

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

渡辺 柚佳子^{†1} 檜村健人^{†1} 岡田 佳子^{†2} 大澤 博隆^{†3} 菅谷みどり^{†1}

子どもの発達障害は、学習面のみならず、対人関係や運動面においても生じる様々な困難を緩和するために日常的な訓練が必要である。従来訓練は、高価な機材や教材、訓練内容においてセラピストの負担が大きく、頻繁に行えない問題があった。本研究では、プレイセラピーをセンサーとCGの連携によりデジタル教材として拡張した新しいデジタルセラピーデバイス、橙色の屋根のお家を提案する。本提案では、CGによる抽象概念の見える化、センサーによる操作のフィードバックにより、情報共有の促進による子どもの自主的な参加を促すとともに、デバイス、教材、訓練内容を新しく提案することで、セラピストの負担を軽減する。前操作期の低年齢の子どもとの実験の結果、同じ家型のデバイスと比較して、問いかけに反応した回数は約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倍となり、提案が期待の持てるものであることを示した。

Children who are suffering on learning and developmental disabilities need daily trainings for social skills. However, such daily training is not provided occasionally because it requires interactive helps from therapists. In this paper, we propose a digital dollhouse that extended the traditional psychological play therapy equipped with digital sensors and computer graphics. This device aimed at raising the communication skills even if the superintendent of training is not a therapist. We have developed proposed digital play therapy device. Our device's CG function reproduces the reality. Abstract image is visualized by using our device. Based on the device, we discussed the usefulness of the device with the therapist, and the policy and metrics for the evaluation of the functionalities that are expected for the skill's training.

1. はじめに

発達に障害を持つ児童においては、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。困難が解消されないケースでは、生涯に渡り、就職などで不利益を被る可能性がある[1]。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[2]。

訓練では、能力を安定化させることを目的とするため、頻繁に繰り返し行うことが重要である[3]。一方、現状の訓練は、デバイス、教材、訓練の点でセラピストの負担が大きく、頻繁に行えない問題がある。デバイスでは、従来箱庭[8]やプレイセラピー療法[9]があるが、実施する施設や場所が限定される上、これらの機材が高価である問題がある。教材は、通常子どもの発達段階に応じた複数の教材を準備する必要があり、準備の負担が大きい。また、訓練において、特に言葉を引き出すためには、感動や動機を持たせる演出や、抽象的な概念の言及には、様々な説明や演出が必要である。

我々はこうしたセラピストの負担を軽減することで、訓

練を頻繁に行うことが重要であると考え、これを解決するためのデジタルデバイスを用いた新しいプレイセラピーを提案するものとした。プレイセラピーは、広い意味での「遊び」を通じて、社会的スキルなどを養うことを目的としており、訓練のために広く利用されている。本研究では、玩具による直感的操作とCG画面でのフィードバックを通じて、訓練者と子どもの感覚や状況の情報共有を促進する手法をデジタルプレイセラピーと呼び、そのためのデバイス、教材、訓練方法を提案する。提案により、デバイスの軽量化、低コスト化、子どもの発達段階に応じた複数の題材の提供、視覚による支援による抽象概念の提示が可能となる。

我々は、実際に現場でセラピーを行う専門家との議論を通じて、教材への要求をまとめ、プロトタイプを元にした教材の開発、および評価指標作成し、評価実験を実施した。前操作期の低年齢の子どもによる予備実験の結果、同じ家型のデバイスと比較し、問いかけへの反応回数は約1.6倍、抽象概念への反応回数は約2.0倍、ミスコミュニケーションの発生回数は約0.1倍となり、本手法が優位である可能性が示された。また、抽象概念への言及についても、事もの感覚運動期から具体的操作期の初期段階までの幅広い訓練プログラムを実施できる可能性が明らかになった。本論文の構成は以下の通りである。2節で課題、3節にて提案および設計と実装および訓練内容、4節にて評価、5節にてまとめを示す。

^{†1} 芝浦工業大学 情報工学科
Shibaura Institute of Technology, College of Engineering,
Information Science

