

第3節 学術講演会

第1項 概要

1 はじめに

近年の急速な技術進展に伴い、近い将来対人援助の仕事の一部を AI ロボットが担う時代が来ると予想されます。人間にしかできない対人援助とは何か、また、今後必要となる対人援助は何かを考えるために、AI ロボットの第一人者である広島大学辻敏夫教授を招聘し、学術講演会を実施した。

2 講演会の設定理由

- ・対人援助は、本学の中期経営計画Ⅲの根幹の事業として位置付けられ、また、学園・大学・短期大学の使命として明文化され、全学部、全学科で取り組むべき課題である(中期経営計画Ⅲ)。
- ・研究ブランディング事業においては、年間計画に講演会、シンポジウムの開催などを通して、広島文化学園大学のブランディングを確立することを目標としている。
- ・研究成果を地域に還元するとともに、対人援助に関する学生の興味・関心の喚起や積極的な支援を実行する社会的環境の醸成を行う。さらに、研究ブランディング事業への参画により、学生の成長・変容が期待される。
- ・研究ブランディング事業は、単なる個人の研究の集合ではなく、教職協働のもと、全教職員が積極的に取り組み、大学のブランドを構築するものである。

3 実施日及び時間

平成30年2月2日(金) 14:15～16:30(受付13:30～14:00)

4 場所

HBG 広島文化学園ホール

5 対象者

広島文化学園大学・短期大学の教職員と学生(参加者998名)

- ・グローバルビジネス学科 ・健康福祉学科 ・社会情報研究科 ・看護学科 ・看護学研究科
- ・子ども学科 ・音楽学科 ・教育学研究科
- ・コミュニティ生活学科 ・食物栄養学科 ・専攻科栄養専攻 ・保育学科

6 講演者と登壇者

(1)基調講演

演題「AI ロボットと対人援助 -サイボーグ技術で生活を支援する-」

辻 敏夫教授(広島大学 大学院工学研究科)

(2)パネルディスカッション

看護・医療福祉研究部門責任者(土肥 敏博 教授)

スポーツ・健康福祉研究部門責任者(山崎 昌廣 教授)

子ども子育て・教育福祉研究部門責任者(山崎 晃 教授)

第2項 実施報告

本講演会は学生を対象とし、学生が主体となる行事として位置づけており、学生が司会、演奏、案内等運営を行い、講演に先駆けて、本学音楽学科の12名による演奏を行いました。

開会挨拶で、田中宏二学長が、「近年の急速な技術進展に伴い、対人援助の仕事の一部をAIロボットが担う時代が来ると予想されます。その中でも人間にしかできない対人援助とは何か、また、今後必要となる対人援助を考えるために、AIロボットの第一人者である広島大学辻敏夫教授を招聘し、学生の皆さん一人一人が、これから対人援助力を磨き、社会で活躍していくための人間力を身に付けてほしい」と講演会開催の趣旨を説明し、講師の辻敏夫先生のプロフィールを紹介しました。

続いて、辻敏夫先生による講演が行われ、まず、AIロボットについて本学の学生向けに分かりやすく紹介していただきました。次に、AIロボットによる障害のある方への対人援助の例や今後どのようにAIロボットが対人援助に用いられていくのかを説明されました。最後に、対人援助が人からAIロボットにとって代わるのではなく、人がAIロボットを活用し、より良い対人援助が行われるようになる時代が来る等、対人援助職を志す学生にとって重要な示唆をいただきました。

その後、パネルディスカッションが行われ、講演会の終わりには、辻敏夫先生と本学の研究ブランディング研究部門責任者である看護・医療福祉健康研究部門の土肥敏博教授、スポーツ・健康福祉研究部門の山崎昌廣教授、子ども子育て・教育福祉部門の山崎晃教授によるパネルディスカッションを行いました。また、学生からもペーサーメーカーを装着している人もサイボーグを装着できるのか等の質問がありました。



<開会挨拶に立った田中宏二学長>



<司会 音楽学科2年 榎本優子さん>



<看護・医療福祉研究部門の土肥敏博教授>



<スポーツ・健康福祉研究部門の山崎昌廣教授>

その後、本学の研究ブランディング事業の取り組みを学生と共有するために、3部門責任者が「対人援助とは何か―学生に希望する対人援助について」を紹介しました。学生から辻敏夫先生に花束が贈呈されました。

<講演会を聴いた感想>

- ・すごく面白かったです。ALSの人がとじこめ状態になったとき、外との意思疎通ができるといいと思いました。
- ・AIロボットの対人援助に係る現状が理解できた。
- ・とても分かりやすい、夢のあるお話でした。学生のペースメーカーに関する質問がとても重要な点であることに気づかされました。ただ、学生のみなさんには難しかったのでしょうか。
- ・人を暮らしやすくする為の技術開発の現状を知り、いかにAIが身近になっているかを目の当たりにできた(VTR)のは本当に驚くことだった。頭の中で想像するだけで(筋電)操作できるなんてアニメのロボット操作の世界だけと思っていた。それにしても人間の神経もすごい！不自由を自由に変えることがどんなに明るく希望がもてる世界に変えていけるかを知りました。AIの学習能力、どこからの部位でも発する信号をキャッチし、筋力や神経の電気信号をつなげるバイオリモートはこれから大いに期待できると感心しました。ミュージックインターフェイスは表現への道を開き素晴らしい、サイボーグ技術のユニバーサル化をもっとすすめてほしいと思いました。
- ・エルゴデザインは非常にこれからの未来を考えたときに、優しい考え方だと思う。人間が使いやすいように機会を操ることがポジティブに生きることにつながるのなら、これほど素晴らしいことはない。先生のお話は、大変分かりやすく、いろいろと考えさせられた。ロボットの進化(研究)が進んでも、人による対人支援が必要という考えも納得できる。この車椅子やAIロボットが1日も早く商品化するよう研究を進めていただきたい。
- ・お話を伺って、AIの進呈や可能性について非常に期待が持てることを実感したと同様にAI、工学と他の学問・技術の限界というか、最終的には人間の力が必要というところに本学の人材育成の意義があり、益々必要とされていると感ぜられた。
- ・人間の対人援助からAIロボットの対人援助に変わっていくのではなく、人間がAIロボットを用いたよりよい対人援助に変わっていくということが重要な点である。



<子ども子育て・育福祉研究部門
の山崎晃教授>

<辻先生から取り組みに対するご意見・ご示唆>

- ・地域に根差した取り組みが素晴らしいと思います。実践的に学べる学生さんがうらやましいです。本当にありがとうございました。
- ・文部科学省研究ブランディング事業の選定まことにおめでとうございました。共生社会を目指し、対人援助を大学が中心にすえてとりくむことに大きな希望と発展の可能性を感じました。今回の講演のように地域に新たな取り組みの視点を広げる活動をこれからも続けていってほしいと願います。
- ・学生の事業参加におけるレポートの公開、支援から学生が何を得ているのかを知りたいと思います。
- ・非常に興味深い分野の研究を進められていることは素晴らしいと思います。しかし、認知度が低いと思われるので、様々なツールと機会を利用して、認知度を高めるとともに、研究の継続が可能になるような体制づくりを期待します。
- ・今後、地域と一体となった学校の在り方、地域の為になる学問・学生を育成してほしい。

第3項 講演

演題「AI ロボットと対人援助」

～サイボーグ技術で生活を支援する～

辻敏夫教授 広島大学大学院工学研究科

(辻敏夫教授から講演内容の掲載許可をいただいています。)

皆さん、こんにちは。お昼ご飯を食べて少し眠くなってくる時間帯かなと思いますが、今から約 90 分間、私の研究内容を「AI ロボットと対人援助 —サイボーグ技術で生活を支援する—」というタイトルでご紹介します。

いま、学長の田中先生からお話がありましたけれども、最初に結論を言えば、対人援助の仕事は残ります。いくら技術が発展しても、いくら AI が賢くなっても、結局、最後に残るのは、人間が人間を助けるという温かさだと思いますので、皆さんが目指している将来の仕事というのはとても大事で、これからも必ず残ると思います。

ただ、仕事の中で使う機械や装置は、日々、より良く、賢くなっていきます。今までになかった機械装置がこれからどんどん出てくる

に違いない。そういうものに皆さんは対応して、本当に助けたい対象の方の気持ちを汲み取って、対人援助をするということがすごく大事だと思います。それが今日の講演の結論です。

