

令和元年5月14日現在

機関番号：35410

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K04439

研究課題名(和文) ヒューマンセンシングによる障害児の認知評価と発達支援に関する実践研究

研究課題名(英文) Practical research on cognitive evaluation and developmental support for disabled children using human sensing technology

研究代表者

吉田 弘司 (Yoshida, Hiroshi)

比治山大学・現代文化学部・教授

研究者番号：00243527

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、人の身体や視線をとらえるセンサを活用して、障害をもった子どもの認知機能を評価したり、発達を支援する試みを行った。研究では、まず、(1) 身体の動きをとらえるセンサを活用した課題を開発して発達障害児の行動評価や身体運動制御の評価・訓練を行った。また、(2) 視線をとらえるセンサを活用した課題を用いて重度障害児の認知機能を評価したり、文字や言葉学習を支援する試みを行った。さらに、(3) 顔表情などのセンシングと次世代映像表現技術を応用して、コミュニケーション機能の評価等に使えるソフトウェアロボットの開発を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

認知心理学などの実験系基礎心理学においては、情報技術の発展とともに、人の脳機能(認知機能)を調べるためのさまざまな実験課題や研究技法が開発され、多くの知見を得てきた。一方、近年の情報機器では、非接触に身体や視線などを測定するセンサ技術が利用可能になってきた。この技術は、障害児者にとっても有用な技術である。そこで本研究では、実験系心理学がもつ心理測定のスキルを、新しいヒューマンセンシング技術と組み合わせることで、障害児の認知機能を評価・訓練したり、発達を支援する試みを行った。この点において、本研究は実験心理学の社会貢献のひとつのモデルを提案するものと言える。

研究成果の概要(英文)：In this study, we tried to evaluate the cognitive function of children with disabilities and to support their development, using sensors that capture human body and gaze. In the research, (1) First, we developed the tasks using sensors to detect the movement of the body to evaluate behavior and train physical movement control of children with developmental disorders. In addition, (2) using tasks which utilize sensors to capture eye gaze, we evaluated cognitive function of severely disabled children and tried to support character and word learning. (3) We developed a software robot that can be used for evaluation of communication functions, by applying facial expression sensing and next-generation visual expression technology.

研究分野：実験心理学

キーワード：発達障害 重度心身障害 ヒューマンセンシング 認知機能評価 発達支援

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

認知心理学に代表されるような実験系基礎心理学においては、この半世紀における情報技術（コンピュータ技術）の発展とともに、人の脳機能（認知機能）を調べるためのさまざまな実験課題や研究技法が開発され、多くの知見を得てきた。しかしながら、そのような技術や知見が、医療や福祉、教育などの社会の現場においてどのように活かされているかという点から見れば、認知心理学の社会貢献はまだ十分とはいえないだろう。

その一方、現在のコンピュータやタブレット端末、スマートフォン、ゲーム機などでは、NUI（natural user interface）と呼ばれる新しいセンサ技術が取り込まれ、これまでにないアプリケーションが開発可能になってきた。NUIでは、タッチセンサに代表されるように、身体の一部を直接的にインタフェースとして利用する。そのため、知的障害を併せもつような障害児であっても、タブレット端末等は飛躍的に利用しやすくなった。また、この1～2年の間に非接触型のNUI技術が大きく進歩しつつあり、CCDカメラや赤外線センサを用いて人の身体の動きや表情の変化、視線の動きをセンシングすることも可能になってきた。このヒューマンセンシングの技術を、仮想現実（virtual reality, VR）や拡張現実（augmented reality, AR）などの表現技術と組み合わせたゲームは、おそらく今後数年の間に、人々の娯楽のあり方を大きく変えるだろうが、この技術は、使い方を工夫すれば、さまざまな障害を抱えた子どもたちにも有用なツールとして活用できる可能性を秘めている。

特に近年では、およそ5万円以下と安価でありながら高性能なヒューマンセンサが手に入るようになってきた。これらのセンサと実験心理学がもつ心理測定のスキルを応用して、障害児が楽しんで遊ぶ過程を通してその認知機能を評価したり、成長・発達を支援できるようなゲーム様の課題を作成し、それをWeb上で無償公開すれば、限られたフィールドや障害種別にとどまらない多様な障害児者（知的障害児、重度心身障害児、発達障害児、学習障害児、高次脳機能障害者、認知症高齢者など）と、その保護者や関係する施設職員など多くの人々に役立つものになることが期待される。