^{†2} 芝浦工業大学 工学部 共通学群
Shibaura Institute of Technology, College of Engineering, Liberal
Arts,

^{†3} 筑波大学 システム情報系
Faculty of Engineering, Information and Systems, University of
Tsukuba

2. セラピー教材の課題

2.1 発達障害児童のセラピー

子どもの発達障害は、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を生じさせる。それらを緩和するために日常的に社会的なスキルを育成するための訓練を行う必要がある。ここでの訓練とは、言語、コミュニケーションの指導を通じて、脳の機能を訓練することを指す。言語、コミュニケーションの指導では、主に、話す、聞く、の2つの領域がある。今回、我々は特に、これらの訓練ではその効果が得やすい幼児期から小学校低学年の子どもを対象とする。我々はまず、これら2つの社会的スキルを育成するために必要なセラピーおよびそこで利用される教材を検討した。

また、その訓練は、社会的スキルの定着のために繰り返し行う必要がある。そのため、似たような状況下での子どもの自発的な訓練参加を促すために、子どもの表現したい、楽しい、やってみたいと思う気持ちや、飽きさせない工夫を必要とする。

2.2 従来研究

コミュニケーションに障害を持つ子どもに対するアプローチとしてプレイセラピーや箱庭療法が用いられることもある[8][9]。これらの手法では具体的な事物に触れる経験ができるメリットがある一方で、実施にあたっては例えばトランポリンやセラピーボールといった大掛かりな用具や、高価な箱庭などの用具が必要となる。これらの機材は特定の施設で利用する必要があるなど、制約がある問題がある。小学校低学年で聞く力に困難のある子どもの場合、その認知発達の段階は多くの場合発達心理学者のピアジェの発達段階[4]によるところの前操作期にあたる。前操作期の子どもは頭の中だけで物事を論理的に考えて操作することが難しく、指導の際には具体的な物事を通じた経験が重要である。小学校低学年以下の子どもに「聞く」ことを練習させるためには、聞く力が必要とされるゲーム(旗揚げゲーム、スリーヒントゲーム等)や聞く力の要素が入ったソーシャルスキルトレーニング(すごろくトーク、お話作り等)がよく行われている[5][6][7]。これらの指導の中で使用されるゲームや課題は、一般的な遊びでも使用されるものであり手軽に取り組むことができる。一方で、子どもの発達段階に応じ、様々なタイプの複数の教材を準備する必要があるセラピストの負担が大きい。

近年ではコンピュータ(PC, iPad, 携帯ゲーム機等)を使用した支援教材も開発されているが、多くは刺激教材が画面上に提示され、子どもにキーボードや直接画面に触れることによる反応を求めるものである[10][11]。これらは、書字や視機能の反復訓練などにおいては効果的である一方で、コミュニケーションの支援に活用しようとする際には情報が2次元で提示されるため、前操作期の子どもに

としては、イメージが持ちにくく、コミュニケーションに対する動機づけが上がりにくいという面もある。

2.3 課題

これらをふまえ、発達障害の子どもに対する現状のセラピーの問題として、我々はセラピストの負担が、(1) デバイス(2) 教材、(3) 訓練内容にあると考えた。詳細を述べる。

課題 1: デバイス: 既存のデバイスは、実施場所が固定化され、持ち運びができないものも多い。また、スマートフォンを用いた従来のデジタルデバイスは、持ち運びはできるが、前操作期の子どもにとっては、イメージが持ちにくく、コミュニケーションに対する動機づけが薄い問題がある。

課題 2: 教材: 子どもの発達の段階はまちまちで、さらに複数のレベルが混在している[4][14]。そのため、セラピストは子どもの発達段階に応じた複数の教材を準備する必要がある。教材は子どもの興味関心を引く題材を提供する教材である必要がある。

課題 3: 訓練内容: 発達障害においては、社会スキルの養成が必要である。社会スキルの養成で最も重要な訓練は、適切な言語コミュニケーション力を引き出す訓練である。そのため、教材により基礎的な言葉を引き出せるものであることが必要である。