まずこのポスターをご覧ください(スライド1)。私の研究室のポスターで、人間の手とロボットの手が上下で変身しているのです。人間の手とロボットの手が、振っている間に、人間になったり、ロボットになったり、そういう絵を描いていて、実は人間とロボットっていうのはすごく似ているじゃないかという話を今日しようと思います。

最初のキーワードは「AI」です。最近、人工知能と言いますが、コンピュータが自分で考えてどんどん賢くなってきている。そういう技術の話を今日させていただきますので、一体どうやってコンピュータが賢くなっているのか

とか、どうやって学習しているのかという話をごく簡単にします。それから、2 番目のキーワードは「ロボット」です。最近、ロボットは非常に進化していて対人援助に利用されはじめています。今日は広島大学で開発している装置のビデオをいくつか持ってきましたので、それを見ていただこうと思います。最後の方に時間があれば、対人援助に関係する新しい楽器がありますので、それを紹介できればと思います。

副題として、「サイボーグ技術で対人援助を支援する」というタイトルをつけさせていただいていますので、まずサイボーグってなんだっていう話から始めていきたいと思います。ここに



<講演スライド1>

サイボーグ | Cyborg |

Cyborg = Cybernetic Organism

■動物、特に人間の生体機能の重要な部分を電子機器などに代行させたもの。(広辞苑)

■生物に、生物本来の器官同様、特に意識しなくても機能が調節・制御される機械装置を移植した結合体。(大辞林)



<講演スライド2>

学問の専門用語なのです。SFとかアニメの言葉ではありません。学術用語です。

ちょっと見えにくいかもしれませんが、スライドの上の方に、Cybernetic Organism って書いてあって、Cybernetic Organism の Cyb と Org を合体させてサイボーグと呼ばれています。これは学術分野で使われる言葉で、逆にロボットという単語は、実はSFの作家、チャペックっていう人がSF小説を書くときに考えた名前です。だからロボットはSFの言葉で、サイボーグっていうのは学問の言葉なのです。今はごちゃ混ぜにして使っているという感じですけども。

今日はサイボーグの話です。これは最近パソコンとかインターネットとかに触れていると、サイバー〇〇、サイバー犯罪とかサイバー攻撃とかサイバー〇〇ってよく聞きますけれども、そのサイバーの語源になっているのが、このサイボーグという言葉です。辞書を引いてみると、「生体機能の重要な部分を電子機器などに代行させたもの。あるいは、生物の体に機械装置を移植した結合体」と書いてあります。つまり、一部が人間で、一部が機械、その二つが一緒になって、一つの生命体を構成しているような生き物をサイボーグと呼びます。

実は、最近では医療の分野で、実際にサイボーグになっている患者さんがたくさんおられます。たとえば、手とか足。今日は手の話をこの後にしようと思いますが、手とか足を病気や事故で失われた方のためにロボットの手や足を作って体につける。そのロボットの手を自分の体の一部のように動かせるのであれば、それは一部が生きている体で、一部が機械ということで、二つ合わせて協力しながら生きていくサイボーグという生命体を形成することになります。目が見えない方のために、人工網膜といって、光を電子信号に変えるような電子デバイスを目の奥に埋め込むことによって、目が見えるようにする、あるいは脳の中にチップを埋め込んで、記憶力が衰えている人の記憶の代わりをしてあげる、心臓はすでに人工心臓といって、心臓の病気の人に機械の心臓を埋め込んであげて、その心臓は生きている体と一緒に働くというようなことが実際の医療現場で起こっていて、サイボーグはSFの言葉、アニメの言葉というよりも、今は医療とか福祉の分野でよく使われるようになってきています。

一方で産業分野に眼を向けてみましょう。日本では、携帯電話や自動車、コンピュータとかを作って販売して、利益を得たりして経済活動を行っています。みなさんが使っているスマートフォンでは、みんな上手にすごいスピードで文字を打ったりすると思うのですけれども、スマートフォンと女子高生なんかはもう一体となっていて、スマホを忘れると不安になって、その日過ごすことができないというような精神状態になったりすることもあるようです。スマートフォンと人間はいまや一つのサイボーグのようになっていると言うこともできると思います。他にも、自動

車の運転では、今後、自動運転というものが私たちの生活に入ってくると思うのですが、ドライバーと自動車というのは一体化することが理想です。特にここは広島なので自動車メーカーといえばマツダですが、マツダが目標としているのは、ドライバーと車が人馬一体といって人と馬の関係のように、人が運転していて右に曲がりたいと思ったら自然に車も右に曲がってくれるというような人間と車の心が通じ合っているというような世界です。現在、マツダと広島大学は共同研究をしており、そういう以心伝心の自動車を作るという研究に取り組んでいます。人間と自動車の関係もサイボーグの一種と考えれば、私たちが朝起きて夜寝るまでいろいろな機械を使うと思うのですが、自分の体の一部のように身の回りの機械・装置を使いこなせることができるのなら、それも一種のサイボーグと呼んでよいのではないかと思います。

実は今から 60～70 年くらい前、サイボーグという言葉を最初に考えた人がいます。20 世紀の中頃、ちょうど 1950 年前後というのはいろんなことが一度に起こった時代で、私たちが使っているコンピュータというのも 20 世紀中頃に発明されました。その頃、ノーバート・ウィーナーという先生がいて、この先生、ものすごい天才で、11 歳で大学に入って、18 歳でハーバード大学の博士号を授与されています。その先生が、生物が外界からの情報を感覚器、目とか鼻とか耳とかから受け取って、中枢の脳で処理して筋肉に命令を送って行動をするというプロセスを考えると、それは機械のシステムと同じではないかということ指摘しました。これは、いまの私たちからするとまあそうかなと、そんなにもものすごいことじゃないのかなと思うのですが、20 世紀中ごろの西洋世界で起こったことなので、キリスト教の世界の中での話です。キリスト教的な世界観では、人間は神様が創ったもので、他の動物とは違ふし、ましてや機械とは全然違ふと考えられていたわけですが、この頃にウィーナー先生は「人間と機械はほとんど一緒だ」みたいなことを言って、これは西洋ではたいへんなことでした。

今となっては、ロボットの手と人間の手も、ちょうど同じような動きで握手することができます。ウィーナー先生は、人間と機械が似ているということを研究する分野を新しい学問分野として「サイバネティクス」という名前と呼ぶことにしました。サイバネティクスの語源は、昔のギリシャの言葉で船を操縦する人という意味です。船を操縦するというのはすごく難しいことです。船は舵を切っても、すぐには向きが変わらないので、だいたい先のこととか、潮の流れや風の強さを読んで舵を切らないといけな。これは結構難しいことですが、熟練した人間は船の操縦が簡単

にできてしまいます。人間がどのようにして機械を操縦しているのか、それをコンピュータで置き換えることができるのかというようなことを研究する分野に「サイバネティクス」という名前を付けたのです。

実は、私は高校生のときにこのサイバネティクスにすごく憧れていて、大学入ってサイバネティクスをやりたいと思っていました。サイバネティクスの研究が流行った時期なので、1970 年代後半くらいのことです。で、大学に入ったのですが、大学にサイバネティクスをやっている研究室、学部がなかったのです。しかし、とうとういま私が所属



<講演の様子1>

している大学院はシステムサイバネティクス専攻といって、人間と機械を融合して人間と機械がどういふふうに似ているか、あるいは人間に合わせる機械を作ろうというような研究を専門にして仕事をしています。

この絵が研究室のイメージ図です(スライド3)。左側が人間の手で右側が機械の手です。機械の手と人間の手が協力してネジを締めているような絵なのですが、ロボットの手を描いているのは象徴的に描いているだけで、こちら側は自動車でもいいし、スマートフォンでもいいし、人間の手とスマートフォンでぱぱっと文字を打ってメール

を出すっていうのも、結局、人間と機械が助け合って一つの仕事をしているという世界と考えることができ、こういう世界を実現したいと思っています。今日は少し見方を変えて、この絵を自分の左手と自分の右手のように皆さんに見てもらいたいと思います。左側はももとの自分の手なのだけでも、右手をたとえば事故や病気で失った方がおられて、その右手にロボットの手をはめてあげて、左手と右手で自由自在に仕事をするような世界を作りたいと思っています。

