



# 第16回シリーズ：「特別支援教育の伸展（1）」

## 平成25年9月14日（土）

### サイバニクスと特別支援教育

筑波大学システム情報系 准教授 鈴木 健嗣氏

#### はじめに

ノートパソコンやiPadのようなタブレット、情報機器などを使った教育やビジネスなど、小さなICT技術を活用するようになってきていますが、もう1つICTの先として、デバイスやロボットを用いた人を支援する技術というもの、それを今日ご紹介しようと思います。それは人の運動支援です。運動の支援から心の支援まで、子どもたちのグループ行動の支援、ロボットやコミュニケーションの支援を通じて、心の支援をどう考えてやっているのかをご紹介します。

まず50年前に、世界で始めて登場した人を支援する食事介助支援ロボットを紹介します。たくさんの複数の食べ物に対して、食べさせ方ができるロボットを作りました。しかも、口まで拭くという実によくできた人支援ロボットです。小さいオードブルを入れてちゃんと食べさせてくれる。それぞれ口元にいくように器具が付いています。トウモロコシも食べ方が違いますが、これも横に動かしながらやっています。すごいロボット技術です。こうすることで人に食べさせる支援ができます。このロボットがあれば食事が誰もいなくてもできるというすごいロボットです。でも、うまくいきません。このロボットがどうしてもダメなのか、我々にはわかりません。あるところからはすごく褒められ、あるところからはすごく怒られる状態でした。食べる人の意志が反映されていないからです。実はこれは本当のロボットではなく、喜劇俳優チャップリンのビデオです。でもここに示されるように、人の意思をどのように理解するのか。人の意思をどうとるのか。これを我々は研究しています。

#### サイバニクスとは

ものが壊れるというのは、1000回に1度くらいまで安全にすることは可能です。1年365日毎日ある食事ですと、1000回に1度ですと、1年に1回です。でも1年に1度ならいいのか、10年に1度ならいいのか機械で決めることはできません。我々は「安全」なものは作れず、「危険でない」ものしか作れません。このロボットは絶対に壊れませんというものは作れません。そのか

わり10年に1回誤作動があるものを作れるとしなければなりません。

でも安全は担保できる、お金も安く出来る。でもロボットがいやだと言う、人の意志をどう理解するかが、学問的に非常に重要になります。これは、サイバニクスとは筑波大学の研究センターで研究している研究の1つの分野です。医学、工学、ビジネス科学の分野が連携してできたセンターです。センター長は山海嘉之先生、2011年12月にできました。

人の身体技術支援によるイノベーションの創出、新産業の創出をおこなっています。人・機械・情報の融合複合による分離融合型領域の発展、分離融合と書きましたが新しい分野なのです。

#### ロボットで人を支援する。

ロボットスーツ HAL、筑波大学の誇る、人を支援するロボットです。人の身体にロボットを装着して、下肢、上肢が不自由な方の運動を支援します。生体電位信号を用いて動作する装着型ロボットとありますが、運動しようとする時にできる微小な生体電位、これに基づきロボットを動かしてやる研究しています。人体内部でバイオフィードバックが促されて、中枢系、抹消系の神経を通じて機能改善を目指しており、現在様々な人の運動を支援しています。

運動や動作を支援するためにはたくさんのアプローチがありますが、まさしく足や手につけて、運動を支援するところから、体の支援から心の支援、まさしく運動をさせるのではなく、みんなが自発的にするような、そうした支援ができないかと思っています。

#### パーセプチュアル・クロッシング

最初にグループ行動支援からご紹介します。グループ行動支援の中で3年半くらい行ってきました。このパーセプチュアル・クロッシングというのは、5年ほど前から言われていますが、自分が相手をわかるだけではなく、お互いがお互いに知覚し合うこと、相手が自分を見ていることを知覚することです。こう言ったお互いが知

覚することを支援することになっているのではないかと  
言うことを、グループ行動支援の中でご紹介します。

### グループ行動支援としてのビブスの技術

ここにお見せしますが、子どもたちが運動する時、ビブスを着て、チーム分けをします。子ども達が互いに集まると、ビブスが光ります。技術的にはこれだけです。来ているビブスが、ある状況下で光る。例えば、2人組になったら光るとか、同じチームが集まったら光る。このようなことばデバイスの技術で可能になります。工学の技術はここまでです。

これをどの程度正確にできるか。ビブ스에 足すこと 20 グラムぐらいです。これをやる中で、最初はビブスで遊ぶのが楽しい。何週かするうちに、確実に、彼らが仲良くなっている。これが計れない。彼らが仲良くなるメカニズムがどこにあるのか、それを調べるのも工学の役割です。

こう言ったお互いが知覚することを支援することになっているのではないかと、グループ行動支援の中でご紹介します。

人が集まることで社会的行動が生まれる。先程のビブスのことを工学的に説明すると、相対位置関係を計測するセンサ技術となります。広い空間の中で、ビブスさえ着れば、GPS とかの基準点がない中で、一般環境下で計測が可能になります。特定の個人毎に可視化します。これがビブスの技術です。ビブスの中には、小さな円形のデバイスが入っています。これを子どもたちに着てもらいます。まさしく自由に動く体育館の中で、彼らがどのように動き、誰が一緒に、誰と一緒にいないかが、常に見えるようになります。

