. ^{*4}IWAYA Corporation

1. はじめに

2003年10月, “IP ロボットフォン” という耳慣れない名前の新製品がイワヤ(株)より発売された. IP ロボットフォンは東京大学館研究室の研究成果に基づき株式会社東京大学 TLO (通称 CASTI) を介し, イワヤ(株)との産学連携の結果生まれた. 本稿では以下 IP ロボットフォンが製品に至るまでの産学連携の過程とその感想を大学, TLO, 企業それぞれの立場で併記する. 1, 2, 3, 6章および全体のとりまとめは関口, 稲見が担当し, 4章は東大 TLO 中野, 5章はイワヤ 中野が担当した.

2. IP ロボットフォンとは

東京大学館研究室は人工現実感とテレイグジスタンス(遠隔臨場制御)[1]に関する研究を主体として行っており, 特にテレイグジスタンスは, 館が1980年に提唱し爾来, 継続して研究開発を行っている. 近年はテレイグジスタンスをコミュニケーションに応用することを目指し研究が進められており, ロボットフォンの研究もテレイグジスタンスに関する一連の研究の一つとして位置づけられる. 従来のテレイグジスタンスシステムは, エグゾスケルトン型のマスターシステムと人型ロボットを必要とするいわゆるハイエンドなシステムであったといえる. それに対しロボットフォン[2]は, 小型の人型ロボットを入出力インタフェースとして利用することにより, 音声に加えて動作を通信回線経由で交換可能としたパーソナルなコミュニケーションデバイスである. 離れた場所に置いてある2体の人型ロボットの動きをバイラテラル制御によって同期させ, ジェスチャーのような身体動作を人形遊びの要領でお互いに交換するこ

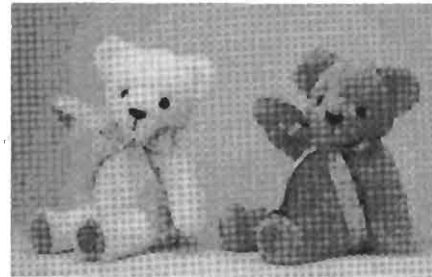


図1 IP ロボットフォン

とにより, 音声と動きでコミュニケーションが可能としている. IP ロボットフォンの外観を図1に示す. 実際の使用時には各ロボットをUSBでPCに接続し, PCを通じてインターネット経由で情報の交換を行い, 音声通話とバイラテラル制御が実現される. インターネットのような遅延が存在する通信路において, いかに安定してバイラテラル制御を実現するかが, IP ロボットフォンにおける技術的なポイントとなっている.

3. 大学から見た産学連携

3.1 ロボットフォン誕生

ロボットフォンはネットワーク型テレイグジスタンスシステムのパーソナル化を目指し, より多くの人が気軽にテレイグジスタンスのエッセンスを利用できるためのシステムを検討する過程で, 2000年の7月7日, 大学近辺のカレー店にて関口, 稲見によるディスカッション中にその基本アイデアは誕生した. 当時, 関口はまだ博士課程に在学中であり, ロボットをネットワーク経由で制御するためのRCMLと呼ぶプロトコルの研究を行っていた. なぜそれまでのプロトコルの研究から一変して, いきなりアプリケーションに近いことをやり始めたかには理由がある. プロトコルの研究を始めた頃は, 様々なアプリケーションに対応できるような汎用性を確保しつつ, 下の方のレイヤーからきちんと設計を積み重ねていけば, 自ずとその上にのせるべきアプリケーションが見えてくるはずだと楽天的に考えていた. もちろん, 街角や家庭内に多数のロボットが配置され, それらがすべてネットワークで接続されている

原稿受付 2004年12月15日

キーワード: Communication, Network, Telexistence, Robotic User Interface, Commercialization

^{*1}〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1^{*2}〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1^{*3}〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1 産学連携プラザ 3F^{*4}〒121-8520 東京都足立区梅島 2-14-7^{*1}Bunkyo-ku, Tokyo^{*2}Chofu-shi, Tokyo^{*3}Bunkyo-ku, Tokyo^{*4}Adachi-ku, Tokyo