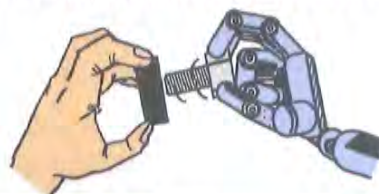
私の専門は工学なので、この右側のロボットをどう作るかというようなこと、電気の力でモータを動かしてロボットをどう動かすかというようなことを研究しているのですが、実は左側の人間の手にすごく興味があって、こういう世界を作るためには、絶対に左側の人間の手に学ぶことからスタートしないとダメだと考えています。まず、人間の手ありきです。人間の手はすごくうまく動くのですが、この手がなぜうまく動くのかということ調べて勉強して、それを真似したようなロボットの手を作るという考え方です。すごく良いロボットの手ができて、そしてそれをガチャッと腕にはめたとしても、じゃんけんができるでしょうか。今からじゃんけんしましょう。じゃんけんてチョキ出したい。僕はチョキを出したいのだけれども、チョキを出すのはロボットの手なので、頭の中でチョキ出したいって思っているその自分の気持ちをロボットの手はどうやって伝えるのが意外に難しいのです。ボタンをつけてもらって、グー・チョキ・パーボタンを押すと何を出そうとしているか相手にバレてしまいそうだし、最近は音声認識も発達しているけれどそれを使って声で命令してもバレてしまうから、頭の中で「次はパー」と思っただけで人間の気持ちを読み取ってくれてロボットがパー出しているというようなことができないとだめですね。以心伝心というか、もし人間と機械が本当に融合しているのなら、頭の中で思っただけでチョキ出したいのでしょってロボットが思う、そういう仕組みをどうやって実現しようかなって考えると、やっぱりチョキ出そうと思うだけでチョキを出せるというのがみなさんの健康な手なので、この手はどうやってチョキを出しているのかというのを生物の体の運動の仕組みを工学的な専門の知識で解明してロボットで実現する方法を考える必要があります。特に、人間の体にロボットの手をつけて思うように動かすというところに私自身の興味があるので、そういうものをインターフェイスと呼ぶ人間と機械の間を取り持ってくれる部分をしっかり作って、患者さんに使っていただいて「これちょっと使いにくいですよ」と言われたら、また改良するというようにこの3つのステップを繰り返しながら研究を行っています。

今日ご紹介する研究は、人間の体から出てくるいろんな電気信号を計測する技術とロボットを動かす技術をつないで、サイボーグ技術、すなわち身の回りの機械をあたかも自分の体の一部のように動かすことができる技

生体システム論研究室

広島大学 大学院工学研究科 システムサイバネティクス専攻

ヒトと機械の機能的融合を目指して



1. 身体運動のしくみの電気工学的理解
2. 人間と機械の新しいインターフェースの提案
3. ハードウェア開発と操作性評価

<講演スライド3>

術を実現しようというお話です。ロボットの手を自分の手のように動かすためのインターフェイスの技術を使って障害がある方の生活を支援するというのは、ある意味で福祉的な応用でもあるし、もちろん整形外科で腕の手術をした方が2、3カ月病院に入院して義手を使うためのリハビリテーションをするというように医療の分野にも関係してきます。それから、義手の代わりに自動車を考えてもらうと、チョキ出す代わりに「右曲がりたい」って思うだけで右に曲がってくれるような自動車を実現できる可能性があるわけで、そういう産業分野に応用することも可能です。

この福祉応用、医療応用、産業応用という3つの応用を頭に置いてもらって、今から、以前、放送されたテレビ番組を観ていただこうと思います。10分間ぐらいのビデオです。ではご覧ください。

(ビデオ視聴)

いま観ていただいた番組で紹介されたいろいろな装置は、万博が愛知県で開かれたときに万博のパビリオンで展示するために開発したもので、この番組の内容を愛知万博で展示していました。愛知万博以前は、あまりテレビの取材を受けないように気をつけていました。こういう内容がテレビで流れてしまうと、問い合わせがたくさんきます。「手や足が動かなくなったのでテレビで紹介されていた装置を購入したい」というような問い合わせです。すぐお金がかかるのですよとご説明しても、便利になった方がいいので購入したいという問い合わせをたくさんいただきました。しかし、このような装置を大学の研究室で作って販売することは難しいし、もし患者さんに使っていただいたとしても、故障したときに誰がメンテナンスやお世話をできるのかとかそういう問題がたくさんあって、なかなか事業化することは難しいのです。そういうこともあって、あまりテレビの取材は受けないようにしていたの



<講演の様子2>

ですけれど、このビデオに出ていただいていた患者さんたちが「むしろもっと取材を受けて紹介しましょう。番組を見てくださった人がひょっとしたら販売を担当しようとか言ってくださるかもしれないし、あるいは同じ病気の人が、こういう番組を見て希望をもって近い将来にこういう技術が使えるようになるのだったらそれまで頑張ろうっていう気持ちになってもらえるのではないか」とおっしゃるので、このビデオに出ていただいた患者さんたち、それから、うちの研究室のスタッフや学生たちがチームを組んで、このような装置を次々と開発して万博で展示しようということになったのです。

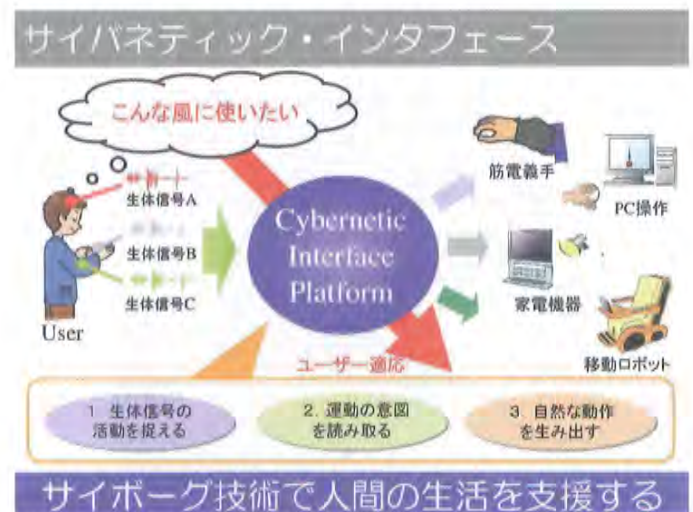
患者さんたちは非常に優秀な方ばかりで、切断者の方はすごくポジティブでいろいろな新しいことに挑戦したい、ロボットもぜひやりたいというような方でした。2番目の元体操選手で寝たきりだった方は、18歳くらいの時、体操選手として大学に入ってオリンピック強化選手に選ばれるような状況だったのに、鉄棒から落下して頸髄損傷という首から下がほとんど動かないという状態になってしまいました。少し腕が動いているように見えますけれども、腕を持ち上げることはできるがおろすことはできなくて、持ち上げて力を抜くとダラーンと落ちるみたいな感じの動きしかできません。18歳で怪我をされて、広島大学に来られるまで尾道の向島からほとんど外に出たことがないというような生活を送っておられました。広島大学がある西条に来られたときも、「こんな遠くまで来るのは初めてです」と言われていました。その後、東京でのロボットの国際展示会に一緒に行ってもらって、舞台上でデモンストレーションみたいなことをやっていただいているうちに、どんどん積極的になってこられて、最後は「一人暮らしをしたい」と希望されるようになりました。お母さんは健在だったのですが一人でアパートに住みたいということ

で、県立広島大学と広島大学でサポートして、独り暮らしを始めるお手伝いをしました。口にくわえたスティックや顔の動きで家電製品を操作したり、部屋の照明や扇風機をつけたり消したりということができるよう環境制御装置を開発しました。そうこうしているうちに市役所で他の患者さんをサポートするようなボランティアの仕事を始められて、すごく一生懸命に他の患者さんの世話をされて、東京に行って障害者に対するカウンセリングの講習などに参加されるようになりました。この講習会で女性の障害者の方と仲良くなって、尾道で障害者二人で一緒に住んで、新しい二人の生活を始められています。