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[12]。話す力や聞く力を育てるには、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、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。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、誘導するために説明のための労力が大きく、セラピストによる経験や説明力の差により訓練の質が担保されないなどの問題がある。

3. デジタルプレイセラピー

3.1 提案と概要

本研究の目的は、現状のセラピーの問題であるセラピストの負担軽減を目的としつつ、より効果的なセラピー手法を提案する。実現のために、発達障害の子どもへの訓練を行う新しいセラピーデバイス「橙色の屋根のお家」を提案する。本提案は、子どもの直感的操作とCG画面を通じたフィードバックを通じて、訓練者と子どもの感覚や状況の情報共有を促進し、訓練効果を高める新しい教材と訓練内容を提案するものである。課題に示した、デバイス、教材、訓練内容の3つの負担を軽減する。提案する「橙色の屋根のお家」のプロトタイプを図1に示した。図1の左側の家の形の模

型の中には、センサーを多数取り付けてあり、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 1. 橙色の屋根のお家の写真

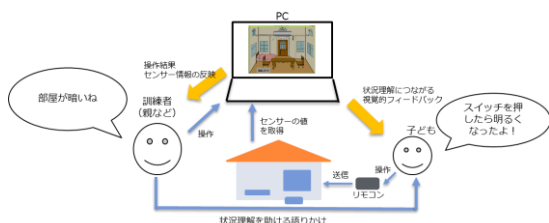


図 2. PC 画面を通じた、セラピストと子どもの視覚と触覚の共有

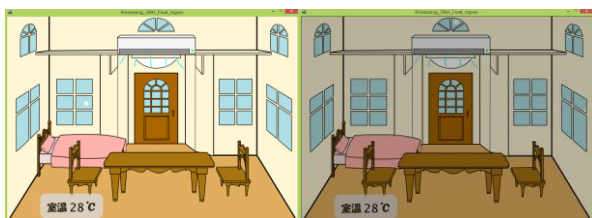


図 3. 家の中の様子 (左: 電気 ON, 右: 電気 OFF)

課題へどのように対応するか、次の 3 点にまとめた。

- (1) デバイスについて、橙色の屋根のお家は、PC と家の形のおもちゃにより実現している。玩具自体が、家庭で行うことを想定していることから場所を取らず、持ち運びができ、低コストである。これを拡張することで、1 つ目の課題に対処するものとした。
- (2) 家の形を採用することで、社会的スキルの育成および、家を通じた様々な題材を、機能やプログラムにより扱えるものとした。

社会的スキルの育成訓練では、その時々状況に適した言葉を選ぶ力を育成することが重要である。家は「おままごと（ごっこ遊び）」という現実を模した遊びが子どもの興味や没入感を引き出すことに有用であり、「家」がそのための最適な場であると考えられた。子どもにとっても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。

(3) 訓練内容の特徴については次の 2 点にまとめた。

- CG 画面に家の中の様子を表現した、子どもが現在感じている寒暖や部屋の明暗など、本来は頭の中で想像すべき外界の情報を見える化し、分かり易く表現するものとした。それにより、前操作期の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。朝、夜、四季などの概念を CG により表現することで、セラピストによる個人差に左右されず、共通の状況理解を容易することを旨とした。
- 子どもの感覚を活かし、楽しむことで、自主的な発話を促すものとするため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、センサーが取得する外界の情報やリモコン操作により、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。また、抽象概念への言及を行う訓練として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。

3. 2 システム構成

本教材は、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 画面の部屋を通じて体感できるものである (図 3)。実現のために、家に取り付けたマイコンボードを介して、光センサー・温度センサー・赤外線センサーから値を取得できるものとした。マイコンボードとしては、Arduino[13] を利用した。これらのセンサーの値をその組み合わせに応じた 4 通りの状態に岐させ、その状態に応じた CG を PC 画面上に表示するものとした。