何処にいるかを図るだけでなく、人々の相対位置、グループの関係によって社会的支援を行うこと。ビブス型のほかに、ぬいぐるみ型、ボールを持ったらビブスが光るとか、ぬいぐるみを持ったらビブスが光るとか、空間や遊びの様式を阻害しないで、その場で交流のきっかけができるデバイスを開発しています。

### 社会性の向上を目的とする遊び道具の開発

遊びや運動中の様々な場面に介入して、社会性の向上を目的とする開発を行い、新しい遊び道具を研究してきました。自然に相手に興味を持ったり、話すきっかけを与えたり、特に「一緒に遊ぼう」とか、「入れて」と言うことが難しい子どもたちにこのデバイスを使って行動

がどう変化するかを見ました。

具体的には、ビブスを使うとどうなるか。それぞれの位置関係がわかります。今は三角形になっていて、赤い子どもは2人集まり、青の子は、距離は少し離れているけど同じ方向を向いていないということがわかります。また、この子たちは2人で集まり、両方が向き合っている。この距離が分かる。これが、相対位置が分かるということです。

### デバイスの活用例の紹介

バッチ型、我々は ER と呼んでいるもの。

これは近づけたら光る。または、3つ以上集まると光るとか、光を移します。こう言ったことが自在にできるデバイスです。光を移したり、ぬいぐるみにバッチを付けて近づけたりすれば、そちらが光ると言うもので、子どもたちは、これが非常に好きです。

このデバイスを使って3カ所で約1年半、運動が苦手な子どもたち、と言う放課後の運動教室を開いているNPOと協力して研究しました。運動訓練中の彼らの行動を見ると、彼らは先生や講師と言った人たちとは話しても、子ども同士で何かをする機会は非常に少ない。このケースでは、運動訓練の中で、同じくコミュニケーション能力、社会性の育成を行いたいということでした。これに適用させて、今回は子どもたちがきっと喜ぶだろうとやってみました。光提示はいろいろなパターンがありますが、何人か集まると光る。これを使って子どもたちの反応を観察しました。子ども同士で何かを行うことはほとんどない子どもたちを対象にしています。

### グループゲームの様子

このゲームでは、子供たちは最初はばらばらの場所にいますが、先生が3人と言えば、3人が集まるというルールにします。集まったら3人なら光ります。3人集まると光るので集まったら座ります。光ったらゲームは一応終了。ここではまず、我々はどのくらい位置がわかるか調べる研究です。子どもたちの角度、子どもたちの向き、何人集まっているのか、2人、3人、4人と集まっている。

こう言うことを実際に、12人の子どもたちが動いて2人組か3人組かを人がずっと目で見て確認することは大変です。実際に人が客観的に解析していますが、1時間を解析するのに何時間もかかります。でもデバイスがあれば一瞬でできます。1分間の休憩時間にやっています

が、0.5秒くらいの誤差しかありませんので実際にはよくわかります。相対位置関係。絶対的な位置はわかりません。三角形であることはわかるが、どこにいるかはわかりません。

三角形の形やそれぞれの距離関係が守られているのが相対位置です。どこにいるかはわかりませんが実際にグループになっているかどうかはわかります。5人は集まり、1人が離れているというグループの活動が見えるものだとして理解してください。

ビブスをつけるだけで、それによって、実際には光を転移することで子どもたちの相互交流支援になるかどうか、それを行いました。

7名のお子さんに対して研究を行いました。実際にはそれまで何ヶ月か観察を行いました。ビブスは光らせないこともできるので、光らせないビブスでしばらく見えています。なかなか子どもたち同士1対1で何かをすることが少ないなかで、普段おこなう運動プログラムでビブス型を利用しました。プログラムの間に、1分間の休憩時間があります。その間に子どもたちが何をするのか、これを観察した研究です。

9週間の中期的変化を見た結果、最初の3週間は光提示なし、4週目～6週目は光提示ありです。次は7週から9週目は光提示なし。光らなくなった後子どもたちがどう行動するか見ました。7週目からは光らないことを明示的に伝えます。

その結果を見ると、きわめて良かったのです。我々も何度も確認しました。結果が良すぎたからです。4週から6週目の光提示のあるときは近付くと光るから2人組になっている時間が6から7倍になります。7～9週目は光らなくなっていますが、同じくらいの時間帯彼らが交流しているのがわかりました。3人で集まったり、4人で集まることは少なくなります。ビデオからも見て取れます。

先ほどの例から特徴的な4名の例を出して紹介します。1～3週目はもともと少なく、4～6週目でばつとあがり、7週目以降はあがったままの子もいますし、逆にビブスを用いた前後で変わらないお子さんもいます。彼らそれぞれの症状が異なりますが平均的によい結果になったことを1つのよい例として示しました。

## ゲームの様子からの考察

今回は実験として行った新しいもので、光ることを知らない間にやったもの、仲良くなった感が示せると思っ

ています。

このセッションをやっているときに、人が足りず、僕が先生の替わりになってグループゲームに入ることがありました。自分で着てやると、別の先生が3人とか言う子どもたちが近づいて来ます。3人になって光ると仲間感がある。これは工学的には説明ができませんが、光って繋がった感じが出てくる。手を繋げとか話しなさいとかは言いません。