だから広島大学の研究室に来るのが一つの人生の転機になったのですけれども、それまではこういう技術があるということをまったく知らないという生活を送っておられたのです。でもいったん外に出られると、もともと能力が高く積極的で、事故のあとの寝たきりの人生と、この番組の後の人生は全然違ったものになっています。そういうのをみていると、こちらがすごく教えられます。障害があるからといってネガティブになって何もしないっていうのではなくて、むしろポジティブにどんどん積極的に動いていくということがいかに大切かということですね。これは障害があろうがなかろうが関係なく、人生にとって本当に大切なことを教えていただいたような気がします。

今日は残りの時間を使って、さきほどの番組で紹介されたいろいろな装置の種明かしをしようと思います。仕組みはそんなに難しくはないので、こういう考え方で装置を作るとさっきのようなロボットがうまく動きますよという話をして、そのあといくつかビデオを持ってきているので、それを見てもらおうと思います。

基本的には人間の体から電気信号を計測して、それを機械とかロボットに伝えたい、そのためのインターフェイスを作りたいということで(スライド4)。ただ、患者さんは個人差が大きいので、このインターフェイスは使う人に合わせて自ら学習して変化していく、コンピュータが人間を観察してこの人だったらこういうふうに動いた方がいいのではないかとこののを学習して、人に合わせて使いやすく動いてくれるというような仕組みにしています。こういうサイボーグ技術、人間の体と機械・装置をつないで機械・装置を自分の体の一部のように、頭で思っただけで動いてくれるようにする技術をサイボーグ技術とって、この技術を使って人間の生活を支援したいということを目的にしています。



<講演スライド4>

このあとの話のポイントは大きく分けて3つです。まず一つ目は、頭の中でチョキを出したいって思ったらロボットがチョキをだす、どうやっているのかということです。二つ目は義手タイプのロボット開発の流れ、三つ目はロボット以外の身の回りの家電やコンピュータ操作への応用です。それらの3つのトピックスをこの後簡単にご紹介できればと思います。まず、どのようにして機械を思い通りに動かすかという点です。このような以心伝心のロボットの手を作るときに何を理想にするかという、それは見た目が自然で、動きも自然ということですね。それで軽い。機械や装置を身に付けていると非常に重たく感じます。私たちが最初開発したのは人間の手と同じくらいの重さのロボットだったんですが、実際に身体に取り付けると、重たくて長時間、ロボットの手をつけてられないということがわかったのです。普段、私たちの手はあまり重さを感じないですね。小学校の時に「前に倣え」とかずっとやっ

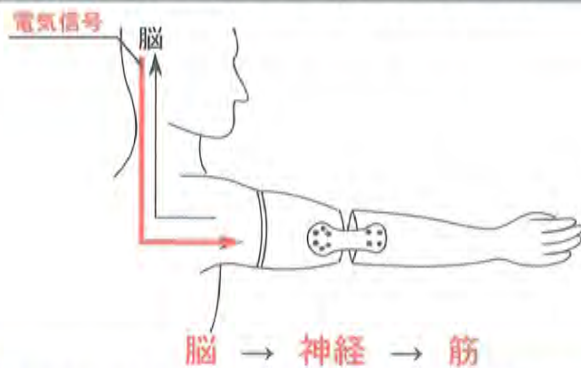
ているときついけど、普段は重さをあまり感じないです。でもこの手がなくなって同じ重さのロボットをつけると、あたかも手の先でものを持っているような感じがして、すごく重たく感じます。だから、できるだけ軽く作ってあげないといけないのです。たとえば、200g、300gくらいで作らないと、身につけて使おうという気になれません。それから、音がしないことも大切です。モータが入っているので、結構、動作音が普通はするのですけれども、できるだけ音がしないように工夫して作っています。もちろん、毎日使うので故障しないことも大事です。頻繁に故障するようだと使う気になれないですよ。簡単には修理もできないです。

以上の点は、ロボットをものとして、ハードウェアとしてどう作るかという問題なのですけれども、最近のロボットの先端的な技術を使うと比較的良好なロボットが作れるようになってきました。しかし、これらの問題を解決しても自分の思い通りに動かないと使い物にならない。それを解決するために、チョキを出そうと思ったらチョキが出せる人間の手の仕組みをまず調べてみました。人間の手の動かし方をまず調べて、どんなふうにチョキを出しているのかという仕組みを私たちが勉強して、仕組みをまねることによってロボットに、チョキを出そうと思ったらチョキが出せるようにするというそういうアプローチをとることにしました。ロボットという機械をいくら良く作ってもだめで、人間の体を調べて人間の体に見合うように機械の動かし方を考えないといけません。人間の手とロボットの手の仕組みを近づけることによって、ロボットの手をあたかも生き物のように動かすことができるようになるのです。

さきほどの番組の中で、首から下が麻痺して動かないという患者さんがおられたのですけれども、人間の体は脳からの電気信号の命令によって動いています。人間の脳は電気信号を用いて計算をしていて、コンピュータのような回路が脳に入っているとも言えます。脳からの電気信号は脊髄というところを通っている神経を伝わって、膝を伸ばそうとしたときには脳からの信号が膝を動かす筋肉にまで伝わって、膝を伸ばすという運動が起こります。

結局、人間の身体は電気信号で動いているのです。ロボットとあまり変わらないじゃないかっていうことです。ところが、交通事故などで腰のあたりの脊髄を損傷すると、骨が折れるだけでなくそこを通っていた神経が切れてしまうことがあります。そうすると、頭でいくら膝を曲げようと思っても、脳からの電気信号が骨折した場所から先に行かないので膝は動かないことになります。逆に膝の近くのこのあたりの脚を触ったら、触られたという情報が電気信号に変換されて脊髄を通して脳に届いて触られたという情報を伝えるのだけれども、神経が切れていると信号が脳まで届かないので、触られたということが分からなくなります。いわゆる下半身が麻痺している状態です。

理想の操作性を実現するには



神経とのインターフェースが必要！

<講演スライド5>

と信号が脳まで届かないので、触られたということが分からなくなります。いわゆる下半身が麻痺している状態です。

腕を切断した場合も同じように肘を曲げようと思っても、脳から肘を曲げようという電気信号が神経を伝わって降りてきて、でも腕が肘の上で切断してしまっているので肘を曲げるための筋肉に伝わらないことになります。だから、頭の中で肘を曲げたいとかチョキを出したいって思ったときの電気信号を計測して、その信号にもとづいてコンピュータを使ってロボットを動かす、つまり人間の神経とインターフェースするロボットを実現することが必要

です。すなわち、神経と機械をつなぐことが必要になります(スライド5)。

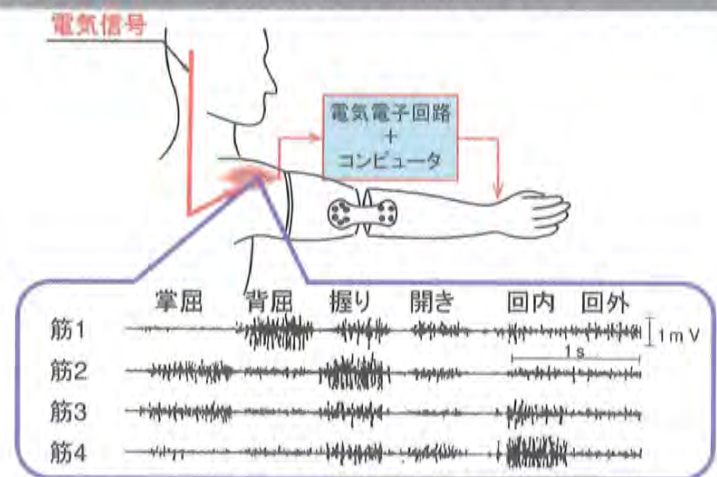
ただし、頭の中で思ったことをそんなに簡単に全部できるわけじゃないので、ごく簡単なちよつとしたルールを決めます。腕を切断してしまうと腕の一部はなくなるのだけど、頭の中の腕の記憶がなくなるわけじゃないので、頭には腕の記憶が残っている場合があるのです。その場合は、頭の中で手や指を動かしたりすることができる。グーを出したり、チョキを出したり頭の中でイメージすることができます。つまり手や指を動かすための電気信号は覚えているのだけでも、実際の手や指はないので、じゃんけんはできない。そういう状況を想定して、まず患者さんがよく行う動作をいくつか決めてもらいます。たとえば、このような 6 つの動作です(スライド6)。手首を掌側に曲げる掌屈、手首を背側に曲げる背屈、手の握り、開き、手首を内側に回転する回内、外側に回転する回外の 6 つです。今回はこれらの 6 つの動作だけをロボットで再現することを考えましょう。