この 4 通りの状態はそれぞれ現実世界における家の中の状態を表している。

- 屋根の有無
- 電気の ON/OFF
- エアコンの ON/OFF
- 室内温度

また、変化の状態は、これらのセンサーの組み合わせによって決まる。屋根の有無は光センサー、室内温度は温度センサー、電気・エアコンの ON/OFF はそれぞれの一つずつ割り当てられたリモコンのボタンに対応付け赤外線を受信するものとした。エアコンが ON になっている状態では、温度の操作に割り振られた 2 つのリモコンのボタンで室内温度を操作する。これとは別に、窓の外の季節を適時春/夏/秋/冬のうちのいずれかに変更することが可能である。

使用したセンサーは LM35 の温度センサー, 摂氏に比例したアナログの電圧を出力する IC 温度センサー, 出力される温度の変換式 ($V_{out_LM35}(T) = 10mV/^{\circ}C \times T/^{\circ}C$) に従い, 温度を取得する. 赤外線センサーは外部から送信された赤外線を受信するもので, 本教材ではリモコンから送信される赤外線を受信する. また, 光センサー (Photoresistor) は, 光の強度を検知するセンサー. 入射する光の強度が増加すると電気抵抗が低下することで, 光量を数値化し, 現在の部屋の明るさに対応して, CG 内部の部屋の光量を調整できるものとした.

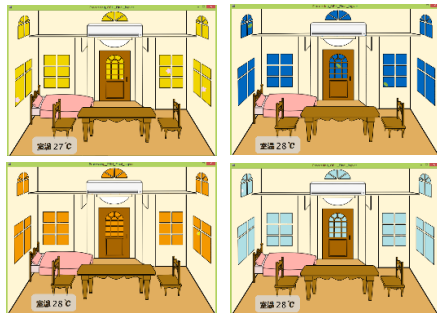


図 4. 窓の外の時間帯と季節
(左上: 春, 右上: 夏, 左下: 秋, 右下: 冬)

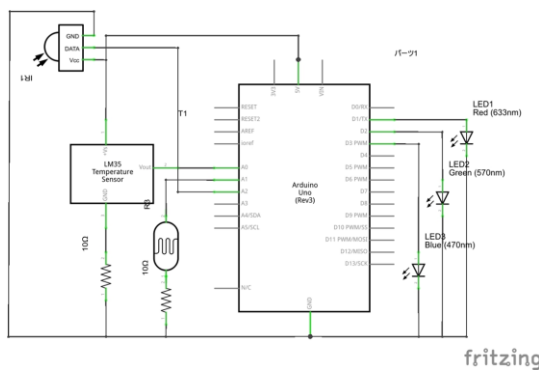


図 5. 教材内部のボード, センサー構成

3. 3 ソフトウェア構成

本システムのプログラムは外界からの情報を読み取るために, プログラム実行中は常にセンサーからの入力を読み取る (loop). 赤外線センサー, もしくは温度, 光センサーから値を取得する. 光センサー, 温度センサーから入力値その値を CG 画面に加工して表示する. 温度センサーからの値は, センサーから取得した値を実際の現実的な温度に対応付けた. 光センサーの値は, 事前に実行環境下で外界の情報を取得し, 取得した値とその時の環境の状態を元に 2 つの値域を設定, 実稼動時に取得した値がどちらの値域に属しているかによって CG を分岐させられるようにした. 最後にリモコンのボタンにより, PC 画面上の部屋の中の電気の ON/OFF やエアコンの ON/OFF 変更できるようにした.

3. 4 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) [14] 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により, 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). LC スケールを用いることで子どもの能力の発達段階と訓練のための教材に必要なとされる機能を提供する. 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.

光センサーには主に家の模型の屋根の有無を検知する機能があることから, 屋根を通じて物の位置の理解と動作指示の理解を促す訓練を行うことができると考え, 語彙領域の訓練を行うことを想定できる. 温度センサーには周囲の環境のその時々気温を検知する機能があることから, 気温をたずねることで数量を表わす語彙の理解を促進する.

赤外線センサーには, リモコンからの信号を受信して PC 画面上に表示されている部屋内部の CG 画像における部屋の電気やエアコンの ON/OFF を切り替える機能があり, それだけで様々な操作を行えることから, 複雑な指示を理解するための訓練が行えると考え, 語連鎖・統合領域との対応付けを行うものとした.