同じものを達成した仲間感が強烈にアピールされることが自分でもわかりました。

最初のほうにやった実験では1周目、2周目は自ら声を掛けて光る相手を見つけて声をあげて喜んだりとか、活動に参加しなかった小児が光るのを見て参加し始めたり、時間が経つと別の行動が見えてくる。今度は、チームで光っていない子のところへ駆け寄るのも見えてきます。実際には、少し時間がかかります。最初は、まず自分の光るのが嬉しい。でもちゃんと相手が自分の行動によって光るとか、相手と集まって、それによって相手と自分の行動によって光るとちゃんとわかっているのではないかという様子を見ることができました。

もう1つの利点としての考察ですが、3人4人で近づくのは中々ない。光を使うことで、2人で光っている時に3人になって自分も仲間に、と言うことが見られ、3～4人に増えていきます。グループセッションの時も、近づく手を繋いだり、参加をいやがる男児も、グループゲームをやらうと呼び寄せると言う行動がたくさん見られました。普段、しゃべらない相手との会話、ハイタッチを求める。これも視線を合わせるわけではありませんが、こう言うデバイスを使うことで、相互交流の機会を促すことができる、こう言う結果が得られました。

## つくば市のグッド・ジョブ こども向けの交流

このデバイスを使って警察と泥棒ゲームを作ろうと、先ほどのデバイスを探知機みたいに入れます。すると300メートルくらいの広い公園でも電波が充分届きます。泥棒はバッチをつけています。公園内で、本当の泥棒捜しを探知機を使ってやります。

パターンとしては、遠いと光らない。15メートル以内だと点滅して、5メートル以内だと激しく点滅する。宝探しのようなもの、こう言うことにも応用できます。

## 集団行動の解析、社会的交流のきっかけの機会を創出

このように、近づく光ると気づくと、相手に近づい

たり、皆で集まったりと言う行動が見られたり、時間経過とともに光らせると自然に相手に触れたり手を繋ぐ行動が見られました。もちろん、すべてこう言うものが気に入る子たちではないですが、特に参加時間が増加して、ビブスどころか運動にも参加しなかった子どもたちが、これをきっかけに参加する例を見たり、多くのよい例が出てきました。

このように、これも1つのツールですが、一般のパソコンやICTのツールとは違って、普段の遊びの中に、遊びや運動の様式を換えなくて介入できる方法があることを示させていただきました。

### 接触を拡張させる試み

中々子どもたちが接触しない。人と人が近づいて、最後にふれあう。触れ合うことを計るのはすごく難しい。現存するセンサーでも触ったことを認識するものはほとんどありません。こう言うブレスレットを作り、まさに人が接触することを計るセンサーを作りました。エンハンスド・タッチと言って、接触を拡張させようと言う試みです。

手にブレスレットがついています。皮膚と皮膚が接触したときだけ光る。しかもこのデバイスは、接触して光るだけでなく、誰と誰が接触したのかと言う情報が全部ブレスレットに残ります。赤いブレスレットは青い人と3秒触ってその後に緑の人と3秒触ったと、ブレスレットに記録されます。これも、触ったら光るというデバイスです。

もう1つ、長い間握手をしていると色が変わる、緑と赤が、触っている内に段々とオレンジになって行く。こう言う機能で、長く接触していることをちゃんと明らかにしようというデバイスを作りました。

こう言う効果を検証するために、さっきとは別の教室で、こう言うものを知らない子たちに、同じくブレスレット装着、ちゃんと着けてくれるのかから始める。光を手にするると彼らは自発的に接触したりするのか、これを見て行きました。

ちょっと紹介します。子どもは大したもの、色がどんどん変わって行くと言うのが如実に物を使い始めると、ちゃんと使おうとしてくる。接触の時間が4倍近くになります。あまり変わらない子もいますが、大きく変わる子もいて、バランスは大きく違いますが、接触を促すことができることを、ブレスレットを着けるだけでできると示した例になります。

iPadで見えるツールも作りました。先生方もブレスレットを着けます。先生はどの子とどのくらい触ったか覚えていない。しかし、こう言う機材を使うとどう言うことができるか。この円形が自分で、それに対して今日のセッションで、誰とどのくらい触ったか、全部記録されています。

パッドを握ることで、パッドの後ろにセンサーと通信するものがついています。先ほどの例では、対象児AからFまで。子どもたちは全員と触ろうとはしませんが、指導者Aは全員と触って下さい、と言って、色々な子に握手しに行きました。どの順番で誰とどのくらい触っているか、見るようにしました。

ICTと言うだけでなく、もう1つこの使い方として、人の運動などに結びつけたICT技術だと思っています。ただできればと思います。

予備実験でどう言うものが写真でお見せします。1時間の間に誰と誰が触ったかカメラで測ることは難しいです。カメラ4台をつけて、手持ちのカメラで人を追っかけても、それで見てもわかりません。はじまってから14分33秒後に対象者Aと指導者Dが1秒接触しました。デバイスの時間から14分33秒後にどこかでさわっていることがわかる。

接触がわかるだけでも、光にして返して上げるだけで運動支援が出来ると言うことを示しました。

### 表情計測技術とその応用

仲良くなった感は工学的には難しいと話しました。仲良くなったかどうかを見るには、彼らの表情を見るしかない。しかし表情を計ることは非常に難しい。我々は長く表情の研究をしています。