2. 研究の目的

筆者はこれまで、高齢者のワーキングメモリのスパンを測定することで軽度認知症の早期発見に寄与するプログラム（Maki, Yoshida & Yamaguchi, 2010）のように、脳の記憶や注意機能を測定する課題や、表情に対する感受性を測定することで、一般成人だけでなく高齢者や認知症患者、幼児や発達障害児、高次脳機能障害者等の感情コミュニケーション能力を評価するプログラム（橋本・宗澤・澤田・近藤・宮谷・吉田・丸石, 2018；熊田・牧・山口・吉田, 2011；熊田・吉田・橋本・澤田・丸石・宮谷, 2011；Maki, Yoshida, Yamaguchi & Yamaguchi, 2013；柴崎・吉田, 2016；吉田・熊田, 2012）など、認知心理学を応用した医療・福祉の現場で使える実験課題を作成してきた。

本研究では、これまでに開発してきた認知機能評価プログラムを、障害児者を支援する医療・福祉の現場で継続的に実践しながら一層の普及を図るとともに、非接触型のヒューマンセンシング技術を応用した新たな課題を開発することで、障害をもつ子どもたちの認知機能を評価するとともに、彼らの発達・成長を支援するためのアクションリサーチ（実践研究）を展開する。また、本研究で開発する課題はゲーム性をもった難度可変型の課題とすることで、障害児が楽しみながら、自己効力感をもつことができるようなものとする。開発にあたっては、子どもたちが自分の身体や視線などを使って課題を直接操作できるNUIを積極的に活用し、重度な知的障害や身体障害があっても利用可能な課題にも挑戦する。

3. 研究の方法

本研究では、障害児福祉の現場においてヒューマンセンシング技術を応用して子どもの認知機能を評価したり、その成長・発達を支援するために、次にあげる3つの技術的視点から、課題プログラムの開発と、それを用いた実践および評価を行った。

(1) 身体センシング技術を応用した障害児の認知評価と発達支援

Microsoft社のKinectセンサなどを使えば、2万円台という安価なコストで、人の身体や顔をセンサでとらえることが可能になる。そこで、Kinectセンサを中心に、これを活用することでどのような障害児の認知評価や発達支援が障害児支援の現場において可能であるかについて実践研究を行った。

(2) 視線センシング技術を応用した障害児の認知評価と発達支援

Tobii社のEyetracker 4Cのような視線センサを使えば、これも約2万円で人の視線をとらえることが可能になる。この技術を使えば、重度の障害のために発話がなかったり、重複障害によって手指の運動が制限され、積み木で遊んだり絵本をめくったりできない子どもについても、

遊びや教育を提供したり、その認知の様子を評価することが可能になる。そこで、本研究では、視線センサを使った障害児支援現場での実践についても研究を行った。

(3) ヒューマンセンシングと次世代映像表現技術を応用した新たな実践のための技術開発

自閉性の発達障害児などにおいて、表情や視線を使ったコミュニケーションがうまくできないケースがあることはよく知られている。視線や表情をとらえるヒューマンセンシング技術と、仮想現実や拡張現実などの次世代映像表現技術を組み合わせれば、人の視線や表情認知能力を実際のコミュニケーション場面に類した状況下で調べ評価したり、訓練することも可能になると考えられる。そこで、本研究においては、視線や表情を使ったコミュニケーションに関する障害児の評価や発達支援に応用可能な技術の開発も行った。

4. 研究成果

(1) 身体センシング技術を応用した障害児の認知評価と発達支援

① 身体および顔の非接触センシング技術を応用した子どもの行動の自動観察と分析評価

Kinect センサを利用すれば、非接触に人の頭部の空間内位置や向きをデータとして記録することが可能である。この機能を使って、本研究では Kinect Logger という自動化された行動観察プログラムを作成した。プログラムは人を検出すると、人ごとに識別 ID を与え、頭部の空間座標、頭部の向き、笑顔かどうかの判別結果、口の開閉状態等について 30 Hz でサンプリングを行う。図 1 は、放課後教室において 4 人の発達障害児が先生の説明（3 分間、15:12:30～15:15:30）を聞いているときに、先生への注目率を 10 秒間ごとにセンサでとらえた結果例である。このようにヒューマンセンシング技術を応用することで、日常の療育活動の中で療育スタッフが感覚として得ている子どもの行動に対する評価に対し、数値化されたエビデンスを提供することが可能になる。

