

力覚を用いた障害児向け遊バリテーションシステム

橋本 渉^{*1} 加島 寛子^{*2} 大須賀 美恵子^{*1}

An "Asobi-litation" System using Haptic Sensation for Handicapped Children

Wataru HASHIMOTO^{*1}, Hiroko KASHIMA^{*2} and Mieko OHSUGA^{*1}

Abstract – This paper proposes an "asobi-litation" system that utilizes a haptic sensation in order to enhance non-verbal communication such as body contact between handicapped child and his/her teacher. The haptic sensation generated by a 3DOF manipulator enables the child to handle virtual objects computed with PC. The manipulator also helps both child and teacher to touch each other while they share the haptic feedback. We developed a prototype system and then 23 children (20 of them are handicapped) were experienced it. As a result body contact was observed through their performances. Except for some children who did not have any conversations with us, the subjects answered that they are familiar with the system.

Keywords : Haptics, Handicapped children, Asobi-litation

1 はじめに

自閉症など心の障害を抱える子供に対して、早期から治療をおこなうことは早期介入と呼ばれ、障害の進行を抑える有効な手段とされている。これらの治療は継続的に受けることが重要であるが、発達が遅れている子供の場、治療が受動的となりがちであり、子供の自主性を損なうという問題がある。このため、親や先生を巻き込んで、子供と一緒に遊びながら治療できるような環境を整えることが大切である。遊びながらの機能回復を目指すものは、遊バリテーション [1] とも呼ばれており、楽しく遊びながらのリハビリテーションが心身の活性化に有効であることが知られている [2]。

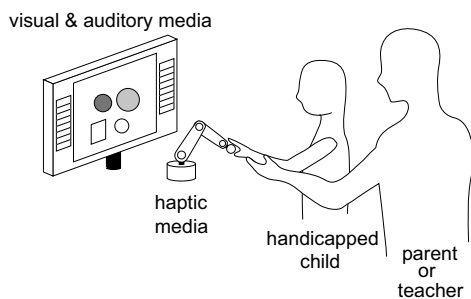


図1 本研究の概念図
Fig.1 The concept of this study

本研究では、先生や家族が障害を持つ子供と遊びながら治療をする環境として、力覚呈示を使った遊バリテーション環境を提案している。力覚は一人称のメディアで、装置に触れている人にしか何が起きているのかわからない、という特徴がある。この特徴を利用すると、遊び

を通じて身体接触などのコミュニケーションを促すことが期待できる (図1)。言語を理解しない子供や心の障害を持つ子供にとって、身体接触を伴ったコミュニケーションは重要な治療のひとつであり、一般にタッチセラピーとも呼ばれる。ここでは身体接触に注目し、遊バリテーション環境を障害児に適用する機会を得たので、その評価と考察について報告する。

2 着眼点

1. 遊びの要素

障害を持つ子供が楽しみながらセラピーを受けることは重要である。子供の遊び心を刺激するひとつの方法として、視覚や聴覚に強く訴えることがあげられる。これを端的に実現しているのは、バーチャルリアリティ (VR) 技術である。VR 技術を応用すると、映像や音声によって子供の興味を引いたり、障害児にとって変化がわかりやすくなる、という利点がある。VR 技術を利用した子供向けの環境としては、入院中の小児に楽しみや遊びを与えるという先駆的な取り組み [3] や、力覚を用いた遊バリ環境を提供するペンギンホッケー [4] などがある。これらの環境では子供がシステムに参加する形態をとっているが、本研究では親や先生も同時に参加でき、遊びを通じてセラピーが可能となるような環境を目指す。

2. 身体接触への誘導

重度の障害を持つ子供にとって、身体接触による意思疎通は重要な意味を持つ。そもそも身体接触は人間の触覚を介するものだが、触覚には未解明の部分も多い。しかし、人形の抱き心地や感触などが昔の記憶を呼び起こしたり、あるいはペットロボットとの触れ合いによってストレスが軽減されるなど、触覚にはさまざまな治癒効果があることも知られている [5]。

^{*1}大阪工業大学

^{*2}(株)ゴトウ・アズ・プランニング

^{*1}Osaka Institute of Technology

^{*2}GOTO AZ Planning

身体接触の難しいところは、自然な形で身体接触に導くことである。身体接触を無理強いすると逆効果になるからである。特に自閉症障害児の場合、人との触れ合いが苦手であるとされ、対応が難しい。早期より“くすぐりっこ”などの触れ合いなどの訓練が必要だという指摘もある[6]。実際の施設では、先生と一緒に絵を描いたり迷路を解くなどのタスクを通じ自然に身体接触を図っている。本研究では、身体接触が治療に寄与するという立場をとり、自然な身体接触を促すための工夫として力覚呈示に着目している。