ダーウィンが、「人及び動物の表情について」と言う本を残しています。表情は人の進化の過程で起きた情動表出するための大きなツールです。幾つもの情動の例があります。無意識的過程など、最近では幸福の心理学ということで情動、ハピネスの研究がなされています。心理学の研究が主ですが工学でも情動がどう言うものか計測したり利用する研究が進められています。その中の1つ、我々は表情を測ることをしていますので、それを紹介します。

附属病院のリハビリテーション部と一緒に幾つか研究をしています。先天性腕切断症の子ども、生まれながらにして左手がない。生活に不自由はないと言えば語弊はありますが、自分で頑張って色々なことができる。任天

堂 DS を左腕でやっても僕に勝てます。たくましくやっています。

読み書きそろばん、言語発達と同じ様に運動系の訓練も早期介入により、どこか彼らの頭の中に断部の先の運動に早期介入ができればと思うのですが、この子はなかなかやってくれない。義手を着けてもすぐ取ってしまう。この子は電車がすごく好きで、実際にリハビリテーションを担当されている先生から電車を動かすことが出来ないかと言われました。残っている右手に電極を着け自分で力を入れることにより、その力により電車が動くというものです。

最初にやった時のビデオです。皆喜んでいましてお母さんも大喜びです。子どもたちのすごさです。これを着けてこの子は最初に動いたと思ったはず。自分で開いてみたり、握ってみたり、先生はドンドン先に行けと言いますが何も聞いていません。トントントンとやったりと、この機械は自分の意思でどのくらい動くか誰にも言われずに勝手にやっています。

工学的には、ピプスで勝手に光ったり、見ていると動いたり運動したりするとすぐ返してくれるという当たり前のことですが、これができることはすごく大事だと思います。これのおかげで彼は帰らないくらい練習をしてくれました。彼らの情動、彼らのしたいこと、動機付けがすごく大事だと言うことがよくわかりました。

## フェイスリーダーとは

表情を図るとはどう言うことか。

フェイスリーダーと言いますが、顔にこのような機械を装着します。装着した機械により表情を計る技術を紹介いたします。装着型の表情識別技術と言います。彼らがニコッと笑った瞬間がとれると言う技術です。普通に笑うと小さいLEDが光ります。大きく笑ったり、小さく笑うもの。これは1つ古いバージョンで今はもう少し小さいです。

瞬きしたり、歯を噛んだり、頭を動かしたりすることに影響されません。怒った顔も認識します。しゃべりながら笑っていることも多いです。笑っていることだけを取る技術もできています。

メカニズムは人が笑う時には頭の中から笑おうと言う運動信号が出ています。心は測れませんが、心の動きである表情が測れる技術です。顔が動こうとする時には顔の表面に表面筋電位が伝搬します。これを顔の側面で見ると言う技術です。筋電位を取ろうとすると顔はこの様

になります。表情筋は頬、口角の回りの筋肉を測ればとれます。

左の状態だと30分もすると落ちてきます。人の顔は結構動きます。長い間落ちない様にするには右の人みたいになります。表情が見えません。こう言うことから表面筋電位での表情を測ることはして来ませんでした。表情の筋が動く時に電位が伝搬するものを拾うことでできるようになりました。

## 装着型表情識別装置を用いた発達障害児の情動計測研究

これまで観察とか主観評価で行われていたものに加えて、表情を定量的にとれないかという研究で、5年くらい行った結果をご紹介します。愛知県の心身障害コロニーの発達障害研究所と共に行いました。

自閉症児に対して動物介在療法、途中の表情の測定を行う、音楽療法など色々ありますが、どんな療法でもいいのですが、この子はこれが好きだという主観的なものに加え、子どもたちの表情の変動がどのようにあるかを見る研究です。実際には、装置装着のプレセッションがあります。

プレ課題、画像提示は、最初のもので。ポストセッションとして取り外し、実際には近くの支援学校から協力者を募り、なかでも、このセッションができそうな13名を最終的に選びました。

かなり重い子も入っていますが、そのうち9名はこのデバイスを着けてくれました。途中で気になって取ってしまう子もいました。半分以上の子は、思ったより大丈夫だという率でした。1.5か月に1度ずつ計測して、その子の行動の変容と、犬に対する変容と、表情がどう言う関係があるかをちゃんと見た研究です。表情変動がずっと取れるようになっています。

このセッションは1回1時間くらいですが、専門家が目で見て、この子が笑顔だという時間を計り、デバイスが笑顔の時間を計ったものと比べて、それがどのくらい一致しているかを見ます。

80～90%の時間で視認によるものと変わらない結果が出ました。人によっても違いますが、10%～20%くらいはカメラでは追えません。こどもが犬を抱えて下を向くとか、寝そべって誰からも顔が見えないこともある。それでも装着型デバイスは表情を計り続けます。

※ S1～S5とありますが、笑っている量がわかるというアプローチがありますが、笑っている時間・場面に

よっても違うことがわかります。

S1君は、犬に触っている時間、あの時間が一番嬉しい時間です。S1君は、犬に触っているときが一番表情がです。83.53%の時間、笑っている。

S5君は見ているときは笑いますが、触れているときは33%くらいしか笑いません。同じ笑うのにも意味が違う。

S4君は、見ているとき、触れている時はまあまあですが、犬が足に近づいてきたり回ったりする時が一番嬉しい。本当に嬉しいのかは分からない。でも、確実に笑顔はその時に出ていると示すことができました。