図2 コンサルティング定例会の風景

といった未来像を目指す形で研究を始めたわけである。しかし、そのような未来が当然すぐにやってくるわけでもなく、現実とのギャップが大きくなるばかりで、このままではプロトコルは完成したとしても具体的なアプリケーションはいつまでたっても見えてこないのではないかと危惧した。そこで、逆にトップダウンのアプローチを行い具体的かつ魅力的なアプリケーションも同時に示さなければいけないと考え、ロボットフォンを着想するに至った。ロボットフォンのアイデアを思いつくやいなや、秋葉原でラジコンのサーボモーターやワンチップマイコンを購入し1週間程度で最初の試作機を組み立てた。この試作機は思いのほかうまく動き、国内外の学会でコンセプト等を発表しつつ新たな試作機の開発を続けた。最初のデモ展示は、米国で最大のCGとインタラクティブ技術の学会である ACM Siggraph 2001 の技術展示部門 (Emerging Technologies) にて行った。次に、同年横浜で開かれたロボフェスタ神奈川 2001 でたまたまデモ展示を行う機会があったのであるが、これが結局、企業と商品化を行うきっかけとなった。デモ展示から約1週間後に、イワヤの中野氏より「おもちゃメーカーですが」というタイトルのメールで初めて連絡があり、以降の技術移転がスタートすることとなる。

3.2 技術移転の流れ

大学側から技術移転の流れに関して振り返ってみると、ロボットの機構やファームウェアに関してはスムーズにいったように思う。これは、機構やファームウェアがほぼ完成した状態の試作機を大学側であらかじめ持っていたため、それを見本にして進められたことが大きい。逆に、大いに反省すべきなのは、PC上で動作する通信プログラムに関してである。技術移転を始めた当初は、特にハードウェアに関して不確定要素が多いため、通信プログラムはできあがったロボットにあわせて設計するしかないと考えてしまっていた。したがって、その時点においては、見せられるような仕様書はおろかソースコードもないような状態であった。後から思い返せば、相手企業が期待していた時間感覚、すなわち“おもちゃ”の開発で必要とされていたスピードにあわせて考えることができていなかったことになる。当初は何とかなるだろうと思っていたにもかかわらず、開発が進むにつれ想像以上にスケジュールがタイトであることが分か

り、最終的には、完成を少しでも早めるために製品のプログラムの一部を自分たちで作る以外にないという判断を下す羽目になってしまった。開発工数から考えると、万が一うまく動かなかったときのリカバリーに使う時間すら確保が難しい見込みで、内容を理解している自分たちが直接作るのが、結局一番早く作れるであろうとの決断である。さすがにこの決断を下すときは躊躇したが、すでに背に腹はかえられぬ状況になってしまっていた。製品は多少の遅れを伴いつつリリースすることができたものの、特に通信プログラムを企業側で担当している方はかなり迷惑をかけてしまった。最終的には、数万行規模のソフトウェアの開発を関口単独で行う形となってしまい、いまだに本当にこれで良かったのか判断に迷うところである。

3.3 産学連携を振り返って

考えれば当たり前ではあるが、技術移転を始める段階である程度完成したものを大学側で持っていなければ、いきなりの製品の開発は相当の困難が付きまとうことになる。今回の技術移転では図らずも身をもって証明してしまっている。特に、ソフトウェアは形として見えないだけに、とても危険要素になりやすいと感じた。しかも、ロボットのソフトウェアは、ハードウェアと密接に関連しているためにどうしても汎用的な形になかなか落とし込みにくいという問題がある。それゆえ、技術移転のごく初期の段階で、供与可能な技術の“現状”を余すところなく理解してもらおうのが、その後の技術移転をスムーズに進めるためにやはりとても肝要なのではないだろうか。企業側としても、最初の時点で大学側のいわば“持ち駒”を吟味できれば、現状できる範囲内で手早く開発を行うのか、それとも商品化にはまだ足りない技術項目があるので研究開発という位置づけで少し時間をかけて進めていくのか的確に判断できるはずである。本技術移転は上記のように大変な苦勞もあったが、一方で工学者にとって自らのアイデアが世の中に製品として広がることは大きな喜びでもある。今後とも機会があれば積極的にチャレンジして行きたい。