対象とする動作が決まると、脳からの電気信号を計測するために腕に電極を貼って、皮膚の電気信号を測ります。この例の場合は電極を 4 対取り付けて、そのあとで患者さんに、「頭の中で手首をてのひら側に曲げてください」とお願いします。この患者さんは手の記憶があるので、頭の中で手をイメージして手首をてのひら側に曲げることができます。そうすると、腕に残っている筋肉の一部が以前あった手首を動かそうとして発電します。この例の場合は、上から 2 番目の筋肉と 3 番目の筋肉が発電しています。このグラフは横軸が時間で、縦軸が電圧です。約 1mV (1V の千分の一)というすごく小さい電圧ですが、手首を動かそうとすると電気信号が生まれます。この患者さんは、手首をてのひら側に曲げようと思ったら、2 番目と 3 番目の筋肉だけが働いて、1 番目と 4 番目の筋肉はあまり発電しませんということがわかります。次に、手首を背側に曲げてくださいとお願いすると、今度は 1 番目の筋肉が強く働いて、2、3、4 番の電気信号は比較的小さいことがわかります。じゃんけんのグーのように握ってくださいとお願いすると、全部の筋肉から電気信号が出ていますねというように、対象とする 6 つの動作を 1 回ずつお願いして、頭の中でイメージしていただきます。そのときの筋肉の電気信号を計測してコンピュータの中に記憶しておきます。このようにして対象とする 6 つの動作の筋肉の電気信号をとることができました(スライド 6)。

ここまででは、指定した動作を頭の中で行っていただいたのだけれど、次は、「今からは自分がどの動作をイメージするかは言わなくていいですよ。自分の思い通りに好きな動作を頭の中で行ってください。ただし、さきほど登録した 6 つの動作のうちのどれかにしてください」と患者さんに伝えます。私たちは筋肉の電気信号を観測できるので、筋肉の電気信号をずっと見ています。患者さんがなにか動作を頭の中で行うと、電気信号が発生します。

このときの電気信号を見ると、1 番目の筋肉の電気信号がたくさん出ていて、2、3、4 番目の筋肉からは電気信号があまり出てない。さきほど登録しておいた 6 つの動作を行ったときの電気信号と比較して一番似ている動作を探すと、きっと手首を背側に曲げようとしたのだらうなということがわかります。さっき登録しておいた電気信号の中で最も近いものをこの人が頭の中で想像した動作と決定すれば、おそらく当たっているだろうということです。このような考え方を「パターン認識」とか「パターン識別」というのです。対象とする動作を決めて 1 回ずつ模範演技をしてもらって、電気

筋電位でロボットを制御する



< 講演スライド6 >

信号を登録しておく。その次はどの動作かわからないのだけれど、さっき登録しておいた信号に1番近い動作を探して、その動作をロボットに送って手を動かすという考え方です。このような簡単な考え方で、さきほどのビデオのようなロボットの動きを実現することができます。

すごく簡単に説明しましたが、よく信号を見ると、手を開くときの電気信号と手を外側に回そうとしたときの電気信号はほとんど一緒だし、記憶していた信号の中から1番近い動作を探そうとしても見つけることがすごく難しい場合があります。そこでまず電気信号を計測し、約1mVの信号を5000倍に増幅したり、絶対値を取ってマイナスの電圧を消したりというようなことを行って、この患者さんがどれくらいの力を出そうとしているのかという筋力の大きさを計算で求めます。その求めた4つの筋力のパターンを入力して、入力されたパターンがじゃんけんのパー動作をしようとした確率、グー動作をしようとした確率、チョキ動作をしようとした確率を計算するような回路を作る。これをAI、人工知能で作ります。なぜAIを使うかというと、患者さんは一人一人、個人差が大きくて電気信号の形が全然違うのです。たとえばAさん用に動作の確率を計算する回路を作成しても、Bさんが来られると動かなくなってしまいます。じゃあ、Bさんのために私たちがまた新たな回路をつくるということにするとすべての患者さん用の回路をその人の特徴に合わせて私たちがいちいち作らないといけなくなります。患者さんの人数が増えとすごく大変なことになるので、いちいち一人一人の患者さんのために私たちが回路を作るのはやめて、患者さんから計測したパターンを自ら学習するコンピュータのアプリを1つだけ作ることにします。そうすれば、そのアプリがどんな患者さんが来ても自ら学習してその患者さん用の回路を自動的に作ることになり、人間がいちいち回路を作らなくてもコンピュータが自動的に対応してくれるようになるでしょうという戦略です。



<講演中の学生の様子>

機械の学習というのは一見難しそうですが、考え方自体はそんなに難しくはありません。ごくごく簡単に原理を説明してみます。この回路は左から信号が入って、右側に向かって計算が進んでいきます。この左から右に信号が進む「→」のところに掛け算の重み係数のような数字がついていて、左から入ってきた信号にその重みを掛けてから右に送って行って順番に答えが出るという、そういうタイプのすごく簡単な計算でこの回路は構成されています。まず、1番最初に学習を開始する前は、「→」に付いたすべての重みの値を全部めっちゃくちゃな適当な値(乱数)にしておきます。そして、左

から筋肉の電気信号から計算したパターンを入力します。これは患者さんに模範演技してもらったときの信号なので、この患者さんの頭の中で、たとえばパー動作をやったときの信号だというのが分かっている状態です。その信号を左から回路に入力して、計算したらめっちゃくちゃで間違った答えが右から出てくるのだけれど、正しい答えはパー動作だとコンピュータは知っているの、本当は「パー動作の確率が1で、他の動作の確率はすべて0です」という答えが右から出てこないといけなわけです。コンピュータはそれを知っているの、適当に回路が出した答えと、正しい答えを比べて、この回路の答えが正解に少し近づくように、回路の中の「→」に付いた重みの値を少しだけ調節します。調節といっても、基本的には重みの値を少し大きくするか、少し小さくするかのどちらかしかないので、コンピュータが自分で調節することができます。で、次は模範演技でグー動作をやってもらったときのパターンを左から入力して計算させます。すると、回路はまた間違った答えを計算してしまうので、ま

た「→」に付いた重みの値をちょっとだけ修正して、回路の答えが正解に近づくようにします。このような調整を何度も何度も何万回も繰り返します。これを「機械学習」と呼んでいて、この学習をうまくやると最終的には左から入ってきたパターンに対して全部正解が出せるような回路ができあがります。正解がわかっている問題に対してすべて正解が出せるようになると、学習が終わったということなので、今度は、学習に使ってない正解がわかっている信号を左から入れて、計算させます。正解がわかっているなくても学習に使った問題と似たようなパターンであれば、「いま入ってきた信号はパー動作の確率が非常に高いですよ。85%くらいです。」というような答えを回路が出してくれます。この確率が高い場合には回路が出した答えに従って、ロボットに「パーの動作を出せ」という命令を与えればよいわけです。

最初は適当に解いてみて、あとは答え合わせをして間違っていれば自分の答えが正解に近づくように学習を進めていくという考え方です。あたかも小学生がドリルで練習問題を解いて、自分で答え合わせをして、自分の答えが間違っている、合っているというように学習を進めるのとまったく同じように、コンピュータに自分で学習させるというのが最近流行っているAI、特に機械学習という考え方の基本になっています。機械も学習する時代が来ているのです。この機械学習を使って、ロボットを動かしてあげれば人間のように自ら学習して行動するようなロボットができる可能性があります。このような考え方は「バイオミメティクス」と呼ばれています。バイオというのは生き物、ミメティクスというのは真似するということなので、生き物がやっていること(たとえば学習)を真似して人工物を作りましょうというアプローチのことを指します。

まとめると、人間の身体から電気信号を計測して、どれくらいの力を出したいのか、グーかパーかチョキかを識別します。グーを思いっきり力強く出そうとしているということがわかったら、ロボットに命令します。そうしたら、「グーを思いっきり」って頭の中で思っただけでロボットが動いてくれることになります。この一連の計算を1/1000秒の間に行う、つまり1秒間に1000回の速さで計算します。そうすると、途中までチョキを出そうと思っていたけど、パーに変えようというような変化にもちゃんとついていくことができるようになります。簡単に言うと、このような原理で動くロボットを開発しています。