教材総合として教材全体を見ると, 部屋内部の CG 画像中の窓の外の景色を春/夏/秋/冬に変化させる機能はこれらの微妙な変化を理解し分類することを促すための訓練に用いることができることから, 談話・語操作領域を割り当てた.

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）	語領域	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
温度センサー：周辺環境の気温を検知	語彙領域	数量を表す語彙の理解【話すこと】【聞くこと】	数を表すことばを理解する 量や性質を表すことばを理解する	①「いま何度かな？」などと子どもに質問し、数量を表す言葉の表出を促す ②「温度を“少し”上げて」など量を表す言葉を使って子どもに指示をだす
赤外線センサー、リモコン：部屋の明かりをつける／消す・エアコンのON/OFF	語連鎖・統語領域	語連鎖の理解と表出【聞くこと】【話すこと】	複雑な指示の理解（命令ゲーム）	①「リモコンのボタンを押して部屋を明るくしてから、部屋の温度を25度にしてください」などといった複雑な指示を子どもに出す ②子どもが問題を出す。大人がわざと間違えて子どもに間違えを指摘させる ※子どもの発達に合わせて徐々に動作の連鎖を長くする
教材総合	談話・語操作領域	上位概念の理解、推論【聞くこと】状況画の理解【話すこと】	季節の概念を理解する。複数のヒントから語を推論する。 状況画を説明する。	①質問の内容を理解して返答する「ということはお家の外は、いまどんな季節なのかな？」「春／夏／秋／冬だね！」 ②「どうして春／夏／秋／冬だと思ったの？」

4. 評価

4.1 評価の指針

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。最後に実際のセラピストの方と議論を行った内

容について述べた。

4.2 デバイスの評価

今回のプロトタイプシステムでは、既に子どもに親しんで利用されている家の形の玩具をベースとし、センサーを用いた拡張を行った。大きさは、縦29cm横35cm高さ29cm、重さが950gであり、軽量で持ち運びも可能である。

4.3 教材の評価

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の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。これにより、提案する教材の機能と訓練領域を明確にする。その結果から教材が教材として必要な機能を十分に満たしているかの評価を行った。

表1は本教材の4つの機能（光センサー／温度センサー／教材総合）に、対応する3つの訓練領域（語彙領域／語連鎖・統語領域／談話・語操作領域）を割り当てたものである（今回は円滑な評価を行っていくために一つの機能につき領域を一つのみ割り当ててあるが、あくまでも一例であるため、他の利用方法も存在する）

表を作成した結果、本教材の機能と必要とされる課題を克服するための訓練のすべてを対応付けることができた。このことから、本教材は想定されるデジタルプレイセラピーのプログラムの実施に、複数の領域に渡る機能を備えていると評価できる。

4.4 訓練内容の評価

本教材が、目的とした社会的スキルの育成に役立つものであるのかを実験的に評価するために、実際の子どもを対象に評価を行った。評価にあたり、有効な訓練とするために、セラピストと共同し、実施のためのタイムテーブルを作成した(表2)。ノーマルと橙屋根には、おままごと形式の育成プログラムを円滑に実施するために、教材と連携していないアイテムとして椅子、机、ベッドを設置し、また、プログラムの途中で食べ物の絵が描かれたカードを用いたお買い物ごっことお食事ごっこをはさんだ。

さらに同様の理由で、プログラム中での訓練者と協力者の分身として人形を使用している。なお、お買い物ごっことお食事ごっこについては本教材を使用せずに行われるプログラムとした。