- 自分たちがやりたいこと
 - －自分たちのアイデアを世の中に出すこと
- 相手にやってほしいこと
 - －量産時に起きる問題への対応や、PL法への対応など、我々には手も足も出ないこと
- 自分たちができること
 - －元ネタの提供と、それをもとにした開発に対してのアドバイス (知恵の提供、後方支援)

4. TLO から見た産学連携

4.1 CASTI について

CASTI は、1998年に設立された承認 TLO (Technology Licensing Organization, 技術移転機関) で、正式社名は

株式会社東京大学 TLO という。以前は、株式会社先端科学技術インキュベーションセンターという社名であったが、2004年4月1日、東京大学で生まれた発明にかかる特許は東京大学帰属となり、特許をはじめとする東京大学の知的財産の管理運営のほとんどを任されることになったことに伴い分かりやすい社名に変更した。TLO とは、大学で生まれた研究成果を産業界に橋渡しする機関のことで、経済産業省・文部科学省の承認を受けた TLO を承認 TLO という、2004年10月18日現在で38機関ある。橋渡しの具体的な方法としては、大学で出願した特許など知的財産権のライセンスが基本である。

4.2 技術移転の流れ

一般的な技術移転の方法としては、シーズ発掘→権利化→マーケティング→ライセンス→ロイヤリティ還元という流れになる。しかし、今回のロボットフォンのケースの場合は、初めから交渉先は見つかっていたため、この流れから見るとずいぶん進んだ段階から話が始まったことになる。話があった時点では権利化していなかったため、まず権利化の検討から始めた。実は、ずいぶん以前に初期の段階でロボットフォンの元となる考え方については権利化について相談を受けていた。ただ、この段階ではまだ未確定などところが多く、権利化を見送っていた。その後当然ながら研究室側では、多くの研究発表をしていたため、公知となってしまう部分もあり、どの部分を権利化できるかという点が悩ましかった。結局、どこが今回のロボットフォン実現の肝になるのか、というところを弁理士に入ってもらい、関口、稲見とディスカッションの結果、データの伝達の際に工夫をする部分が重要である、ということで特許性のある部分を見出すことができた。もし、初めに相談があった段階で権利化をしていれば、より広い概念自体での出願もありえたのかもしれない。しかしながら、その場合どこまでその権利を維持できたかという点で不安があった。今回はイワヤ側の意見も取り入れられた点はよかったものの、どのタイミングでの出願がよいのかというのはいつも判断に迷うところである。

次に、イワヤとのライセンスについての打ち合わせを行った。基本的にイワヤとしても商品化をしたい、大学サイドとしてもイワヤ側に商品化してもらいたいという点で合意をしていたため、交渉内容自体にそれほど相違はなくお互いの合意点が見出せた。

CASTI では自分たちの役割をよく「お見合いのおばちゃん」に例えている。実際にお見合いのおばちゃんの経験はないのであるが、お見合いのおばちゃんはおそらく婚約するまでは活躍するものの、いざ婚約・結婚となった段階ではあまり活躍しない。まさにそのとおりで、技術移転についてもライセンス契約後は、CASTI はあまり活躍する場はない。もし活躍しているとすれば、何か関係がうまくいかな

くなったということで、あまり望ましいことではない。契約後は、両者仲良くやってもらうということが一番で、TLO としては「その後うまくいっていますか?」というフォローがメインになる。今回の件では、コンサルティングの定例会を月に1度開催していた。その際、筆者も同席したのであるが、正直なところ、技術的に詳細な打ち合わせになると、内容にはついていけなかった。ではなぜ同席したかという、調整が必要な事態が発生したときの調整役をかってでること、筆者自身初めて携わるおもちゃの開発というものに興味があったからである。結局、技術的課題はあるものの、お互いに良好な関係でやってもらえたので、幸い筆者の活躍の場はなかったのであるが、参加したこと自体は大変良い経験であった。おもちゃ開発のプロセスを共有したことで、皆のロボットフォンに対する想いをひしひし感じることができ、新しいものができるわくわく感や、またその大変さ、ということと一緒に体験できたからである。ただ、開発がぎりぎりになってくると、皆さん本当に大変そうなか、何も協力できないことは歯がゆく、何かもう少し TLO としてできることはないのかという気持ちもあった。こういう経験はその場にいたからこそだと思う。