最初に開発したロボットは実は指が3本しかありません。こういう円筒の物体をしっかり握ろうと思ったら指が3本ないとだめで、指2本だとぐらぐらして不安定になってしまいます。このロボットは指が3本あるのだけれど、動作は握るか開くしかできません。指をバラバラに動かすことはできません。このようなタイプのロボットを最初に作って、腕に電極を貼って、複数の筋肉から電気信号を計測し、手を握ろうとしたとき、手を開こうとしたとき、手首を曲げようとしたときなどの電気信号を計測してコンピュータに学習させます。

この3本指の義手がかなり重たくなってしまったので、腕型のロボットの先端に義手を取り付けて、外に遊びに行くときはこの腕型ロボットから外して自分の腕に取り付けて、家に帰ったら腕から外して隣の腕型ロボットに取り付けて使います。このビデオでロボットを動かしている人は手があるので、ロボットがやっていることは「ふり真似」です。この人の動きをロボットが真似している。腕型ロボットの先端に義手がついています。ふり真似しているのだけれど、重要なことはカメラを使っていないということです。ロボットはカメラを持っていないので、この人の手の動きをロボットは見えていません。見る代わりに、この人の腕に付けた電極から電気信号を取って、さきほど説明した方法で、この人が手を握りたいのか手を開きたいのか、それとも手首を曲げたいのかということを瞬時に判定して、「ふり真似」をしているのです。「腕を曲げて、コップをつかんで」というこの人の動きをロボットが真似しているのだけれども、目で見て真似しているのではなくて、体の中の電気信号を使って「ふり真似」をしています。目で見ていないということは、この人の手がなくても、目で見ていないから手がある人の場合と同じように「ふり真似」できるということです。この患者さんは右手前腕部切断後3年くらい経過しているけれども、筋肉がしっかりと動く状態で残っており、手の記憶もすごくクリアだったので、非常にうまく義手を動かすことができています。スポンジを握っ

ているんだけど、腕のこのあたりに力が入ると、きゅっとスポンジを握ることができます。強調すべきことは、この人は初めてロボットを動かしておられるという点です。ほとんど練習してないということです。なぜ練習せずにロボット動かすことができるかというと、この方はロボットを動かしたいなんて思っていなくて、昔の自分の手を思い出して、その手を頭の中で動かしておられるだけで、その結果、ロボットが頭の中で想像した動きを真似してくれるということなのです。



<講演の様子3>

次の患者さんは左前腕部切断後 30 年くらい経過していて、腕や手は覚えていませんと言われていました。切断部から先がなく手を忘れてしまったので、もともと手があったところに、上から何か物体が落ちてきても「避けません」と言われていましたが、このロボットを使っているうちに頭の中に手が生えてきましたと、頭の中に昔の手が戻ってきたと言われていました。実際の手はないのだけど、もともと手があったところに上から物体が落ちてきたら無意識に避けるようになったそうです。頭の中に手の記憶が戻ってきたということですね。

次のロボットは、腕に直接、取り付けられることができる 5 本指型のロボットで、円筒形のものもしっかり握ることができます。前腕の切断したところにソケットというカバーをはめて、ソケットの中に電極がついていてソケットを腕にはめるだけで電気信号を計測できます。このロボットの動きは、すべてこの患者さんが頭の中で動きをイメージされた結果です。

このロボットは指が 5 本ついているけれども、指を動かすモータはたった 1 個だけなのです。よく見てもらうと、ロボットの骨格部分にも穴をいっぱい開けて重量を軽くしており、さらに指を動かすモータが 1 個だけなので全体の重さを低く抑えることができます。だけど、指は 5 本あるので、こういうワイングラスなんかを握ろうとしたときに、人差し指から動きはじめて、人差し指がグラスにあたり人差し指の動きは止まりますが他の指は動き続けます。次に中指がぶつかったら止まって、次は薬指というように、斜めになっているワイングラスの外形にしっかり合った指の形状で自然にグラスを握ることができます。ただし、指を動かすモータは 1 個だけなので、手は握るか開くかしかできません。じゃんけんのときにチョキは出せないということです。まあできるだけ軽くしたいということなのですが、でもチョキくらい出したいよねということで、次に 5 本指がバラバラに動くタイプの義手を作りました。親指、人差し指、中指、薬指、小指が独立して動きますが、義手をつけた患者さんが薬指と小指を別々に動かすことが難しかったので、薬指と小指は一緒に動かすことにしました。これで指が自由に動くようになったので、いろんな指の形が作れるようになりました。

義手の学習は、各指 1 本ずつ行います。親指を曲げる、人差し指を曲げる、中指を曲げる、薬指と小指を曲げるという動作を学習したあと、親指と薬指・小指を同時に曲げるとチョキになるというようなことをコンピュータが自動的に判断して義手の指を動かしていきます。さらに、せつかくロボットで手を作るので、すごく華奢な手なのだけでも、缶ジュースをぐしゃっと握りつぶせたらカッコいいじゃないかと考えて、小さなモータで大きな握力が出るように工夫して、すごく華奢な手なのだけでも缶をぎゅっと握りつぶせるくらいの握力を出すことができます。

現在、開発に取り組んでいる義手は 3D プリンタというプリンタを使って「印刷」できる義手です。こういうロボットハンドをプリンタで印刷することができます。このビデオの操作者は手があるので、前腕に電極を貼って電気信号を計測しています。そしてこの電気信号を使って、腕にもう一本取り付けられたプラスチック製のハンドを動かすことができます。3D プリンタで簡単に印刷できるので、たとえば親指が壊れても印刷して取り付けなおしたら、指にケガをしてもすぐ治せるという特徴があります。さらに、この義手をできるだけ人間の自然な手に近づけようとしていて、たとえば人間の手では力をグッと入れると指が震えたりするのですが、このロボットも力をグッと入れると少し震えてくれます。

この義手なら、結構、安く作れるようになっているので、困っておられる患者さんにプレゼントしてあげるといようなこともできるのではないかと考えているのですけれども、残念ながらまだお土産として患者さん全員に 1 個ずつ配るといほど安くはできないのです。そこでもっと安くできないかと考えて作ったのがこのコンピュータグラフィックス(CG)で作成した義手です。緻密な構造は人間の手とは違うのだけでも、表面には人間の皮膚のテクスチャーを貼り付けていて、人間の手のように見えます。コンピュータの中の手を自分の筋肉の電気信号を使ってさっきと同じやり方で動かすことができるのです。本物の義手を動かす代わりにコンピュータの中のグラフィックスの手を自由自在に動かせるように自宅でリハビリテーションすることができます。

このビデオでは、腕に市販の筋電義手をつけていますが、この筋電義手の CG モデルを画面に表示しています。本物の筋電義手と CG の義手が全く同期して動いていることがわかりますね。筋電義手は現状では価格が高く、腕を切断して筋電義手を使いたいなっても、150 万円以上します。公的に支給される場合もあるのだけでも、現状ではなかなか難しい場合が多いです。思い切って高いお金を出して購入したけれどもうまく使いこなせなかったら無駄になってしまうので、まずは CG モデルで義手を使いこなす練習、つまりリハビリをして、自信をもって使えるようになってから本物の筋電義手を購入していただくというシナリオを目指して、兵庫県立リハビリテーションセンターと共同研究を行っています。

患者さんは画面を見ながら、自分の思い通りに CG の手を動かす練習ができます。それから、CG なので、画面の中にボールを置いて、自分の腕は切断したのだけでも画面の中の CG の腕とつながっているので、画面の中のボールをつかんで左に動かすことができます。これは実際のリハビリテーションではボックス&ブロックテストと呼ばれていて、患者さんが病院に入院して実際に行うリハビリテーションの一つなのだけでも、それを CG モデルでできます。これだったら家でテレビに映してリハビリできるじゃないか、しかも実際のリハビリでは難しいようなこともできるのです。たとえば、いろんな高さにボールを置くことは CG なら簡単にできるので、高いところや低いところにおいてある物体をつかんで高いところに上げるというような実際の日常生活で必要となる動作を訓練することができます。