表 2. タイムテーブル/ダイジェスト

時間	主な活動	活動詳細	介入のポイント
15分程度	1. みんなで仲良くなろう 目的：ウォーミングアップ	・全員参加 お寿司屋さんごっこ，ぬりえなどをして子どもたちがリラックスできるまで一緒に遊ぶ。	・名前を覚えてもらう ・遊びへの動機づけを高める
1人30分程度	2. 教材の評価 目的：指導者主導の枠組みの中での教材の評価	子ども部屋：子ども1人，セラピスト，補助 ①ふつうの家→②橙色の屋根の家の順番で実施 ・子どもと相談して2体の人形に名前をつける ・「普通の家」を使ってごっこ遊び ・お引越し ・「橙色の屋根の家」を使ってごっこ遊び 【評価のための質問】 ・「どっちのお家が好き？」 (なんでかな？どこが？) ・「この後〇〇ちゃんも一緒にみんなで遊ぶんだけど，どっちのお家で遊ぼうか？」	・子どもの反応に応じて臨機応変に対応する ・適宜質問してOKです(どんなお家だったの？等)
	3. みんなで遊ぼう 目的：自由な場面での教材の評価	・全員で子ども部屋に集まり「普通の家」と「橙色の屋根の家」を使って遊ぶ。どちらをどのように使うかは子どもたちの自由にし，観察する。	・子ども主導で遊ばせるようにする

4. 4. 1 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)リアクションの回数と 2)リアクション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(表2)，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。

橙色の屋根のお家(以下橙屋根)とそのもとになった市販のドールハウス(以下ノーマル)を利用し，評価実験を行った。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。プログラム最後の「みんなで遊ぼう」中の様子を図6に示す。



図 6 実験の様子

実験結果として，訓練の継続時間で全体のリアクション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。協力者のリアクションを，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，極めて具象性の低い抽象的な概念を意味している[15]。

回数のカウントは正確性を求めるために専門家と筆者の2人体勢で議論を交わしながら行ったものであり，この結果を表3にまとめた。表3中の「継続時間」の項目は，育成訓練プログラムの実際の実施時間から，本教材を使用せずに行っていたプログラムである買いものごっこ/食事ごっこの継続時間を引いたものである。橙屋根の実施時間からは，上記のほかにエラー時間も引かれている。

表 3. リアクションカウント結果

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

このように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 倍という大きさの差異は，橙色の屋根のお家の，抽象概念をセンサーと CG の連携により見える化する機能が，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。

以上より、本評価項目中、今回評価対象とした2つの要求をみたしていることから、本教材が、子どもの自主性を促せるものである可能性が示された。

4. 4. 2 言語コミュニケーション能力の育成効果

下の表Xは、ノーマル/橙屋根において共通した内容の質問の回数と、それに対する協力者のミスコミュニケーションの回数や、リアクションの反応速度をまとめたものである。質問回数の項目については、1つの質問が複数の機能にわたっていることもあるため、実際の質問の回数と機能別回数の合計は一致しない。また、反応速度は、反応が返ってきた質問にのみ注目して求めた。

表4. 共通質問での比較

ノーマル/橙 共通 質問の 種類	ノーマル(4分9秒)			橙 (10分20秒)		
	質問 回数	ミスコ ミュニ ケーシ ョンの 回数	反応速度 (平均)	質問 回数	ミスコ ミュニ ケーシ ョンの 回数	反応速度(平 均)
温度, 季節	7回	6回	約3.7秒	10 回	0回	約1.7秒
電気, 明るさ	1回	1回	—	9回	1回	約2.1秒
エアコン	5回	2回	約3.8秒	13 回	2回	約1.8秒

表4の反応速度の項目に注目する。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図ったものである。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2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。

次は、表4の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で見える化する機能は、子どものおままごと中の状況把握を助け、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。

以上より、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あるといえる。

4. 4. 3 発達段階の対応における評価

さらに、4.4.1節で得られた実験結果について、CGの影響

を調査するために、物のみ、CG+物、CGのみ、抽象概念のどのイベントに子どもが反応したのかを分類した。また、発達段階との対応づけを行い、2つのデバイスを比較し、どちらのデバイスへの反応回数が多いかを比較した。発達段階は、ピアジェの認知発達理論[4]を用いた(表3)。ピアジェの認知発達理論は、感覚運動期(0歳~2歳)、前操作期(2歳~6歳)、具体的操作期(6~11歳)、形式的操作期(11歳~成人)の4つの発達段階からなる。ここで、詳細ではそれぞれの対象について教材中のアイテムを割り当てている。カウントはより正確性を求めるため、表2と同様に、2人体勢で議論を重ねながら行った。