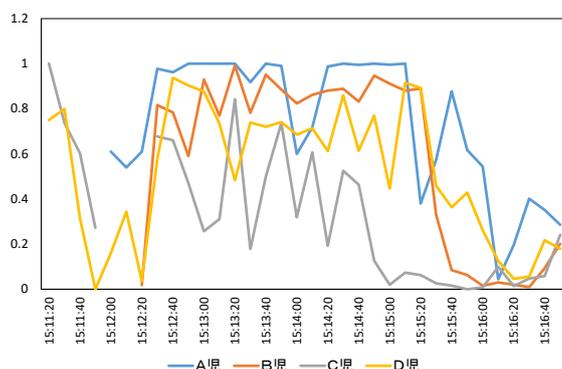


図 1. Kinect Logger によってとらえた 4 人の発達障害児の注目行動評価

② 身体センシングと拡張現実を応用した子どもの視覚運動協応動作に関する評価と訓練

身体センシングと簡易的な拡張現実を組み合わせたゲームとして、自分が写った映像の中に現れる風船に手を伸ばすと割ることができる「Kinect 風船割り」と称するゲームを開発した(図 2)。これを用いることで、発達障害児の遊びを通して、視覚と対応させた身体運動制御の様相を評価したり、衝動性を評価できることがわかり、現在も複数の施設において継続実施中である。

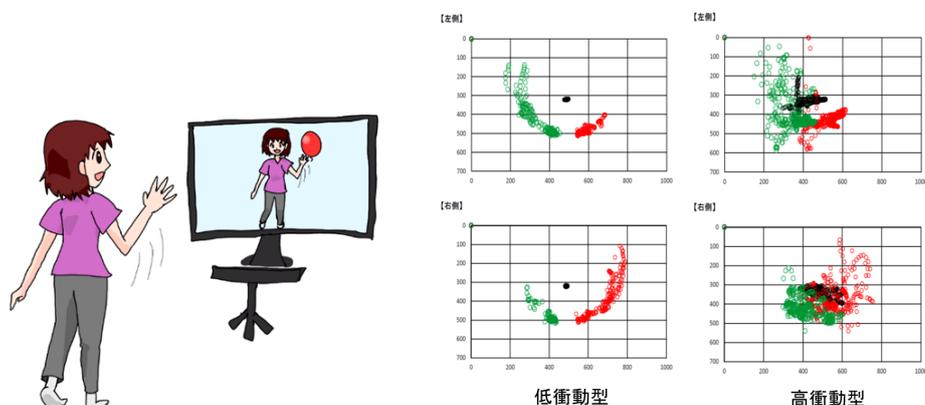


図 2. Kinect 風船割りのイメージ図 (左) とゲーム中の身体運動軌跡の例 (右)

③ 身体センシングを用いたボディイメージの評価と訓練

発達障害児の中に、他者の身体の動きを真似するのが不得意な子どもが多くいることが療育

現場で話題になることは多い。そこで本研究では、身体センシングによって得られた子どもの身体運動をアニメのキャラクタに与えることで、アニメキャラになって遊ぶゲームも開発し、子どものボディイメージの評価を行っている(図3)。体操やダンスの見本を真似るときのように、人は対面した人の動きを模倣するとき、鏡映(左右が逆になっている)関係にある方が模倣しやすいことは常識であるが、実験を行ってみると、健常成人であれば60度斜めから他者の身体を見る場合は、対面側から観察していても、右手と右手、左手と左手が対応している方が身体を動かしやすいことがわかった。このような特性が、模倣が不得意な発達障害児ではどのように発達しているかを、今後は検討していく予定である。