4.3 産学連携を振り返って

今回の共同開発で感じた点は以下の3点である。

(1) TLO は当事者として開発するわけではないので限界も感じたが、それよりも少しとはいえ自分も関わられた技術が製品化される喜びが一番大きかった。TLO としてできることは、お見合いのおばちゃんなのであくまでもきっかけ作りなのであるが、逆にきちんとスタートできるように権利や契約をきちんとしておくことも大切だと感じた。今回はあまり活躍していないが、今後 CASTI があったからこそ、製品化までできた、という案件が増えればと思っている。

(2) 今回製品化までのプロセスを一緒に行うことで、立場の違う大学から企業への技術の移転の難しさも実感した。技術も相手も毎回違うため技術移転に決まったやり方というものはないが、重要な点は信頼関係を築いておくことだと感じた。技術移転といっても、「これを下さい」「はい、どうぞ」という単純なプロセスではなく、大学・企業それぞれが信頼しあって率直なところを話し合えないと、実現できない。今回は、本当にそれぞれよい人に恵まれてよい関係を続けることができたため、製品化までたどりつけたのではないかと感じている。

(3) 共同開発はいろんなことをやりながら確認する感じだったため、大学・企業それぞれに負担を大きくしてしまった。今後は初めに TLO 側からも大学が提供できること、企業が希望することというのをもっと突っ込んで確認しておくようにしていきたいと感じている。

5. 企業から見た産学連携

5.1 電動動物玩具メーカー

イワヤ株式会社は、創業80年を超える老舗の玩具メーカーである。古くはブリキの自動車などをつくり、ゼンマイ動力やフリクション動力、ワイヤードリモコンなどメカギミックを内蔵した玩具を得意とするメーカーとして創業初期は活躍した。時代の流れとともに、ブリキがセルロイドからインジェクション樹脂成型へと変わり、ゼンマイ動力がモータ動力へと変わった。ブリキの玩具はブリキの板にカラフルな印刷をした後、プレス加工機で絞り加工、打ち抜き加工などで成型するもので、その外観を多彩に彩ることができたが、樹脂成型の外装は成型加工後に塗装などをする必要があり、多彩にするには手間がかかるものであった。そこで、イワヤは外装の上に皮革がわりの毛の生えた生地をかぶせた動く動物玩具を創り出し、動力を工夫している。いろいろな動きを創り出した。それらは、ほとんどアメリカ向けの輸出により利益を得る商品であった。輸出時代において、沢山の動力に関する技術蓄積が行われた。しかし、アジア諸国の工業化が進み、まず初めに玩具分野がそのターゲットになった。イワヤの製品もコピーされ安価な玩具へと変わっていった。コピーメーカーの台頭と為替の自由化により円高が進み、日本で生産し海外へ売ることが難しくなり生産を韓国へ移したものの、やがて韓国も人件費が高騰し、最終的には中国へと移っていった。市場も海外は縮小し、国内市場への販売も行うこととなり、現在に至っている。そして電動動物玩具といえばイワヤといわれるまでになった。しかし、近年においては、新たな動力や機構を例えば金型などに投資して開発する機会も少なくなり、電動動物玩具でこれ以上の伸びを考えることができなくなった。ロボットフォンと出会ったのは、このような背景を受け、新しい柱となる商品を考えるという命題の元でその種となる技術や市場を探っているときであった。

5.2 ロボットフォンとの出会い

イワヤ側がロボットフォンを初めて目にしたのは、「ロボフェスタ神奈川2001 横浜大会」(11/16~11/25)での東京大学ブースにおいてである。会社に戻り数日したとき、社長から「ロボフェスタで見たクマのロボットを、うちで製品化できないか当たってみたら?」との話があり、早速直接研究室へメールすることで話はつながった。TLOを介して交渉とのことでCASTIを紹介され、そこから話がスタートした。

5.3 大学(TLO)との契約

イワヤでは多くのキャラクター商品を手掛け、著作権元との契約などは日常的に行ってきたが、大学(TLO)との契約は初めてであった。その中で一番驚き、契約の締結に障害になったのが、特許関連費用に関することである。TLO