さらに、発達生理学の先生と共にやったものですが、表情が変わっているセッション4までで、ピンクのところ社会的にポジティブな行動、グレーはネガティブな行動、逃げてしまったりというのが主な行動です。セッション1から、2、3、4とあがって、犬を見たり触ったりと行動が増えると共に表情の量が増えると言うことです。まさにセッションを重ねるにつれ笑顔が増えると、初めて定量的に示すことが出来ました。

自閉症・発達障害者研究の論文で報告しましたが、笑顔を定量的に測ることが高く評価され、このように行動を見て行く、グループの行動、接触の行動がありました。表情も重要な行動だと考えています。笑顔は社会的なもので、その社会的役割を果たす表情をちゃんと測れるかと言う研究をご紹介します。人々が可能な限り、日常生活を阻害せず、装着することで実環境下の表情を表出できるかという研究です。接触をはかる技術、ピブスによって子どもたちの活動をはかる技術、表情を測ると言う技術、この3つを紹介しました。いずれも共通点があります。しっかりと定量化すると言うアプローチと共に、測るだけでなくそれを実時間で返すことをやっています。人々の行動を促進することができるのではないかと。

## 物理的行動の支援と自律

自律、自分で律すると言うことは自分で考えて行動すると言うことです。これは本当はどう言う意味なのか。自律ロボットがあつたらどこまで自分でできたことになるのかを考えてみます。どこまで自分でやったら始めて自分でやったと言えるのか。

最近自動運転の車が走るようになりました。まだ実験ですが。ロボットになるとまだそこまでは行きませんが可愛いロボットを紹介します。自律移動ロボットで

す。ワシントンスクエアパーク、出口まで自分で行けるかどうかです。センサーもなく、ナビゲーションと言う自分で地図を作る能力もありません。ゴールがどこかもわかっていません。ただ、このロボットにはすごい武器がある。後ろの旗に「出口に行きたい」と書いてあります。それをみた人が助けてくれる。僕はこれも自律だと思いました。我々も多くの人から助けられていて自分ひとりではやっていません。ロボットに対して、嫌々ではなく快く助けてくれます。人が必要な時に必要な支援を書きましたが、助けてくれとは言っていないが、自分が出口に行きたいと書いてある。

## ロボット介在活動

我々はロボット介在活動なども行っています。ここではどのような考えが基本になるか。応用行動分析 ABAと言われるものです。行動と言うのは、ポジティブやネガティブな評価からなると言うスキナーの心理学の論文があります。条件付けに応じて行動を学習する基本的仕組み、それをロボットに活用しているのが我々のアプローチです。1つの方法を紹介します。

このロボットにボールを自分にくれるか、もしくはどこかに捨てるかを覚えさせようとしています。表情を取るデバイスがあります。子どもの表情を逐一観察しています。子どもにはこの様に教える。つまり、子どもにはロボットが良い行動をしたら笑って、嫌だと思つたらしかめ面をしてくださいと。

表情そのものは、快情動そのものとは違いますが最も有力なものです。嬉しい時にロボットの行動が評価されて、ネガティブなフィードバック、しかめ面がくると、ロボットはその行動をしない。赤いボールが欲しいと思つたら、ロボットがこちらを見ている時に笑い、ちょうだいと言っています。ロボットは気付いて捨てに行く。青いボールの時にしかめ面をする。こういう単純なことが、ロボットと気持ちを通わせることで、感情をコントロールすることがロボット介在活動です。

パソコンの画面で、一瞬で笑いをやめても画面の人はしばらく笑い続けます。これはシステム上の仕様です。これは、ラボの学生さんが冗談でやりました。先生、おもしろいを見せてくれました。少し驚きました。これまで感情が計算機に入ってくるのはどうかなと思つていたのですが、こう言う情動の表現は計算機に入ることは大事なことではないかと。ソーシャル・イメージングという技術で展開しています。まさに社会行動がどのように

記述できるかを試んでいます。

子どもとロボットがいて、2人で完結するインタラク션을作るのではなく、そこにセラピストや療育者、ご両親がいたりします。ロボットの適切な行動連鎖が快情動を含めてちゃんとトレーニングできるかにトライしています。表情を測る機械があり、それで子どもの状況を見て、ロボットが介入できるかを研究してきました。表情が測れて笑顔の時間がちゃんと分かること、主観的に、そしていわば定性的に行われた評価と言うものが彼らの快情動に基づいてできるのではないか。ロボットが自律して、1人で全部動くのは難しい。かといって、介入者、療育者、先生方、お母さん方が自由にロボットを動かすのも難しい。それでも工学の技術があればある程度できる。

パペット人形です。ロボットを動かせば、自在に思うように動いてくれます。このロボット介入実験では後ろで療育者、お母さんが動かします。つまり、自分の代わりに子どもに接する。どう動いてもロボットが倒れなかったりと言ったいろんな仕組みが入っています。こういう機械を使って、ロボット介在活動を行っています。