力覚呈示を用いると、子供の遊び心を刺激するだけでなく、装置からの反力を共有することで身体接触を促進させることが考えられる。道具を使って一緒に作業をすることは、一種の共有感を生み出す効果もあり、自然な身体接触が期待できる。本研究ではこの点に注目し、道具を媒介とした力覚を利用することを考えた。

3 システム実装例

力覚呈示を用いた遊びリテーションを実現するシステムとして、本報告で用意したものは図2のとおりである。視覚や聴覚などで遊び心に訴えるため、液晶ディスプレイによる視覚表示、MIDI音源による音声呈示、3自由度のフォースディスプレイによる力覚呈示を実装している。

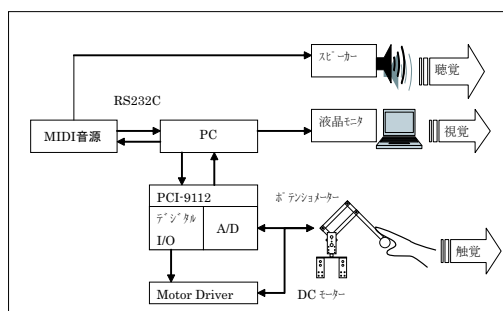


図2 遊びリテーションシステムの構成
Fig.2 Configuration of the Asobi-litation system

このシステムに子供向けのボール遊びのようなコンテンツを作成した。このコンテンツは、フォースディスプレイを操作して動物が描かれた球形のバーチャル物体に触るといものである。フォースディスプレイの先端を操作すると、画面内のカーソルが動作し、カーソルがボールにぶつくと反力が呈示される仕掛けである(図3)。バーチャル球にはウシやゾウ、ブタなど、子供になじみのある動物を描画し、先生や子供がボールの名前でも対話できるようにしている。

遊びに変化を持たせる工夫として、バーチャル球を上下にゆっくり運動させているほか、カーソルが強く衝突すると赤色に変化して怒りを表現したり、そっと触れる

と自転して喜びを表現させている。また、カーソルがバーチャル球に衝突すると同時に、動物それぞれの鳴き声を模した音を発生させ、触れたことが音でも分かるようにしている。

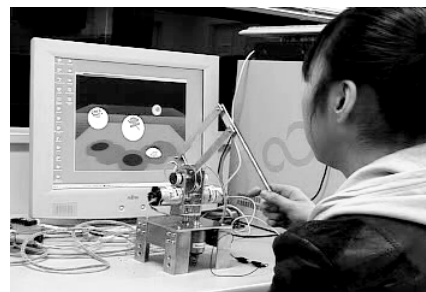


図3 実装コンテンツ（ボール遊び）
Fig.3 A sample content of this system

4 適用評価

4.1 方法

本システムの適用例として、藤森病院姫路ベターヒアリングクリニックに通う23名の対象児(表1)に体験してもらった。この施設ではさまざまな症例の子供を受け入れており、対象児に十分親しんでいる先生2名に協力いただいた。

システムは施設内に1週間設置し、施設の日常授業の一部として紹介してもらった。あらかじめ施設の先生には、遊び方について十分慣れてもらっておいた。ただし、自然な身体接触による意思疎通を図るため、子供との遊び方について一切言及せず、身体接触の回数や時間を測定することを伏せておいた。また、対象児と同伴の保護者より実験と記録に関する承諾を得て、対象児と先生との体験時の様子をビデオ撮影した。撮影の結果より発話情報や遊び時間、身体接触などを解析した。

4.2 結果

ほとんどの対象児は笑ったり嬉しそうなお顔が見られたが、全く無反応であったり、先生との身体接触を拒む対象児もみられた(W)。ある種の障害では、人との触れ合いが出来ないなどの対人障害は珍しくなく、この適用評価でも例外ではなかった。図4は対象者における身体接触の頻度と体験時間を表したものである。この手が接触した時間とは、先生や兄弟と身体接触のあった延べ時間、一人で体験した時間とは身体接触が見られない体験時間のことである。知的障害を併発している重度な自閉症の子供でも、身体接触が観察されているのがわかる。むしろ、一度も身体接触が起らなかったのは健常者であるNとsであり、先生が手をつかんでの説明が不要で、自発的に遊んでいたものと考えられる。