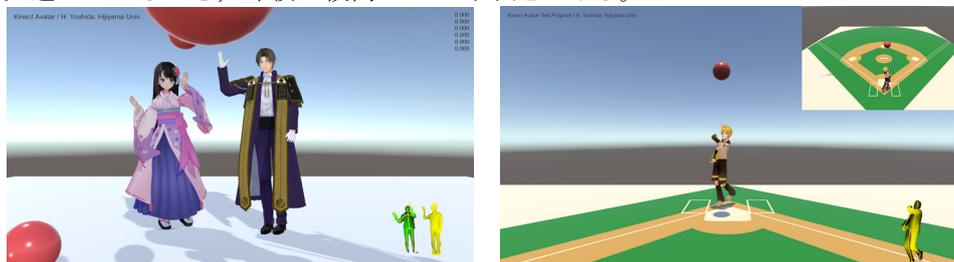


図3. ボディイメージ評価のために開発したゲームの画面例

(2) 視線センシング技術を応用した障害児の認知評価と発達支援

① 視線センシングを応用した子どもの認知評価

現在、安価なゲーム用センサでも高い精度で人の視線をとらえることができる。図4は、実際に Tobii 社のゲーム用センサでとらえたダウン症児と自閉症児の視線記録である。我々は人が写った写真を見ると顔(特に目)に注意が向くが、ダウン症児には同様の傾向が顕著に認められるのに対し、自閉症児にはそれが認められないことがわかる。認知心理学においてこれは常識的に知られることだが、一般の発達障害児の支援施設において、このような検査が日常的にできるかというところではない。また、ゲーム用センサではデータの記録が利用規約によって禁止されているものもあり、Tobii 社のセンサも、三十数万円を支払って特別なライセンスキーを購入して制限を解除しなければ、この図のような記録は行えない。そこで、本研究では、視線に反応する絵本や教材を開発することで、四肢の運動機能障害を併せもつ重度の重複障害児であってもその内面を理解したり、内面を表現できるような機会をつくる試みを行った。

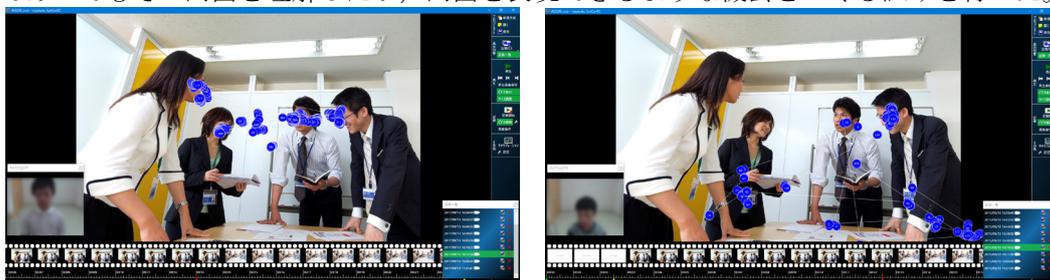


図4. コミュニケーション場面観察時の視線の違い(左:知的障害, 右:自閉性障害)

② 視線センシングを応用した重度障害児のための視線絵本の開発

重い障害をもつ子どもであっても、その療育現場において絵本は必ず使用されている。しかしながら、反応性の低い重症児においては、読み聞かせをしてもどの程度それを理解しているのか、療育者側に不明なことも多い。そこで、絵本型の教材を電子化して、視線に反応するシステム(e-hon)を開発した(図5)。これを用いれば、読み聞かせ時に子どもがどこを見ているのかがわかり、視線を向けるとキャラクタが反応することから、子どもの注意をより引きつけやすい効果が考えられる。本研究を通して、絵本教材をつくるための基本システムはできたので、今後は著作権の問題のないオリジナルの絵本教材を開発する予定である。