## コミュニケーション支援について

ここでは聴覚に不自由な方々に工学でどう言う支援ができるかご紹介します。

グループ対話の、健聴者と聴覚障害者2人が会話できるための、2人を繋ぐツールが我々の考える支援になると考えています。ここでは課題を絞りました。聴覚障害者の課題として、会話から取り残されてしまうこと、会話が途切れた時、次に話す人に素早く反応できないこと、メモをとったりして発話に気づかないこと。こうした場面で、グループ場面、ゼミ、セミナーなど少し人数が多い時、発話者の方向を発光により支援します。

手に着ける小さなもので、これを複数対話中の音源の方向を実時間で推定します。LDEで設置型として利用可能です。音が出ている方向が小さい光だと思って下さい。

どちらがしゃべっているかは赤く光ります。今回は聞こえづらい学生さんたちに協力してもらいました。他の4人の参加者が彼に対して質問します。質問形式の対話時にどの程度効果があるかを明らかにしました。

5名の被験者で見ると全員に良いというわけではありません。会話中は読唇や補聴器を使っていますから集中していると思います。想定通りターンテイキングの時、

こう言うデバイスが有効になるとわかりました。話がとぎれた時に1回でも見たのが先ほどよりも高い割合です。

5の人はこの機器をあまり見ませんでした。目線を見て、どこから音があるか見ることは座っている人もやっけていて、こう言うデバイスがあることで目を離しても音がどこから来るのかが分かる。少し難しいタスクで、この機器を頼りにしていた学生さんの間で自由形式で会話をしました。機器を見たときに平均何秒見ているか。1秒位です。会話がとぎれた時にデバイスを見ていたりします。または、このデバイスにより35%ぐらい、次の話者を特定するにはデバイスを見て、光る方向を見て、そちらの方をみて会話を始めるのがターンテイキング、3回に1回は行っています。

彼は逆に言うとかかなりしっかり視線を使って話者を特定しようとはしますが、これだと楽だと言って、デバイスを使って音が来た方がわかるからこれを使っていました。小さい中で音源方向を特定します。そのまま出すと、スピーカーの様に色々な反響があります。それをクリアにしてどちらから音が鳴っているか見せるデバイスです。

これを作った学生さんがビデオを作りました。素敵なドーナツ型になっています。会話中にドーナツを置けば、その方向が分かることになります。新しいデバイスではまだ実験を行っていませんが、1つあるのは先ほどのライトが2個になりました。つまり1つだけ光っている時は、音が小さいから補聴器では聞こえないかもしれないと言うサイン、2つ光る時は音が十分大きいので聞こえていると言うサインです。そう言う小さなサポートでも、一緒に実験をしている学生からこう言うのがあると良いと言うフィードバックが来て、最初に作った時よりも大分良くなりました。

工学は工学だけで物作りをしていてもだめ。我々は技術もどうするかと言う思いも持っているが、実際に使う人と一緒に研究すること。先生方から教材作りと言われましたが、我々だけが依頼されて教材を作るのではなく一緒に良いものを作ることが大事だとよくわかりました。

彼は筑波大学生でデザインが好きで、きれいなものを作るのが好きだという学生です。それが大事で、置いていてすてきな物、着けていていやじゃない物、線がたくさん付いていて機械的な物よりも素敵な物だということが大事です。

現在も行っていますが、聴覚障害者と健聴者におけるグループ対話支援を行っています。

この話が来るまでは、聴覚障害者がどう言う問題を抱えているか分かりませんでした。

でも、一緒にやっても、それでも分かったとは言えませんが、共同研究者にはその問題を抱えている人がいます。実際の学生と一緒にやることの大事さはこのプロジェクトで分かりました。これが1つのコミュニケーション支援の例です。

## 物理的行動支援について

ロボットスーツで物理的支援をすること。これで大事なことは何か。人の意識です。意識だけでなく、無意識に出てくるものがあります。表情もそうです、運動もそう。これと機械をどう繋ぐかの研究をしています。大事なことは人が必要な時に必要な支援を行うこと。人の意志を理解することが、我々が考えるサイエンスで最も大事なことです。

福祉工学とか障がい者支援という言葉ではなく、「人支援技術」と言っています。人それぞれの機能。聴覚に障害があるのなら、聴覚機能をどのように支援拡張するのか。コミュニケーションができなければ、コミュニケーションの機能をどう支援するか。

運動機能がともなわないなら、運動機能をどう支援するか。人をそれぞれの機能によって考えて、そこの部分をちゃんと支援しようとするので、人支援技術、人そのものを支援する技術としてやっています。人の意志、状態、環境に応じて、人の知覚、認知、これを人支援システムと呼んでいます。

物理的支援とはどういうものか、ということです。

一休さん登場です。ご存じだと信じたいのですが最近の学生は知らないようで、非常に有名な方です。この人は昔、姿勢変化に関する物理的特性を僕に思い起こさせてくれた人物です。この人を立たせず座らせておくにはどうしたらよいかという難題です。

一休さんはこれを簡単に解きました。人を立たせないようにするには、手を縛ったり、椅子に縛り付けることもできますが、非常に簡単な方法で、普通に座っている状態で、指を1本使っておでこにぼんとおきます。こうすると、どんな大人も子どもも立ち上がるのは難しいです。