表3. 実験結果詳細

対象	詳細	ピアジェの発達段階	ノーマル	橙屋根
物のみ	CGと連携していない内装, 屋根 (CGとの連携が関係ない場合)	①感覚-運動期(0歳~2歳)	6回	3回
		②前操作期(2歳~6歳)	2回	4回
		③具体的操作期(6歳~11歳)	1回	3回
CG+物	電気, 屋根, リモコン, エアコン	①感覚-運動期(0歳~2歳)	/	1回
		②前操作期(2歳~6歳)		4回
		③具体的操作期(6歳~11歳)		12回
		④具体的操作期(6歳~11歳)から形式的操作期(11歳~成人)への移行期		7回
CGのみ	季節, 温度	②前操作期(2歳~6歳)	/	
		③具体的操作期(6歳~11歳)		
抽象概念	感情, 感覚, (CGが関係していない場合の季節, 温度)	②前操作期(2歳~6歳)	2回	1回
		③具体的操作期(6歳~11歳)	4回	1回
		④具体的操作期(6歳~11歳)から形式的操作期(11歳~成人)への移行期	0回	3回

表4から、物のみを対象とした場合、反応回数では①の訓練内容への反応はノーマルの方が2倍であるが、②、③については、橙の方が2,3倍反応している。このことから、発達段階が上段に位置する子どもによる、知的な反応が得られる可能性がうかがえる。次に、CG+物については、具体物のみの場合と比較して、顕著に反応回数が増大している。特に、③具体的操作期(6-11歳)では、本調査の最大の回数である12回の反応があった。これは物+CGの効果だが、この段階の子どもにとり、興味関心が大きかったことを示している。逆に、CGが関係ない抽象概念に対する反応では、より発達段階の高い④具体的操作期(11歳~成人)の反応が3回と多くなっていることから、本デバイスが③の発達段階にある子どもの反応を最も引き出す可能性があることを示唆している。

表4の評価結果では、CGのみに対してのリアクションはなかった。このことから、従来のPCやiPadなどの画面のみで行う育成プログラムと比較して、CGと手で触れられる具体物を組み合わせたことの有効性がうかがえる。またCG+物という形式が最も反応を引き出したのは③の具体的操作期(6-11歳)の発達段階であることから、本デバ

イスの CG+物という形式が③の発達段階にある子どもの反応を多く引き出す可能性があることを示唆している。

また、抽象概念については、②、③の子どもについてはむしろ、ノーマルの方が反応回数が多いことから、CGの有無に関わらないことが考えられる。総じて、表3の評価結果では、CG+物では、①感覚～運動期(0-2歳)から、④具体的操作期(6-11歳)までの幅広いスキル育成プログラムを実施できる可能性が明らかになった。本来、セラピストは一つ一つの訓練課題それぞれに対して別個の訓練教材を用意しなければならず、もし、橙色の屋根のお家のみで幅広い領域の訓練に対応することができるとすれば、セラピストの負担軽減となるといえる。

5. まとめ

今回、言語やコミュニケーションに障害を持つ子どもに対して、遊びながら繰り返し、聞く、話す力を訓練するための教材として、橙色のお家を提案した。橙色のお家は、家の形の玩具に、様々なセンサー搭載し直感的操作と、CG画面によるフィードバックを通じて訓練者と子ども間での情報共有を促進し、子どもがCG画面に表示された内容の変化を確認し聞く、話すことを自然に行うことを目的とした。また、LCスケールに対応した訓練内容をプログラムにより支援することで、幅広い訓練を可能とした。前操作期の低年齢の子どもとの実験の結果、同じ家型のデバイスと比較して、問いかけに反応した回数は約1.5倍、抽象概念に反応した回数は約3.4倍、ミスコミュニケーションが発生した回数は約0.1倍となり、提案が期待の持てるものであることを示した。ただし、今回の評価では、対象とした子どもの人数が少ないことから、今後さらに人数を増やした調査をすすめる必要がある。