各対象児に口頭で楽しかったかどうか訊ねたところ、23名中17名が楽しいと答えた。残りの6名は言葉によ

表 1 対象児リスト
Table 1 List of the subjects

| 対象児 | 年齢 | 性別 | 障害名 | 体験概要 |
|-----|---------|----|----------|---|
| r | 4才 | 女 | 健常者 | まだ低年齢のためか、操作が難しい。それでも一人でボールに触れるようになる。 |
| N | 9才 | 男 | 健常者 | 弟(M)の様子を見ていたため、説明は不要だった。終了時には手に汗をかき、目をこすっていた。 |
| s | 16才3ヶ月 | 女 | 健常者 | 口頭のみで説明でボールに触れるようになる。 |
| e | 9才3ヶ月 | 女 | 口唇口外裂 | 遠近感がわかりにくいようで、「これ難しい」。先生と一緒に慣れてくると「面白くなってきた」 |
| h | 6才9ヶ月 | 女 | LD | 一人でボールに触れるようになる。手が疲れた様子。2歳の弟が興味を持ち、一緒に触りにくる。 |
| v | 6才10ヶ月 | 女 | LD | 親子ともに興味を持つ。一人でボールに触れるようになるが、最後は疲れた様子。 |
| M | 6才11ヶ月 | 男 | LD | 一人ではうまくボールに触れない。兄(N)と一緒に遊ぶ。終了時、「これ震えるから疲れるわ」 |
| u | 8才4ヶ月 | 女 | LD | 一人ではなかなか触れない。ボールに触れたときは嬉しそう。 |
| I | 8才8ヶ月 | 男 | LD | 口頭で説明するだけですぐにボールに触れるようになる。力を感じ笑う。 |
| J | 12才6ヶ月 | 男 | LD | Iの様子を見ていたため、説明は不要だった。ボールに触ると「しびれるー」と楽しそう。 |
| K | 13才9ヶ月 | 男 | LD | Jの様子を見ていたため、説明も不要だったが、なかなかボールに触れない。Jと交代で遊ぶ。音がなると真似て喜ぶ。 |
| G | 3才9ヶ月 | 男 | 點頭てんかん | 音を少し怖がる。まだ低年齢のためか、カーソルを激しく動かすなどの様子。 |
| b | 5才2ヶ月 | 女 | 構音障害 | 画面の遠近感がわからないよう。慣れてくると一人でボールに触れるようになる。最後はぐったりして目をこする。 |
| t | 10才10ヶ月 | 女 | ダウン症 | 動物の音に驚く。一人でボールに触れるようになると、力が伝わってくる自分の手をじっと見る。 |
| o | 6才3ヶ月 | 女 | 難聴 | カーソルを動かすことで喜ぶ。一人でボールに触れるようになると夢中になり、母親の声が届かない。力の発生が嬉しそう。 |
| p | 6才5ヶ月 | 女 | 難聴 | ボールに触るのが難しそう。手が疲れるためか、両手で操作し始める。 |
| C | 7才1ヶ月 | 男 | 難聴 | ゲーム好きで興味津々、慣れてくると先生の手を拒んだ。終わったときは「楽しかった」と嬉しそう。 |
| d | 17才 | 女 | 難聴、知的障害 | ずっと真剣な状態。最後に「終わります」と言って終了。 |
| q | 5才3ヶ月 | 女 | 自閉症、知的障害 | 妹(r)の様子を見ているが、位置関係がよくわからないよう。振動に喜び笑ったり、動物の音を真似て発声する。手を離すがすぐにまた握る。 |
| f | 5才5ヶ月 | 女 | 自閉症、知的障害 | 先生が見本を見せると、手に力が発生しているのがわかるみたいで、先生の手を触れようとする。 |
| L | 6才7ヶ月 | 男 | 自閉症、知的障害 | 画面を凝視したり、装置の歯車部分を触ろうとする。音が鳴ると嬉しそうで、音を真似て発声。母親と一緒に遊ぶ。手に力を感じているようであるが、一人では遊べない。動物の鳴き声を聴き、動物の名前を何度も発声。 |
| a | 8才9ヶ月 | 女 | 自閉症、知的障害 | 最初は表情がかたい。一人ではどうしてよいかわからないようで、すぐに手をはなしてしまう。 |
| W | 15才7ヶ月 | 男 | 自閉症、知的障害 | 教えようとしても全く反応がない。一緒に操作しようとする強く拒否する。装置の匂いを嗅ぐ。画面をあまり見ずにカーソルを動かす。 |