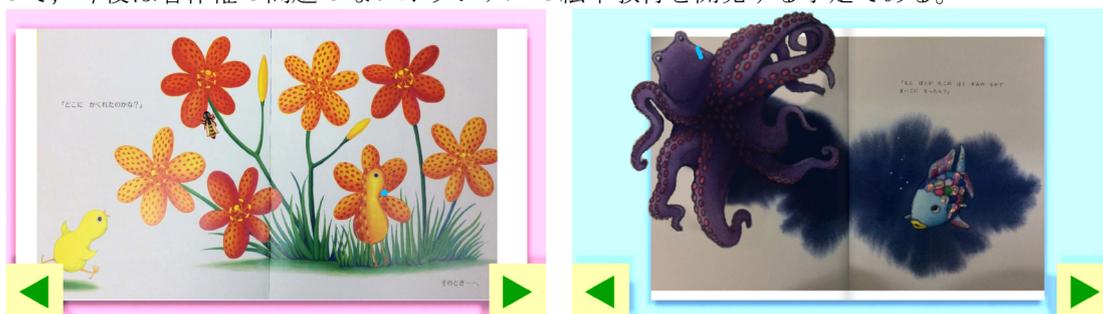
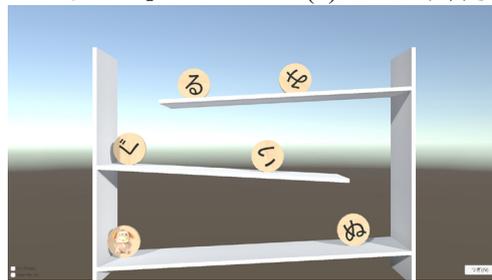
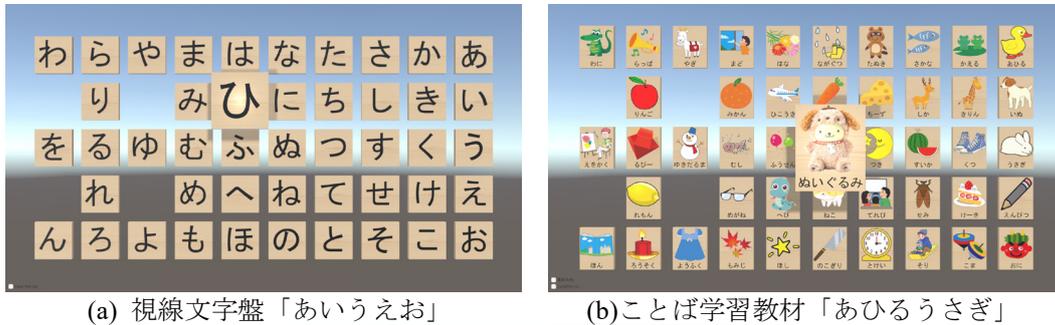


図5. 視線に反応する絵本「e-hon」

③視線センシングによる重度障害児のための言葉や文字学習の支援

ゲーム用視線センサを用いれば、視線文字盤のようなコミュニケーションツールは比較的容易に作成することができる(図6-a)。このシステムを応用して、重度の障害によって手指の運動ができない重症児が言葉を学習するための教材を作成した。これらを用いたことにより、対象児童において語彙の増加や文字学習の促進に大きな効果を認めており、今後も継続評価を行う予定である。



(c) 文字学習ゲーム「もじもじレース」

図6. 言葉・文字学習のために開発したプログラム群

(3) ヒューマンセンシングと次世代映像表現技術を応用した新たな実践のための技術開発

①視線と表情を制御可能なソフトウェアロボットの開発とそれを用いた仮想現実空間での実験

自閉性の発達障害児においては、他者の視線や表情の理解が困難なケースがある。本研究では、最近の3次元コンピュータグラフィックスと仮想現実(VR)による映像表現技術を応用して、VR空間内に提示できるソフトウェアロボットを作成し、今後の研究のための技術開発を行っている。このロボットでは、視線や表情を自由に制御することが可能であり、顔を使ったさまざまな感情コミュニケーションについての実験や評価が可能になる。現時点では、このロボットを用いて、健常成人の視線に対する感受性と性格特性との関連などを調べる基礎研究を行っており、その有効性を検討中である。

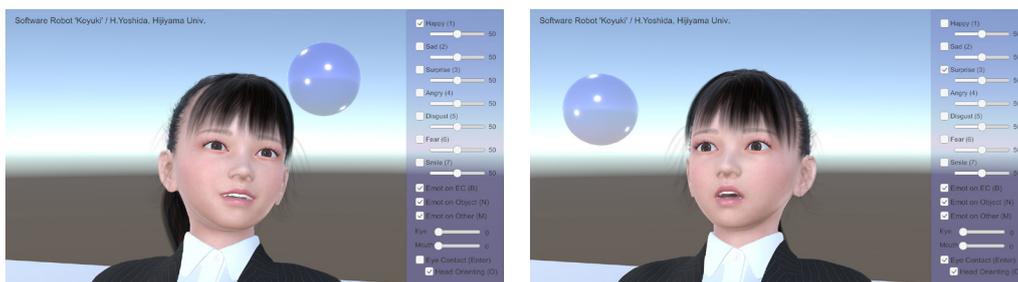


図7. 本研究で開発中のソフトウェアロボット

<引用文献>

Maki, Y., Yoshida, H., & Yamaguchi, H. (2010). Computerized visuo-spatial memory test as a supplementary screening test for dementia. *Psychogeriatrics*, 10, 77-82.

