

発達障害児童向けのセラピーデバイスの研究開発

Research and Development Novel Digital Therapy Device for Developmental Disorders Children

2151017

研究代表者

芝浦工業大学

准教授

菅 谷 みどり

[研究の目的]

学習障害、発達障害においては、脳をはじめとする中枢神経に何らかの機能障害があることが推定され、学習面のみならず、対人関係や運動面においても様々な困難が生じる。こうした困難を緩和するためには、日常的に、その困難を緩和させるための社会的スキルの育成の訓練を行うことが重要である。

訓練では、能力を安定化させることを目的とするため、繰り返し行うことが重要である。一方、訓練は、専門知識を持った指導者やセラピストの同席、高価な機材が必要とされることが多く、頻繁に行えない問題がある。本研究は、日常的に訓練を行うためのデジタルデバイスを用いたプレイセラピーであるデジタルプレイセラピーを提案する(図1)。具体的には、家の形の模型をセンサーにより拡張し、かつ部屋の中をCGでPCに表示し、訓練者と子どもの感覚の共有を促進するものである。



図1 デジタルプレイセラピー外観

[研究の内容、成果]

我々は、子どもが表現をしたいという最初の欲求をかきたて、自然な形で学習に取り組むための教材提供を目的とし、伝統的なプレイセラピーを応用した、新しいデジタルプレイセラピーを提案した。身近な家でおままごとをする環境はなじみがあり、ごっこ遊びという形で没入することで、より状況に適した言葉を選ぶ力を得ることに適していると考えた。

対象と想定する前操作期段階の子どもは、具体的な事物を通して直観的に思考する段階であり、“実際に見て触る”という動作に対して関心を抱きやすい。そのため、具体物を使いながら訓練を行うプレイセラピーは、広く行われている。ただし、箱庭などを用いたプレイセラピーによって話す力や聞く力を育てるためには、何らかの状況設定を行い、その状況についてセラピストと子どもが相互にやりとりを繰り返すことで訓練を促すことが一般的である。しかし、このような方法で訓練を行おうとする際には、子どもの想像力だけで設定をイメージすることが難しいため、セラピストは状況設定を詳細に説明する必要がある。このように、子どもが自発的に言葉を発したり、耳を傾けて訓練に没頭させるように、誘導するために高い経験や技術が必要となり、家庭で気軽に使うことに障害があった。

これに対して、我々は、家の模型を用いるこ

とで、触れられるデバイスを提供するだけでなく、家の中の状況を CG により PC 上に表示し、画像により補うことで、高度な経験と知識をもつセラピストではなくても、気軽に訓練をできるのではないかと考えた。家の形の模型の中には、センサーを多数取り付け、子どもがスイッチなどにふれて変化が生じた場合、それが左側の CG で PC 画面に表示される。本デバイスの使用例を図 2 に、表示される CG の例を図 3 にそれぞれ示す。本デバイスは、PC 画面を通じて、セラピストと子どもの情報共有を助けるものである。

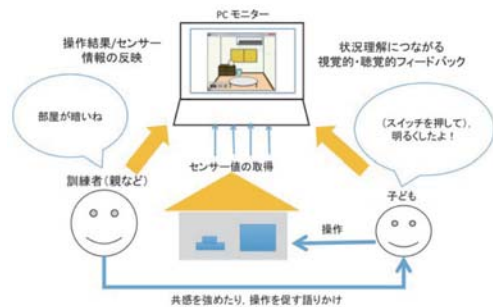


図2 PC画面を通じた、セラピストと子どもの視覚と触覚の共有



図3 家の中の様子（左：電気 ON、右：電気 OFF）

また、触ることによりもたらされる変化を感じられるように、家の模型にセンサーを取り付け、その変化をCGにより表現できるようにした。具体的には、まず、温度センサーや、光センサーにより、天気や、温度をCGで表現された部屋に反映した。屋根をあけると明るくなる、電気を消すと暗くなる、といった動作を、CG画面を通じて体感する。CGのコンピュータ画面は、子どもが現在感じている寒暖、明暗などの外界の情報を、分かり易く表現することで、