今後は、これらの議論や評価結果を元にして更なる議論を重ね、教材の発展などにつなげる予定である。また、今回の評価実験で浮上した問題点について、改善を行い、改善したデバイスを元に再度評価実験を行っていく。

参考文献

- 1) 文部省：学習障害児に対する指導について（報告）、学習障害及びこれに類似する学習上の困難を有する児童生徒の指導方法に関する調査研究協力者会議(1999)。
- 2) 文部科学省：特別支援教育を推進するための制度の在り方について(答申)、中央教育審議会(2005)。
- 3) 西岡有香：言語・コミュニケーションの指導〔Ⅱ〕指導、特別支援教育士視覚認定協会(編)、S.E.N.S 養成セミナー 特別支援教育の理論と実践 Ⅱ指導、金剛出版、pp.44-58(2007)。
- 4) Piaget, J.: *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*, Paris, Delacchaux et Niestlé(1936). (谷村覚, 浜田寿美男(訳)：知能の誕生, ミネルヴァ書房(1978).)
- 5) 太田信子, 西岡有香, 田畑友子：LD児サポートプログラム, 日本文化科学社(2000)。
- 6) 上野一彦, 岡田智：特別支援教育〔実践〕ソーシャルスキルマニュアル, 明治図書(2006)。
- 7) 本田恵子：キレやすい子へのソーシャルスキル教育 教室のできるワーク集と実践例, ほんの森出版(2007)。

- 8) 山内加奈子, 田中美紗, 加藤匡宏, 大西 美智恵：早期英語教育によって表出性言語障害となった幼児に対する遊戯療法の効果, 香川大学看護学雑誌, Vol.12, No1, pp.65-75(2008)。
- 9) 外山 美樹, 高塚 智行, 十川 奈緒子：コミュニケーション能力の全体的な発達の遅れを示す男児に対する遊戯療法の過程：第2報, 筑波大学発達臨床心理学研究 Vol.13, pp1-14(2001)。
- 10) 内田真弓：発達障害児の指導における通級指導教室と通常学校の連携：ICT活用を媒介として, 日本教育情報学会第28回年会, pp.332-335(2012)。
- 11) 芳野 可奈子, 高田 雅美, 天白 成一, 城 和貴：ニンテンドーDSを用いた書字学習トレーニングソフトの開発, 情報処理学会研究報告, Vol.2007-MRS-63, No.21, pp.81-84(2007)。
- 12) Dale, M.A., & Lyddon, W. J. Sandplay: investigation into a child's meaning system via the self-confrontation method for children. *Journal of Constructivist Psychology*, 16, pp. 17-36.
- 13) ARDUINO <http://www.arduino.cc/>
- 14) 大伴潔, 林安紀子, 橋本創一, 池田一成, 菅野敦：LCスケール言語・コミュニケーション発達スケール 増補版, 2013, 学苑社。
- 15) 京屋郁子：抽象概念と具象度の高い情報との関係：具象語と抽象語の比較による検討, 2014, 尾田政臣教授退職記念論集

A. 付録

LCスケールでは、子どもの発達段階に対する3つの評価軸が定義されている。

3つの評価軸は 1)言語表出(話すこと)、2)言語理解(聞くこと)、3)コミュニケーション(やりとりすること)と定義されており、そのうちの1)言語表出、2)言語理解を言語領域とし、3)コミュニケーションを関連領域としている。2つの言語領域の評価軸の下位領域として定義されているのが 1)語彙(身近な人や物の名称から抽象的な語彙へ)、2)語連鎖(二語連鎖から助詞・助動詞を含む複雑な構文へ)、3)談話・語操作(文をつなげて説明や論理的思考・表現の道具へ)、4)音韻意識(音声主体から文字言語へ)の4つの下位領域である。

また、言語領域の4つの下位領域のうち4)音韻意識については本教材では扱わないこととする。理由は、音韻意識とは単語を音素に分解することができる力であり、音韻意識領域の支援には語頭語・語尾語の意識化や、拍数の意識化が必要であるためである。