側からの契約書案では、特許に関する費用を我々が支払うように記載されていた。そして、話が始まった時点では実際には特許はまだ申請されておらず、我々との会合によって、より我々の製品の仕様をも包括した特許内容にしてから出願するということであった。我々の感覚では、特許の権利者が特許出願費用や維持費用を支払うのが当たり前であったので、なぜその費用まで我々が支払うことになるのか?が理解できなかった。そこで、「特許費用相当額の支払い」というように文面を変更してもらうことにした。つまり金銭の額の問題ではなく、権利を主張するのならその権利を主張する根拠となる特許費用は自ら支払うべきという考え方にこだわったのである。大学側からすると、我々の製品の仕様を含んだ権利とすることで初めて保護が可能となる、特許出願する国を我々の製品発売国と合わせて出願するなどの理由から、そういうことになるということであったようであるので、お互いに問題となった部分を修正することで理解し合い契約締結はその他の部分はスムーズに進んだ。

5.4 技術移転と製品開発

技術移転を行いながら製品開発を進めていく際に、具体的に、以下の作業が行われた。

5.4.1 技術の理解

まず、技術を理解しないと先を進めることが困難であると思ひ、大学側より技術の概要を学んだ。数々の質問を通して提案技術に関しての理解を深めた。その中で、色々なことが分かった。そのままでは、製品化しても面白くない点、量産向きではない仕様もあったので、製品として完成度を上げ、ニーズに応えられる仕様を目指して新たな仕様を提案した。しかし、同時に大学側もそれに合わせた新しい技術開発をしなくてはならなくなったことは3.2節で述べたとおりである。そもそも別の技術からの派生アイデアであったロボットフォンは、試作品があるだけで理論や原理などはすべて大学側の頭の中という状態であり、イワヤ側の必要とするところがどこにあるのか?をコンサルティングしてもらい、話し合いの中から技術をどう組み立てていくかというように進められたため、思ったよりも時間がかかり予定していた開発期間で終わるのか?という不安があった。

5.4.2 仕様の決定

ロボット単体で自律動作可能とするには通信回路、メインCPUにかなりの能力が必要と分かり、ロボット単体にすべての機能を入れることはあきらめた。そこで、パソコンにUSBで接続するパソコン周辺機器として開発を進め通信機能や設定などをパソコン側で担当し、ロボットはパソコンと接続して使うことに決めてそのレベルの生産が可能な工場を選定した。ソフト開発に関しては、大学側が5.4.1項で述べたような状態であったため、根本となる技術の部分の仕様書がなく、実作業に入っても仕様を手探りで作って行ったような状態であった。

5.4.3 ロボットのデザイン

ロボットのデザインには、ユーザの対象年齢、対象性別、使用目的、使用用途、使用環境を想定し、そこから、内部稼働物のデザイン、外皮（ぬいぐるみ）のデザイン、ユーザインタフェースのデザイン、パッケージデザイン、ユーザマニュアルのデザイン等が行われた。特にキャラクターを選定するときには、人と人の遠隔地のコミュニケーションツールとしての用途や、その遠隔地にいる人の代替（アバター）として用いられることから人と変わらない関節配置の生き物であること、かつ、対象となる子供や老人などある意味固定観念が強いことを想定し、クマのぬいぐるみが最善であると考え、クマのぬいぐるみでデザインした。

5.4.4 ロボットの機構設計

機構設計で一番考慮したのが、部品数の削減、部品の共通化と、部品のユニット化である。ロボットは自由度1箇所1個のアクチュエータとセンサを必要とし、それが自由度分の個数必要になる。ロボットフォンの場合は、両手を自由に動かせる、頭を使ってYes、Noを表現できることを最低ラインと考え、6自由度としたため、モータと減速機、センサが6組必要になる。機能として理想を考えるとすべての部位に理想的な設計をするのが望ましいが、価格を抑えることができないと商品として成立しなくなる。そこで、すべてのアクチュエータを同一のケースを使うように設計した。これにより、減速機の最終段に当たるギヤだけが違い、その他は同じギヤを使うことが可能となり、部品数も削減することができた。