一休さんが工学だとどうなるか。人が座って、立ち上がる動作は、イスから立ち上がって、頭がいったん前に

出ると言う一連の動作があります。立ってから座る時は、頭はそのまますとんと落ちて来ます。座ってから立つのと、立ってから座るという一連の動作は、まったくもって同じではないと言うことです。これをうまく使えば、このような機械ができます。これは、車いすのようで車いすではありません。座った状態から立ち上がる機械です。立ち上がりました。この人は健常者の学生さんです。今度は、座ります。ロックをつけて座れます。ロボットスーツでも立てているからできるんじゃないかと言われますが、このロボットの一番すごいところは、今のことをやる、70キロある人が立ち上がるのに、電気もガスも水道も何もいりません。これは、バネ1つだけでやっています。つまり、バネの力があって、人の体を知ってさえいれば、そして、この人が立ち上がろうという意思に基づいて行動すれば、このような技術ができるという一例です。

必ず立ち上がる時は、誰でも上体を前にします。膝にかかるモーメント、力を最小にするための動きです。座るときは逆です。足に負担がかかっています。ちょうどその間を支援することでこれが実現される。このように人の行動を理解することが、人を支援できるということです。意思を理解したい。これができて初めて人の支援が出来る。必要なときに必要な支援ができると考えています。

どうやって動いているか、メカニズムは、足の間にはこう言う物がはさまれていて、バネだけで動いていて立ち上がったたり座ったりできる機械です。なぜこれを作っているかと言うと、多くの脊髄損傷の患者さんがいます。特に一番多いのは、20代と50代。交通事故やその他で下肢の機能を失うとその後は車椅子の生活になります。ここで、車椅子はまさしく椅子ですが、椅子を取り去れば、立位で運動ができるようにするのが、このプロジェクトです。

こちらは電動の車椅子です。ここにはイスがありません。代わりに体にさきほどのデバイスをつけることで、普通にイスに座ったり、おしりのところに何も無い状態なので、このままの状態です。普通のスターバックスの椅子に座れます、普通の机に座れます。自分の意志で立ち上がれ、立ち上がったまま移動できます。移動実験をやっていますが、ちゃんとヘルメットをかぶってやっているように、体の向き、立位のまま左に行ったり後ろに行ったり、脊損患者のためのセグウェイです。今は大人の脊損患者さん用としてやっています



が、今ちょうど、小さいお子さん、主に脳性マヒのお子さんのためにウォーカーを使っていますが、使いながらも、上体の体重変化だけでできるものを作っています。ロボッ言うと、すぐにモーターを使っているのではないかと思われるようですが、横に動くだけがロボットではなく、縦方向に動くにも、ロボット支援ができる。

## 心の支援について

我々がしている歩行の支援と移動支援は何が違うかについて紹介します。先ほどのロボットスーツでは歩行を支援しています。それに対して、車椅子や車は、移動を支援する機械です。歩行支援をすることで結果的に移動が支援されることはありますが、移動が支援されなくても、歩行は支援されません。

もしも人々が歩行支援を希望するなら、結果的にできる移動の支援ができたとしても人の身体運動が支援されたこととは違います。これが歩行支援と移動支援の違いです。

人が自分の体でできる歩行を支援して欲しいなら身体運動の意思を取得して支援することが必要になります。歩行支援と移動支援は違うと思い、考えてやってきました。すると、歩行支援や運動支援とは別の方向で考えることができます。

もし自分の指が動かなかったらサックスを演奏することは難しい。でも、機械による自動演奏では自分が演奏したことにはならない。でもやっぱり楽器本来がもつ楽器の音はきれいです。でも、自分の腕が動かない。それだけで楽器が弾けなくなる。

もし、うまく人と機械による演奏支援ができれば音楽という感性の支援ができるのではないかと研究に取り組んでいます。自分でやったという気持ちになれるかが大事です。

ロボットアシステッドプレイイングといって、演奏しているのが誰かという問題ですがこう言うことができるということを見せましょう。

この子は実際に指も動きますが音を聞いてください。「ドシラソファミレド」「ドレミファソレシド」もう少し聞いてみましょう。「ドミソドッド」速く動くんだと言うものを見せています。イマジン・ザ・フューチャーという筑波大の曲です。これを見て、音は鳴っていますが指が動いていません。指が動かない方のために作ったものです。

何をしているのか。楽譜にはタンギングの位置が決

まっています。楽器にロボットをつけています。重さ750グラムです。サックスは首にフォルダーをかけて自分で持てます。

演奏する風景です。音をなくすと指も動いていないから不明なビデオになりますね。彼女はサックスが吹ける人で、練習時間は1時間。墨田トリニフォーホールです。お客が300人もいて、うれしかったのだと思います。練習よりもうまく吹けていました。ビブラートにも練習が必要です。音は何とかできますが、かすれたりします。これもすべて練習です。

支援機器はきれいに音が出せる機械ではなく、指が使えない人が指だけの部分、自分の気持ちで演奏する部分は自分でやり運指をするところを機械が行う。人と機械の融合した演奏が人機械系の演奏支援です。音が鳴る自動演奏の支援では演奏支援をすることはできません。演奏を支援するには、人の身体運動を支援しないとイケない。