筋電義手の操作の練習を行っているうちに「忘れていた手が頭の中で生えてきた」と言われていた患者さんの脳の働きを調べるために、義手を操作しているときに脳がどのように働いているかをファンクショナル MRI という装置で画像化してみました。まず患者さんに MRI 装置の中で寝ていただいて、筋肉の電気信号を使って CG の義手を操作していただきます。そして、その時の脳をスキャンして脳のどの部分を使って義手を動かしているのかということ調べてみました。これが計測した脳画像で、左側の画像が手に力を入れただけのときの脳活動で、右側の画像が CG の義手を操作している場合の脳活動です。自分の力の入れ具合に応じて CG の手が動く方が、脳のさまざまところが働いてリハビリの効果が高いことがわかってきました。

次のビデオは車椅子型ロボットです。動作原理は同じで、手のロボットを動かす代わりに車椅子型ロボットを動かしましょうということです。手首を上曲げると前進、左に曲げると左回転、右に曲げると右回転、手首を下に曲げるとバックします。ロボットに乗っている人とロボット本体はコードでつながっていないので、降りて操縦することも、遠隔で操縦することも可能です。

次はみなさんがコンピュータを使うときに使用するマウスです。通常は机の上にあるマウスを使ってカーソルを動かすのですが、この右手前腕部切断の患者さんはマウスを持たずに、画面のカーソルを動かしています。これはどうやっているのかというと、手がないのでマウスは持てないのですが、頭の中に手の記憶が残っているので頭の中で手首を上曲げることを想像すると、カーソルが上に移動するようにしています。手首を下に曲げるとカーソルが下に移動します。つまり、義手や車椅子のロボットを動かす代わりに画面のカーソルを動かせば、コンピュータを使う道具として利用できるということがわかります。

電気信号を計測するための電極は筋肉の上でさえあれば体中のどこに貼っても学習できますので、顔に貼ってもいいし、目の横に貼ってもいいし、脚に貼っても肩に貼ってもいいわけです。患者さんが動かしやすい場所に貼ってあげて、あとはコンピュータが自分で学習して回路を作り直すことができます。この方の場合には両目尻に電極を貼っていますが、この方も頸髄損傷の患者さんで首から下が全く動かないので、呼吸もできない。気管切開をして人工呼吸器をつけておられますが、そうするとしゃべっても喉から空気が抜けてしまうので、声が出ないのです。それでも顔は思い通りに動かすことができるので、右目ウィンク、左目ウィンク、両目ウィンクという3つの動作をコマンドとしてコンピュータに学習させて、目の前にお弁当箱の中のおかずをウィンクでロボットを操って食べようとしています。

弁当箱は4つに仕切られています。この患者さんの前にコンピュータの画面があって、お弁当箱の絵が表示されています。今、青く表示されているところに入っているおかずを食べようとしていて、まず右目ウィンクしてスプーンとフォークを青く表示されている部分に移動させます。ロボットはこの場所にスタンバイしますので、カーソルキーをウィンクで操って、おかずの位置までスプーンとフォークを移動させます。もうちょっと右とか手前とかというようにスプーンとフォークの位置を微調整します。おかずのところまでウィンクで動かしたら、そこで「食べる」動作をウィンクで選択すると、この場合はぎゅっと目をつむるとロボットがスプーンとフォークでおかずを挟んで口まで運んでくれますので食べることができます。口の位置も最初にウィンクを使ってロボットに教えることができます。

このような操作が可能になると、ロボットだけでなく家電とかマウス、コンピュータといった人間の身の回りにある色々なものをあたかも自分の体の一部のように自由自在に操ることができるようになります。ロボットがウィンクで動くのですから、まるで自分の体の一部のような感じです。頭の中で手首を曲げるだけでカーソルが動くのだったら、コンピュータの画面と自分の体がつながっているような感じがします。

今日は筋肉の電気信号を使った場合の話だけをしていますけれども、患者さんに脳波がいいとか、私はこれがいいという生体信号を選んでもらって、身の回りの家電製品やロボットを動かすことができるインターフェイスを機械学習で作っており、このシステムを「バイオリモート」と呼ぶことにしました。バイオというのは生体のことで、リモートというのはリモートコントロールできるということです。このビデオは手首を使っている場合で、手首を上曲げる、下に曲げる、手を握るという3つのコマンドで、家の中のさまざまな機械・装置を操作することができます。コンピュータの画面に家の中のシーンがいくつか表示されていて、画面の色が変わっているところが現在、選択

しているシーンです。手首を上にも曲げると選択している部分が前に進んで、下にも曲げるとバックします。好きなところで止めて手を握るとそのシーンが拡大されて、次にテレビやオーディオといったそのシーンに含まれる装置を選ぶことができます。たとえばテレビを選ぶと、テレビのリモコンが画面に表示されるので、リモコンを操作して音量やチャンネルを変更することができます。

バリアフリーという言葉は、通常は階段とか段差といった物理的なものをバリアと考えますが、いまはインターネットや家電製品、あるいはスマホといった健康な若者は簡単に使いこなすことができるけれど高齢者や障害者には使いこなすことが非常に難しい、そういったバリアが家の中に数多く存在しています。今後はロボットが家の中で活躍する時代が来ると思われますが、ロボットは本来、障害者や高齢者の生活を助ける役割を担っていると思うのですが、逆に障害者や高齢者にとっては使いこなすことが難しいバリアとなる危険性があるので、

自分の体の一部のようにロボットを動かすことができれば、ロボットバリアフリーが実現できるのではないかと考えています。



<講演の様子5>

このバイオリモートというシステムは、生体信号を無線で送信して、この装置でキャッチして、USB 経由でパソコンに接続して使います。そして、学習するプログラムと画面のプログラムをダウンロードして PC にインストールしてもらったらだれでも使えるようになります。そういうコンセプトで開発しています。最初に紹介した義手を動かす技術を家電製品や電話かけるとかいうことに使うことも可能です。基本的には患者さんがやりたいことを伺って、それ

を私たちの技術で実現する方法を考えるというアプローチをとりながらいろいろなことに取り組んでいます。次に紹介するのはサイボーグ技術を使った新しい楽器です。

楽譜は前もってパソコンに打ち込んでおいて、音源を作っておきます。演奏するときは、演奏者の身体に電極を貼って筋肉の電気信号を使います。このビデオでは、腕に電極を貼ってちょうど指揮をするように腕を振って演奏をしています。強く振ると音が大きくなって、軽く振ると小さくなる、飛び跳ねるように振るとスタッカート、長く伸ばすように振るとスラーというように、テンポだけでなく音量やアーティキュレーションを調節できます。

この新しい楽器を開発するきっかけは、患者さんの一人に頸髄損傷で首から下が動かなくなった方がおられて、「怪我をする前にバンドをやっていたのです。いまは音楽が全くできなくなってすごく寂しいです」と言われたことでした。だったら、こういうシステムを作って演奏していただこうと考えて、ベッドの上で、手の動きや顔の動き、ウィンクなどを使って、自分の好きな部位に電極を貼って機械学習を行います。たとえば、手首を上下に曲げて鍵盤の音を選び、手を握ると音が鳴る(鍵盤の音)。握ったときの音を楽譜に入力したということになるので、手を握っている音の長さが音符の長さになります。こういうふうにして音を選んで、コンピュータの中に打ち込んでいくと作曲ができるし、もちろん既存の楽曲をダウンロードしてこの画面に取り込むことも可能です。

このビデオは作曲をしている場面です。筋肉の電気信号を使って、まずメロディを入力し、次にコードを入力し

ます。コードも同じように筋肉の電気信号で和音を選んで、握っている音の長さだけ入力します。手首を上にも曲げると選択された部分が上に進んで、下に曲げると下に移動します。このようにしてコードを入力できたので、メニューの左側に移動して再生ボタンを選択すると入力したメロディとコードが一緒になった演奏が流れます。音も選べます。ピアノの音とか、ギターの音とか、選ぶことができます。このシステムは、エリザベト音楽大学の方と一緒に開発したもので、こうやってベッドの上で寝たきりの状態でも、時間をかけて音楽を自分で作ってすることができます。楽曲を作った後、ライブではテンポと音量とアーティキュレーションをその場で選ぶような形で演奏をします。たとえばこの方は首から下動かないのだけでも、口の横に電極を付けて口の動きで演奏をしています。このシステムを使えば、健常者の友達が普通の楽器を演奏して、この患者さんはこのシステムで演奏して、障害がある人と健常者が一緒にバンド演奏を楽しむことができるということです。