子どもが共感を持ち、客観的な立場で言葉を選ぶことにより、訓練が促されると考えた。次に、積極的に聞く、話す力を育てるためには操作に対してリアクティブな仕組みを提供するものとした。具体的には、センサーやスイッチにより、家の中の様子を変化させるものとした。子どもが行った操作の影響により状況が変わることで、その感動を伝えたいという気持ちを育て、言葉につなげることを目指した。最後に、季節の移り変わりをCG内の窓に再現するものとした。季節は、温度や光量などの微妙な変化により変化する。こうした変化に気づき、その変化を表現する訓練を行えることを目指した。

訓練内容

提案する新しいセラピーデバイスの機能を用いて、訓練方法を考案した。訓練の基本形式は、本デバイスを中心に、子どもと訓練者（セラピスト）が対話を通して行うものとした（図2）。訓練内容は、言語・コミュニケーション発達スケール（Language Communication Developmental Scale：以下、LCスケール）[15]に則って定めた。LCスケールとは、典型的な発達をしている子どもが0歳～6歳の間に示す観察可能な言語・コミュニケーション行動に沿った課題であり、発達段階をアセスメントするためのスケールである（A.付録）。表1にそれぞれの機能と、それに対応づくLCスケール領域、そこで獲得されるスキルと内容、トレーニングの例を示した。

表1 教材の機能とその利用方法の一例

教材の機能	LCスケールの領域	スキル	内容	教材での具体的なトレーニング方法
光センサー：周辺環境の明るさを検知（屋根の有無等）	① 彙領域	位置の理解【聞くこと】 動作指示の理解【聞くこと】	位置を表す言葉で要求する、その要求を理解する	①「屋根をおうちの上にのせてあげて」などという指示を子どもに出す。 ②対応するリアクションを子供に要求する

プロトタイプデジタル教材の評価と議論を基にしてデジタルプレイセラピーのためのデジタル教材「橙色の屋根のお家」を作成した。本教材の評価は、教材の機能と評価実験の結果の2つの観点から評価を行う。訓練内容の評価は、実際の子どもに、通常のデバイスと、提案機能を設置したデバイスの両方で訓練を比較体験してもらい、いずれの訓練について、効果があったかという比較により評価するものとした。

本教材がデジタルプレイセラピーを実行するための必要要件を満たしているかでその機能の評価を行った。具体的には、提案するデジタルプレイセラピーの教材の機能と、LCスケール中から抽出した課題との対応づけを行った。表1は本教材の機能の一部（光センサー）と、対応する訓練領域（語彙領域/語連鎖・統語領域/談話・語操作領域）を割り当てた内容である。

子どものリアクションによる評価

評価の軸とするのは1)反応の回数と2)反応のタイミングの二つとした。実験では実験協力者に対し、提案機能を搭載しているものと、していないものの2つの同型のドールハウスを用いて比較を行うことで、従来型のセラピーと、本提案のセラピーのどちらがより高い効果を示すかを評価し、効果が高いものを、セラピストの負担軽減の指標とすることとした。また、訓練内容としては、同一の訓練内容を行い、その様子を録画、映像を分析しその結果を表にまとめた。1)反応回数からは、子どもが教材に興味を持っているか、発話により訓練に自主的に関わろうとしているかを読み取ることができ、2)ミスコミュニケーションからは訓練者と子どもとの間で正しく状況を共有できているか、子どもが訓練に没入できているかを判断することができる。実験の協力者は定型発達の女兒（5歳）。本実験は発達障害を持つ児童の協力を受けてのものではないが、本教材が対象とする前操作期は定型発達の子どもにおける2～6歳にあたるため、実験の有意性は保証されている。