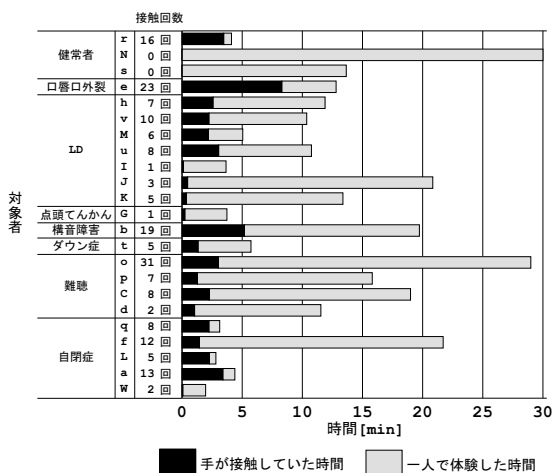


図 4 各対象児の体験時間と身体接触時間、頻度
Fig.4 Result of the total experience time

る意思疎通が困難であり、回答不可能であった。回答不可能を除けば、遊びの役割を果たしているものと考えられる。なお回答不可能であった6名のうち、5名は知的障害を伴う自閉症であった。この口頭による質問と回答について、詳しくは [7] を参照されたい。

体験の典型的な進行例として対象児 b の発話記録を表 2 に示す。この対象児は、最初の 5 分、先生と手をあわせて一緒に遊び (図 5: 写真 1)、残りの 15 分は一人遊びする (図 5: 写真 2) という、他の子供でも見られた傾向である。なお、この対象児は一人で遊び始めてから 5 分くらいで慣れてくるが、画面を凝視しすぎていたため、最後には目をこすっていた。施設の先生のコメント

として、警戒心が強い子だが結果的に自ら取り組んでいた、とあり、本システムがこの対象児にとって受け入れられやすく、自らが積極的に遊ぶことを促したものと考えられる。

表 2 典型的な経過の記録 (対象児 b)
Table 2 A performance of subject b

| 経過時間 (分:秒) | 行動、発話 (先生)「被験者」 |
|------------|--|
| 00:00 | 先生が手をとって始める |
| 01:24 | 回っているのに喜んで笑う (図 4.2: 写真 1) |
| 03:33 | (まだする?)「うん」 (一人でやってみる?)「うん」 (おもしろいなー!!)「うん」 |
| 05:00 | 一人でやり始める |
| 09:25 | (ヒヨコさんどこにいるか分かる?)「うん」 |
| 09:54 | 場所が分かってきて、迷うことなく触れるようになった |
| 10:45 | 一番早く回っているブタさんを狙っている (図 4.2: 写真 2) |
| 15:00 | 瞬きもせずに、すごく真剣に画面を見ている |
| 17:29 | (ゾウさん回して)と言うと、すぐゾウを触ることができた |
| 18:35 | 地下までゾウを追いかけ触る |
| 19:26 | ため息をつき、手を離して首を回すがすぐまたヒヨコを握る |
| 19:51 | ぐったりして、目をこする |
| 実験後 | (楽しかった?)「うん」 (触った気がした?)「うん」首をかき上げる (気持ち悪い?)「うん」 (ぶるぶる分かった?)「うん」 (ぐるぐる回ったのがおもしろかった?)「うん」 (1番ぐるぐる回ったのは何だったかな?)「ブタさん」 (最後に回ったのは?)「うしさん」 |
| 施設の先生のコメント | いつも人一倍警戒心が強く慎重な子である。例えば食べたことのないものは絶対口にしないなどがある。機械を触らないかもしれないと思っていたので、自ら取り組んでいたことがすごいと思った。 |

5 議論と考察

適用評価を通じて気づいた点などをまとめる。
身体接触の効果

先生が手を添えて一緒に振動を受けると、対象児から笑いや驚きの表情が観察された。同じ感覚を得ているという一種の安心感、共有感があつたのではないかと考えられる。

力覚の効果



写真1 (先生と一緒に)

写真2 (一人で体験)