このように自分の身の回りにある楽器や機械、装置が自分の身体の一部として動くようなそういう技術をサイボーグ技術と呼んでいます。楽器の演奏というのは、健康な人でもものすごい訓練を積んだ人だけができる特殊な技能です。訓練していない人は簡単に楽器を演奏することはできないのですが、でも、このシステムがあれば健常者で楽器の演奏をしたことがない人でも、ちょっと練習すればある程度は演奏できるようになります。身体の不自由な人だけじゃなくて、いろんな人が同じように使って楽しむことができるように考えられたデザインを「ユニバーサルデザイン」と呼ぶのですが、「サイボーグ技術でユニバーサルデザインを実現する」というコンセプトで研究を行っています。



<質問に答える辻敏夫教授>

それから、障害者の方が使う機械や装置をできるだけ格好よくしたいと思っています。たとえば、健康な人が、友達の寝たきりの人のお見舞いに行ったとします。そうすると、寝たきりでもバイオリモットを使ってサイボーグ技術で、ウイックでインターネット検索したり、楽器を演奏したり、家電の電源を ON にしたり、家の中の機械を自由自在に操作していたとしたら、お見舞いに行った健康な人が、「あの人がかっこいいな。健康な私たちよりも病気の人がすごくかっこいいシステム使ってるじゃないか。自分も使いたいな。」と思うようなものにしたいと考えていて、グッドデザイン賞という賞を受賞しました。この受賞は、単にこの装置の見た目のデザインに対するものではなくて、このバ

イオリモットのコンセプト全体、即ち身の回りの機械を身体の一部にしてしまっ、あたかも自分の体を動かすようにいろんなものを操作しようというコンセプトデザインに対してグッドデザイン賞を受賞したのです。健康な人よりも、病気で寝たきりの人の方がかっこいい生活を送っているんだというような、そういう世の中を実現したいと思っています。

サイボーグ技術というのはそんなに難しいものではありません。AI も、要は、最初は乱数でいい加減な状態でスタートして、正解が分かっているような問題に対して、自分が出した答えが少しでも正解に近づくように回路の中をほんの少し改良するというを繰り返すプロセスを「機械学習」と呼んでいるだけで、まあ小学生がドリルを解いているようなものですね。それから、ロボットの技術は今すごく身近になっていて、ロボットをプリンタで印刷

できるという時代が来ています。そういう技術をうまく使いこなすと、人間の生活を助ける福祉や医療にもっともつと活用できるのではと思っています。

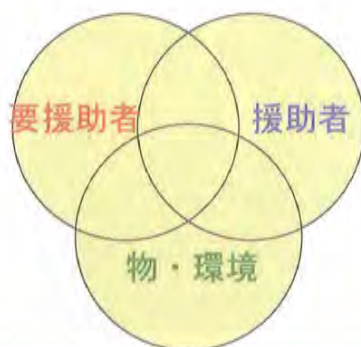
ここにエルゴデザインと書いていますが、最初に田中先生が紹介してくださったように、私は人間工学という学問分野を専門にしています。理系の工学部に所属しているのですけれども、人間の気持ちを中心に考えて工学的なものづくりをすべきと考えていて、そういう設計の考え方をエルゴデザインと言っています。人間が使いやすいように物や機械を改良、改善していきたいと思っています。

大事なことは二つあります。第一は人間と物と使いやすさを考えることです。人間・物・使いやすさ、この3つのキーワードが大事です。どのような場面でも当てはまる大切なポイントです。それから第二は、人間には物理的、生理的、心理的な側面があるということです。手の大きさとか身長とか体重とかはロボットにも共通する物理的な特性ですが、それだけではなくて、生理を考える必要があります。義手を動かすための電気信号を発電しているのは筋肉です。筋肉は機械のモータと違ってウェットな素材でできています。生きている素材ですね。だから、どうしても疲労してしまう。ロボットを動かす電気やモータは疲労しない。その違いを考えないとはいけません。それから機械と人間の最大の違いは心です。人間には心があって、人間の心をちゃんと汲み取って、物を作っていないといけないと考えています。特に人間・物・使いやすさを考える時に、物理・生理・心理という視点はすごく大事です。物理・生理・心理には個人差もある。みんな同じじゃない。10人いたら10人違いますよね。障害者の方も健常者も、よく考えると単に個人差があるというだけであって、根本は変わらない。たとえば、自閉症スペクトラム障害というのは、スペクトラムなので自分は健常と思ってる人でも、どこか少し変わっているということもあって、だからこそ健常者と障害者の間ってそんなにはっきりとは区別できないものじゃないかと思っています。

それから、物にも二つの側面があります。このことに思いをめぐらすことも大切です。たとえば、義手というのは物理的なものとしてのハードウェアという側面と、義手を動かすためのソフトウェアという側面があります。携帯電話をどれくらいの重さでどれくらいのサイズで作るかというのがハードウェアの問題で、携帯電話の画面のCGを人にわかりやすくどんな風にするか、デザインやプログラムを人間にとっていかに使いやすくするというのがソフトウェアの問題です。人間が使うものを作るときにはハードウェアとソフトウェアの両方を人間にとって「使いやすく」する必要があります。

「使いやすく」というのは実は非常に難しく、何が使いやすいのか、私にもよくわからないのです。それは操作しやすいということかもしれないし、疲労しにくい、安全で危険がないということかもしれません。それから、使っていて気持ちがいい、使っていたら人に自慢したくなるくらいにカッコいい、そういうことが「使いやすい」につながるのかもしれない。そういうことを考えると「使いやすい」というのは使う人や使う場面に応じて変化していくということがわかります。ただ一つ、はっきり言えることは、実は世の中で売られている製品は人間にとって使いやすいものばかりじゃないということです。むしろ「作りやすいもの」が売られていることがほとんどです。企業が作りやすいものを作ると製造のコストがあまりかからない。つまり「作りやすいもの」は安くできるので、安くできたものを高く売れば儲かるというのが経済の基本的な考え方です。近い将来、みなさんは社会に出ていろんなものを使って看護したり、介護したり、保育したりすると思うのですけれども、人間のことを考えて使いやすく作っているようなものは少なくて、人間にとって使いやすいとは限らないということをお頭に置いておくことが大切です。そして、「作りやすく」作られているものをもっと使いやすくできないかと考えて、自分なりに工夫して人間にとって使いやすいものにしていくということがすごく大事ななあと思っています。

おわりに：AIロボットと対人援助



自分の専門を手掛かりにして
できることから始めよう！

<講演スライド7>

必要は全くありません。ただ、対人援助を必要としている人と援助をしようとしている人、それから、その間に物とか環境があるはずなので、援助しようとしている人が物とか環境をいろいろ工夫して、援助を必要としている人にとって使いやすい、生活しやすいという状態をうまく作ってあげることが最も大切なのです(スライド7)。

必要な知識は工学である必要は全くなくて、皆さんがそれぞれ自分の専門で勉強されていることを少し工夫して活かせる場面があるのではということを考えて、どんなことでもいいのでちょっとしたアイデアを出して、要援助者の患者さんや援助者のみなさんができるだけ快適に楽しい生活を送れるように、大学で勉強した自分の専門知識を手掛かりとして、できることから始めていくということが一番大事です。今日の最初の話に戻れば、いくらAIやロボットが発展したとしても、皆さんが担う役割はすごく重要だと思っていて、AIやロボットは皆さんが使いこなす道具や素材に過ぎません。そういう意味で、各自がちょっとしたことでもよいので対人援助に興味を持って工夫してもらえたら嬉しいなと思っています。

以上で私の話を終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。

私は、今日、紹介しましたように自分の専門が電気電子工学で、工学分野で物を作る、ロボットを作るのが得意なので、対人援助のためにこういうロボットやシステムを作ったらいいなと考えて研究に取り組んでいます。大学ではヒューマンサイエンスと工学の二つの領域が重なっているところを対象として研究をしていて、患者さんやお医者さん、看護師さんたちに効果的なソリューション(解決策)を提供したいと思っています。「皆さんが困っていることがあったら、私たちがこういうふうなものをつくって、解決しますよ」という役割を演じているのですが、それは工学部の人間だからであって、皆さんが同じことを目指す