図4 実験の様子

実験結果として、訓練の継続時間で全体の反応発生回数を平均化した数値を採用している。評価項目は具体物に反応した回数、抽象概念に反応した回数、ミスコミュニケーションが発生した回数の3つである。協力者の反応を、その元になった訓練者の発言や行動が具体物についてのものなのか、抽象概念についてのものなのかの2つに分類し、また、この2つに当てはまらない、訓練者の発言や行動の意図が協力者に伝わっていない状態でのリアクションについてはミスコミュニケーションに分類した。なお、ここでの抽象概念とは、工学分野でのそれとは異なり、具象性の低い抽象的な概念を意味している。

表2 実験結果

評価項目	ノーマル	橙屋根
具体物に反応した回数	約 1.9 回/分	約 3.1 回/分
抽象概念に反応した回数	約 1.1 回/分	約 2.3 回/分
ミスコミュニケーションが発生した回数	約 4.3 回/分	約 0.4 回/分
継続時間	4 分 37 秒	10 分 20 秒

実験の結果を表2に示した。橙屋根をノーマルと比較すると、具体物に反応した回数はノーマルの約1.6倍、抽象概念に反応した回数は約2.0倍、ミスコミュニケーションが発生した回数は約0.1倍というように、大きな差異が生じた。特に、抽象概念に反応した回数における約2.0倍となった差異は、橙色の屋根のお家の、抽象概念をセンサーとCGの連携が、子どもの想像力の補助として一定の効果を示したことを

表していると考ええる。このことから、市販のドールハウスを利用するよりも、センサーとCGの連携による子どもの想像力の補助機能を備えた橙色の屋根のお家を利用した場合の方が、子どもの興味や没入感をより引き出し、訓練への自主的参加を促すことに成功したと言える。

表3 反応速度の比較

	ノーマル (4分9秒)			橙 (10分20秒)		
	質問回数	MC回数	反応速度(平均)	質問回数	MC回数	反応速度(平均)
炉	7回	6回	約3.7秒	10回	0回	約1.7秒
電気	1回	1回	—	9回	1回	約2.1秒
エア	5回	2回	約3.8秒	13回	2回	約1.8秒

表3の反応速度は、訓練者の質問が終了した時点から、子どもの発話の開始時点までの時間を測ったものである。この項目についてノーマルと橙屋根を比較すると、全体的に反応速度が約二倍になっていることがわかる。このことから、橙屋根を利用することで、訓練者の質問の意図を子どもが理解しやすくなった可能性が示された。また、質問回数とミスコミュニケーションの回数の項目を比較する。質問の内容はノーマル、橙屋根ともに共通でありながら、子どもが質問に対してミスコミュニケーションを発生させた回数は橙屋根のほうが少ない。特に、温度や季節などの、抽象概念に質問に対するミスコミュニケーションが大きく減じた。このことから、本教材の、抽象概念をセンサーとCGでの可視化機能は、子どものおまごとの状況把握を助け、訓練者と子ども間の情報の共有を促進し、子どもから状況に応じた発話を引き出すことができる可能性が示された。本評価項目における2つの要求を満たしたことから、本教材は言語コミュニケーション能力の発達段階を向上させるための機能を備えている可能性が示唆された [1, 2, 3, 4]。

〔今後の研究の方向、課題〕

・Haptic Virtual Methodの開拓

本研究の発展的な研究として、提案手法の基本的な動作原理である触覚（Haptic）と仮想（Virtual）情報の連動について Haptic Virtual というメソッドを確立することを目的とした研究を行った。実証のために、脳波計、心拍計測器を用いた計測実験を行った（図5）。実験では、Haptic Virtual と、Haptic のみ、Virtual のみのデバイスを被験者に使用してもらい、その結果を比較することで、集中や興味への効果を分析することを目的とした。右図は覚醒度（Attention）の比較結果である。