図5 被験者bの様子

Fig. 5 An appearance of subject b

ある被験者の体験中に施設の先生より、自分が主役ということが嬉しいのだと思う、とのコメントがあった。力覚は一人称のメディアであるため、触っている当人が主役であることを意識しやすい。子供の遊びにおいて主体性を持たせる効果もあったのではないかと考えられる。

疲労

障害の有無に関わらず、子供は一定の事柄に夢中になるようである。本システムでも連続30分近く遊んでいた被験者がいた。時間が15分を超えると、終了時に腕を振りまわしたり目に涙を浮かべたりといった、腕や目の疲労が現れる傾向にあった。同伴の保護者より、いつも使わない筋を使うので運動にはよいとの意見もあったが、画面を凝視したり、腕の疲れを訴えるほどに夢中になることは、成長期の子供にとって好ましくない。休憩をとったり、時間制限を意識したコンテンツが必要である。

単純さ

知的な障害をもつ被験者、低年齢の被験者の一部には、操作のルールが理解できず、手を直接画面に近づける等の行動がみられた。複雑なルールよりむしろ単純なほうが望ましいが、簡単すぎるとすぐに飽きてしまうなどの問題もある。VR技術の利点を生かし、障害の重度や年齢によってすぐにコンテンツや難易度を変えるなどの準備が必要である。

画面と手の不一致問題

手の操作領域と画面の位置が異なるため、操作に慣れるのに少し時間を要する子供がいた。手を動かすと画面のカーソルが同様の動作をするが、手元の操作空間と画面の表示空間が一致しないことに起因するので、ハーフミラーを使って操作空間を一致させるなどの工夫が必要であろう。

表情や対話の変化

子供の普段の状態を知る両親や先生によれば、本システムに接していた大半の子供は、笑顔になったり、口数が増えたという変化があったそうである。今回は実施していないが、顔の表情や発話回数など情動の変化について調査することも、意味のあることだと考えられる。これは障害を有する被験者だけでなく、健全な被験者にとっ

ても同様である。

6 終わりに

障害児が遊びを通じ、親や先生との身体接触を活性化する方法として、力覚を使った遊び環境について報告した。適用評価を通じ、さまざまな障害を持つ子供に体験してもらったが、大半の子供は楽しいと答え、ほとんどのケースで身体接触を誘発していることがわかった。今回の適用評価は1週間の実施であったが、対象児にとって見慣れぬ装置・環境であったことも踏まえて、長期的な適用評価も必要であると考えている。また主観的ではあるが、情動の変化や発話なども普段より活性化している可能性があり、定量的計測を検討してみたい。

謝辞 本研究にご理解、ご協力くださった藤森病院ベターヒアリングクリニックの先生方、生徒と保護者の方々に感謝する。

参考文献

- [1] 三好春樹：遊びリテーション学，雲母書房，1999
- [2] 大須賀美恵子：高齢者の心身活性化をめざしたVR，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.8, No.2, pp.25-30, 2003
- [3] 二瓶健次：病院に動物園がやってきた！，ジャストシステム，1996
- [4] 白井暁彦，長谷川昌一，小池康晴，佐藤誠：タンジブル・プレイルーム「ペンギンホッケー」，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.7, No.4, pp.435-443, 2002
- [5] 柴田崇徳：人はロボットに癒されるか—アザラシ型ロボット「パロ」の開発と評価—，人間生活工学，Vol.3, No.4, 2002
- [6] 沖潤一：言語発達の遅れ 自閉症を中心にして，薬の知識，Vol.53, No.7, pp.180-183, 2002
- [7] 橋本涉，加島寛子，大須賀美恵子：力覚メディアを用いた障害児向け遊びリテーションシステムの試作と適用評価，信学技法，HCS2003-13, pp.41-46, 2003

(2003年9月29日受付)

[著者紹介]

橋本 涉 (正会員)



2000年筑波大学工学研究科博士課程修了。同年筑波大学機能工学系助手。2002年大阪工業大学講師，現在に至る。力覚呈示，広視野ディスプレイに関する研究に従事。博士(工学)。

加島 寛子



2003年大阪工業大学情報科学部卒業，同年(株)ゴトウ・アズ・プランニング入社，現在に至る。

大須賀 美恵子 (正会員)



1979年東京大学工学部計数工学科卒業。同年三菱電機(株)入社。1997年～2002年神戸大学大学院自然科学研究科客員助教授兼任。2002年大阪工業大学教授，現在に至る。博士(工学)