5.4.5 ロボットに搭載する回路設計

パソコンと通信する速度、パソコンと通信する情報量、アクチュエータを制御するモータドライバ制御信号であるPWMポート数、関節角度情報であるポテンシオメータからのアナログ信号をデジタル情報へ変換するA/Dインプットポートの数、プログラムステップの処理速度などから、使用するワンチップマイコンを選定しそれを中心とした回路構成を設計した。PWMの周波数は、マイコンおよび回路が許す限り引き上げ、可聴領域以上になるようにした。なぜなら、通常ロボットという名前から来る印象では許されるサーボモータの稼働音である「びゅー」とか「キーン」といった類の音が、ロボットフォンではクマのぬいぐるみの外観であることから許されないと判断したためである。また、マイコンに搭載されていたシリアル通信ポートを利用して商品同士を直接通常のステレオオーディオケーブルで接続することで、その場でデモンストレーションできるようにすることにした。このための通信ポートはRS232C規格であったので、送信と受信が別でなければならなかったのであるが、このためにピン数が多いコネクタを搭載したり、専用通信ケーブルを同梱してコストをアップすることを避けるために、通常のφ3.5 3極ステレオミニピンジャック

を2個使い、送信と受信を逆転させて2個を回路上に同時に実装した。こうすることで1台のロボットフォンの右側のジャックにケーブルを接続した場合、通信させる相手のロボットフォンには左側のジャックに接続することで、ストレート接続のオーディオケーブルでも送信と受信の極性を逆転させて通信することを可能にしてコストダウンを計った。

5.4.6 ロボット搭載マイコンのファームウェアの作成

ロボットフォンは、関節角度情報をやり取りしあい常に自己の位置を補正し続けるようなサーボを行っている。その機能はすべてマイコン内のファームウェアに実装した。このプログラムは、機構構造からの影響をパラメータで吸収する必要があり、量産金型品を使って検証するまでパラメータ設定を決定するのを避け、量産時にチェックをしてパラメータを選定してからファームの書き込みを行った。

5.4.7 パソコン側ドライバソフトの開発

ドライバソフトはパソコンとUSBで接続されたロボットフォンのファームウェアと組で作る必要があり、開発の最も初期にかなりの完成度でできている必要があった。そのため大学側に早い段階から仕様をまとめてもらいその仕様で作る必要があった。また、機構との整合という領域も担当しているので、機構設計も終わらない内に進める必要があり、これらのプログラム開発用に簡略化した機構を試作してその開発設計に当たった。

5.4.8 パソコン用アプリケーションソフトの開発

一番時間がかかり、かつ一番悩んだ開発がこのアプリケーションだった。まず対象となる子供や老人にとってアプリケーション自体が分かりやすく、操作が簡単なこと。それ以前にソフトのインストールや、設定が障害となることが容易に想定できたので、それらも考慮したアプリケーション開発を行う必要があった。GUIの面でも、できるだけ項目や分岐を減らし、見た目ですぐに入り操作できることを大切にしたい。日ごろ玩具を開発していてユーザからのクレーム等を聞いていると取り扱い説明文を読まない人がほとんどで、「手にとってすぐに遊べる」ことを理想としたからである。

5.5 産学連携を振り返って

技術移転の各パートにおいてすべて大学側のアドバイスを心得て作業を進めたが、途中からは製品化する実作業スタッフのスピードに大学側のソフト開発スピードが追いつかなくなってしまった。その原因の一つに実際の製品サンプルでのソフト開発を大学側にしてもらうまでに時間がかかってしまったために、大学側のソフト開発スケジュールを押し進めたことが挙げられる。当初は、ハードウェア開発段階からソフト開発も同時に進めているように構想していたのだが、当該技術のソフトウェアの仕様書がなく製品に合わせたソフト技術開発を大学側で行うことでなんとか進められる状況になった。本来製品開発を大学側が行うことはタ

ブーなことに思ったが、仕方がなかった。大学側としても本来の大学の仕事の次にしか作業を行うことができなかつたと思う。玩具メーカーにとって36,800円という製品上代は非常に高額で、玩具の販路での販売の難しさに直面した。思ったように売り場を増やすことができなかつたのである。そこで通販やインターネット通販サイトなどでの販売も展開した。価格も約半額近くまで下げて販売したが、思うように販売数を伸ばすことができなかつた。商品を広く知ってもらうために、引き合いのある展示会などにはすべて展示に協力してサンプルを供給している。なお、現在も販売中である。