僕はサックスは吹けません。ピアノは弾けるのですが。でもこの機械をつけると吹けます。すごく気持ちが良いです。

この研究をしていたら、筑波大学の知覚、視聴覚に障害がある学校があり、音楽の研究をしている人が、目の見えない人がサックスを吹くのに使えないかと基礎研究を行っています。これは我々が想定していなかったことです。上からモジュール型になっているのは、ある一か所だけこだけ動かなければそこだけのモジュールをつければいい。代替としてこの機械を使っているのではなく機能が支援されていると言うことが大事なことです。

## 行動と情動の理解をめざす行動科学

療育応用も行っていますが、リハビリ応用を行って来ました。現実的な問題解決に向けて研究をしています。人工物の相互作用の理解、これが社会的インタラクションです。

理解と支援が表裏の関係になっています。理解だけだと測ることになりますが、介入することで分かることは大きい。これらを社会支援技術として研究応用して来ました。

このデバイスは嚥下機能障害の方、高齢者で飲み込みに障害のある人です。こうしたデバイスを着けると、一回飲み込むと緑に光る。飲み込むとちゃんと光る。咳をすると赤くなる。食事中にちゃんと飲み込んでいるかが分かるデバイスです。

食事介助に多くの人が困っています。人が飲み込む速度は、このくらいです。

特殊な機械で、中の咽頭の圧を測る物です。飲み込むと、物が入って行って飲み込まれて出て行く。わずか0.2秒ですが、この音をしっかり認識して、これがちゃんと嚥下という飲み込む能力だということを抽出、そして提示する機械です。実際に、スマートフォンで使いたいなど、工学的な研究もしています。

紹介したいのはこの内容ではなく、これが全部終わった時、実験終了時にちょうど我々がいて、見学の学生さん13名くらいがこの人を取り囲んで食事をしました。

終わった時、担当の看護師さんが、「うまく行って良かったね」と言って、耳で聞きながらほっと一息だったと思います。「おばあちゃん、みんなが見に来るから一番いいパジャマを着て来たんだよね」と。これが僕は嬉しかった。

人に着けて貰える、人々が着けたいと思うのことは工学的な成果と同じくらい大事なものです。それを食事と言う社会的な場面で、まさしくこのおばあちゃんは、自分が一番ステキな、病棟に行ったときに気付けば良かったんですが、何度も病棟に行ったのですが、普通はこんなにすてきなパジャマを着ていない筈です。

ちゃんと我々が行う研究のその横には社会があり、それは工学的に測れない物ばかりだということが良く分かりました。

最後に、今進めている研究の脊髄損傷の患者さんについても、我々は論文に、こう書いています。彼とは1年以上のつきあいで仲良しです。今、姿勢遷移の実験で、初めて立てた時に、こう聞きました。

「いいでしょう?」「先生、いい感じです」と。論文にはこう書きました。車椅子の人の問題として、まず第一に、引き戸を開けるのが大変、高いところに届かない、自動販売機の物を買うときに困ることがあります。人と視線が合わないと言う一般的な問題を、色々な人から聞いて書きました。

ところが、この人に聞いたとき、そのうちのどれが一番困っているかと思ったら、この人はこう言いました。「これ、いいですよ、これがあったら息子とキャッチボールします」と。僕はビックリしました。多くの障害

を抱え、多くの苦勞をしていると思います。我々が考えるドア、自販機は、彼が一人でやることで、彼は自分で何らかの方法を見つけて、適応してるんだなど。こちらからみれば、車椅子でもできると思ったのですが、これが当たっちゃってうまくいかないし、息子も大きくなってるので、これでやりたいと。まさしくこう言うのも、社会行動だと思いました。

誰かと誰かがやるのが、社会行動を支援することに繋がって、人支援技術ができないといけないんだと、食事の例と脊髄損傷の患者さんの例で、強く思いました。

普段は、さすがに「キレイだからいいですよ」とは、工学系の発表ではできないのですが、幾つかの取り組みを見て来ていい話ばかりでもないです。100の失敗の中にある1が今日発表されていると思ってください。

試行錯誤の下、最初の2年かかった自閉症児の表情計測もありました。一緒にやってくれたお母さんたち、被検者の皆さんが協力して、一緒にやってできたという物です。

線がぼろぼろの物から、今はちゃんと物ができていると言うことが工学です。最初の時期から、そのニーズの時期から、一緒に物を考えるのが極めて大事だと思っています。ぜひいろんな意見を伺いながら。皆さんも、こんな物ができたらと言うのは、工学からはすごく簡単かもしれません。

思いつきは簡単でも、実験をして、物になって行くには、すごく大変な時間と情熱と根性が必要になると思います。同時に、逆もあると思います。皆さん方が難しいと思っていることが、すごく実は簡単だったり、逆に簡単だと思っていることがすごく難しかったり。そういう経験をして来て、とても良かったと思います。

今日は、特別支援教育という題を頂いていますが、まだまだ勿論、特別支援教育の現場で、これらを使って効果を実証するには、時間がかかると思います。

こうした取り組みのなかで、幾つか取り組み、教育パッケージ、体育のマニュアルを作る作業も一緒にやっています。教材作りという点からも、筑波大の工学系でも、こう言うことができるとお見せして、一緒にやって行きたいと思います。

今日はまとめて活動の紹介をしました。