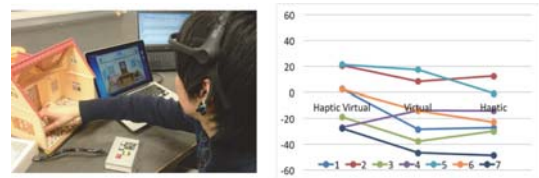


図5 脳波計を用いたデバイスの測定（左）および比較実験結果（右）

生体情報を比較した結果、Haptic のみに比べ、覚醒度が高い（有意差有り）という結果となったことから、さらなる認知への効果検証をすすめる。

・発達障害児童向けセラピーシステムの実用化

発達障害を持つ親との交流から、自宅で簡易に実施できるデバイスへの需要が高いことがわかった。このことから、さらに機能を拡張し、ソーシャルスキルトレーニングと連携したセラピー手法を実現することを次の大きな課題とし



図6 キャラクタの導入

ている。機能強化（キャラクタの導入，図6），センサによる認識率の向上やRFIDの利用，ミドルウェアの開発などの情報基盤の強化，とその基盤を利用した新しいセラピーメソッドを確立する。

・Augmented Cognition 研究への発展

本研究で用いた生体情報の収集とフィードバックについては，教育に応用するにあたり，認知をどうフィードバックするか基礎的な研究を強化する必要がある。よりBCI（Brain Computing Interface）の知見を取り入れ研究を強化する必要がある。

・ロボットを用いた実験の強化

発達障害の子どもに関する文献調査では，本質的な結果を得るために，ロボットを用いた研究が数多くなされている。このことから，本研究の発展として，様々なロボットを用いた子どもの実験，評価を行うものとしており，こうした方面での研究を強化している。

・研究分野の発展

また，研究を拡張する事を目的とし，多くの学生に知見を広めるための研究会への参加を促した。研究を継続的に行うためには，より多くの研究者や未来の研究者になりうる学生に本研究を知ってもらい，興味を持ってもらう必要があることから，機会を増やすなどの対策を今後もし、研究のさらなる発展を目指す。

[成果の発表，論文等]

- [1] Yukako Watanabe, Yoshiko Okada, Hirotaka Osawa, Midori Sugaya, Digital Play Therapy for Children With Developmental Disorders, 17th International Conference on Human-Computer Interac-

tion (HCII), 2015, Los Angeles.

- [2] Midori Sugaya, Yoshiko Okada, Hirotaka Osawa, Irini Giannopulu, Feel as Agent: Immersive Doll-house Enhances Sociality of Children with Developmental Disorders, The 3rd International Conference on Human-Agent Interaction (HAI), 2015, Daegu Korea.
- [3] Midori Sugaya, Digital Play Therapy for children with Learning Disabilities, IEEE, The 24th International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, 2015, Workshop of Toy Robots/Digital environments and Cognitive Developmental Neuroscience, 2015, Kobe
- [4] 渡辺柚佳子・檜村健人・岡田佳子・大澤博隆・菅谷みどり（2015）. 橙色の屋根のお家：発達障害を持つ子ども向けのデジタルプレイセラピーの提案 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム（UBI）2015-UBI-45(24), 1-8, 学生奨励賞受賞
- [5] 保科篤志, 渡辺柚佳子, 檜村健人, 岡田佳子, 菅谷みどり, 橙色の屋根お家：デジタルプレイセラピーの科学的評価法の検討, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル（DICOMO2015）シンポジウム, 2015 年.
- [6] 岡田明帆, 菅谷みどり, ロボットの能動的な行動設計によるユーザの印象評価の向上, 情報処理学会, インタラクシオン 2016, インタラクティブ発表, 3月, 2016 年.
- [7] Atsushi Hoshina, Yoshiko Okada, Japan; Irini Giannopulu, Midori Sugaya, Haptic Virtual Approach: Biological Effect on Touching and Viewing, Human Computer Interaction International 2016 (HCII 2016), Toronto, Canada.
- [8] Estimate Emotion Method to Use Biological, Symbolic Information Preliminary Experiment, Yuhei Ikeda, Yoshiko Okada, Midori Sugaya, Human Computer Interaction International 2016 (HCII 2016), Toronto, Canada.
- [9] Okada Akiho, Midori Sugaya, Impression Evaluation for Active Behavior of Robot in Human Robot Interaction, Human Computer Interaction International 2016 (HCII 2016), Toronto, Canada.