橋本優花里・宗澤人和・澤田梢・近藤啓太・宮谷真人・吉田弘司・丸石正治(2018). びまん性軸索損傷が表情の識別にもたらす影響 高次脳機能研究, 38, 222-230.

Maki, Y., Yoshida, H., Yamaguchi, T., & Yamaguchi, H. (2013). Relative preservation of the recognition of positive facial expression 'happiness' in Alzheimer disease. *International Psychogeriatrics*, 25, 105-110.

柴崎光世・吉田弘司(2016). 脳血管障害患者を対象とした表情認知障害に対する認知リハビリテーションの試み—近赤外分光法を用いた検討— 明星大学心理学年報, 34, 29-39.

- 熊田真宙・牧陽子・山口晴保・吉田弘司 (2011). 高齢者の6基本表情に対する認識能力の評価—意味的分類課題と知覚的照合課題による検討— 老年精神医学雑誌, 22, 325-332.
- 熊田真宙・吉田弘司・橋本優花里・澤田梢・丸石正治・宮谷真人 (2011). 表情認識における加齢の影響について—表情識別閾の測定による検討— 心理学研究, 82, 56-62.
- 吉田弘司・熊田真宙 (2012). 社会的相互作用の分析指標としての個人の表情感受性の定量的評価 比治山大学大学院現代文化研究科附属心理相談センター年報, 7, 19-27.

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 10 件)

- 今田純雄・吉田弘司 (2017). Kinect を用いた感情反応の継時的測定(1) 日本心理学会第 81 回大会, 久留米シティプラザ (久留米大学) (発表論文集, p.710)
- 槇坂苑花・吉田弘司 (2018). 身体運動を用いた高齢者の認知機能の評価 日本心理学会第 82 回大会, 仙台国際センター (東北大学) (発表論文集, p.294)
- 吉田弘司 (2016). Kinect を用いたオープンフィールドにおけるヒューマンセンシング 中国四国心理学会第 72 回大会, 東亜大学 (発表論文集, p.17)
- 吉田弘司 (2017). ヒューマンセンシングと仮想現実を用いた新たな実験パラダイムの提案—視線と表情による社会的相互作用の検討— 中国四国心理学会第 73 回大会, 徳島大学 (発表論文集, p.46)
- 吉田弘司 (2017). 身体センサと拡張現実を応用した視覚運動協応の評価—風船割りゲームを用いて— 日本心理学会第 81 回大会, 久留米シティプラザ (久留米大学) (発表論文集, p.535)
- 吉田弘司 (2017). 遊びを通じた子どもの認知評価と発達支援 日本小児看護学会第 27 回学術集会テーマセッション (鈴木真知子・吉田弘司・鈴木恵・仁科恵美子「重症児とのコミュニケーションはどのようにしていますか?~最新のコミュニケーション機器を実際に体験してみましよう!!!~」), 京都国際会館 (講演集, p.88)
- 吉田弘司 (2018). バーチャルリアリティ空間における月の錯視 日本心理学会第 82 回大会, 仙台国際センター (東北大学) (発表論文集, p.434)
- 吉田弘司 (2018). バーチャルリアリティ環境下の擬人化エージェントに対するパーソナルスペース 中国四国心理学会第 74 回大会, 東広島市市民文化センター (広島国際大学)
- 吉田弘司 (2018). 目はこころの窓—視線で読み解く心, 視線で伸ばす心— 中国四国心理学会第 74 回大会, 市民公開シンポジウム II (西村太志・古満伊里・吉田弘司・藤原裕弥・首藤祐介・相馬敏彦「未来を創る心理学の活かし方」), 東広島市市民文化センター (広島国際大学)
- Yoshida, H., Ogawa, S., Kobayashi, H., & Nakashima, K. (2016). Augmentative & alternative communication using a gaming eye tracker. The 31st International Congress of Psychology, Yokohama, Japan (Pacifco Yokohama) (Proceedings, p. 267)

[その他]

ホームページ等

<http://maruhi.heteml.jp/>