- 自分たちがやりたいこと
 - 大学の技術を使って早く良い製品を作りたい
 - できるだけ安くなるようにしたい
 - 展示会のタイミングや商戦のタイミングに合わせて早く開発を進めたい
 - 初めての高度なソフト製品なので、早めに完成させてデバッグに時間をとりたい
- 相手にやってほしいこと
 - ソフト仕様書を出してほしい
 - 確定した日程で進めてほしい
- 自分たちができること
 - 機構の設計、開発、生産

6. おわりに

産学連携が叫ばれて久しいが、実際に大学でのロボットに関する研究成果が市販されるに至るまでの事例はまだ少ない。当然筆者らも初めての経験であり、試行錯誤の連続であった。特に当初は大学、TLO、企業のそれぞれの立場の違い、意思疎通の難しさを感じることも度々あった。例えば「開発」という言葉一つ取ってもその指し示す範囲は大学と企業とは大きく違う。研究成果が製品にまで至る過程は多種多様であり、本事例を敷衍し一般化することはもちろん困難であるが、本稿ではケーススタディとして、大学、TLO、企業それぞれの立場で産学連携の流れと、感想・反省点をまとめることで、組織の相違点をあえて明示化している。というのも、筆者らは相違点をなくすことではなく、お互いの立場と相違点を正しく認識することこそが円滑な産学連携への近道であると考えているからである。本稿が産学連携による技術移転を考える方々の一助になることを願ってやまない。

参考文献

- [1] 館暉：“トレイグジスタンス—未来の夢と現在の技術—”，日本ロボット学会誌，vol.4, no.3, pp.295-300, 1986.
- [2] 関口大陸，稲見昌彦，館暉：“オブジェクト指向型トレイグジスタンスによるロボティックユーザインタフェース—形状共有システムの提案と試験の実装—”，インタラクティブシステムソフトウェア VIII (日本ソフトウェア学会 WIS2000)，pp.51-56, 近代科学社，2000.



関口大陸 (Dairoku Sekiguchi)

1971年6月18日生。1996年東京工業大学大学院理工学研究科修了。同年(株)東芝に入社。2001年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了，博士(工学)。同年より科学技術振興事業団研究員。2002年東京大学大学院情報理工学系研究科助手となり現在に至る。ネットワークロボティクスおよびバーチャルリアリティに関する研究に従事。(日本ロボット学会正会員)



中野八千穂 (Yachiho Nakano)

1974年4月4日生。1999年京都大学大学院工学研究科修了。同年(株)リクルートに入社。2002年(株)東京大学TLO(旧社名：(株)先端科学技術インキュベーションセンター)に転職し、技術移転業務に携わる。2004年同社退職。



館 暉 (Susumu Tachi)

1946年1月1日生。1968年，東京大学工学部計数工学科卒業，1973年，同大学大学院工学系研究科博士課程修了(工学博士)。東京大学助手，通産省機械技術研究所バイオロボティクス課長，マサチューセッツ工科大学(MIT)客員研究員，東京大学先端科学技術研究センター教授などを経て，1994年，東京大学工学部教授。現在，同大学大学院情報理工学系研究科教授。バイスペクトル分析，盲導犬ロボット，トレイグジスタンス，アールキューブなどの研究を行う。国際計測連合学会(IMEKO)ロボティクス会議議長，重点領域「人工現実感」領域代表，日本バーチャルリアリティ学会初代会長などを務める。(日本ロボット学会正会員)



稲見昌彦 (Masahiko Inami)

1972年2月12日生。1999年東京大学工学系研究科先端学際工学専攻博士課程修了。博士(工学)。同年より2001年8月まで東京大学国際・産学共同研究センターリサーチ・アシリエイト。2001年9月より東京大学大学院情報理工学系研究科助手。2003年4月より電気通信大学知能機械工学科講師となり現在に至る。バーチャルリアリティおよびヒューマンインタフェースの研究に従事。(日本ロボット学会正会員)



中野殖夫 (Shigeo Nakano)

1966年10月18日生。1988年日本工業大学工学部機械工学科卒業。同年イワヤ株式会社に入社，電動動物玩具の商品開発に従事。1995年より新規事業企画を担当し，ロボット技術の研究開発に従事。玩具よりのロボットの製品化を担当，現在に至る。(日本ロボット学会正会員)