

遊びロボットによる子供の性格推定に関する基礎的研究

Fundamental study of personality estimation for child by playing robot

岩崎安希子*, 下斗米貴之*, 阿部香澄**, 中村友昭**, 長井隆行**, 大森隆司*
Akiko IWASAKI*, Takayuki SHIMOTOMAI*, Kasumi ABE*, Tomoaki NAKAMURA**,
Takayuk NAGAI**, and Takashi OMORI*

*玉川大学, **電気通信大学

Tamagawa University, The University of Electro-Communications
iwska2re@engs.tamagawa.ac.jp

Abstract

Recently various robots have been developed not only for industrial use but for home use too. In this paper we propose a playmate robot that is designed to play with children. Observation of children is necessary during playing with them in order to sustain their interest. We consider that it is important for the robot system to distinguish children's personality types or tendencies. Therefore, we performed an experiment of having a robot and a child play together. Then this result was compared to a personality test of the subject children. As a result, the relationship between the child's personality test score and a child head movement observed during playing with the robot was found to be significant. This suggests the possibility of adaptive robot system playing with children according to the personality of each child.

Keywords — **Playmate Robot, Children, Personality test.**

1. はじめに

近年, 産業用・研究用のみならず生活の中にまでロボットが進出し, 我々がロボットに接する機会が増えている. 近い将来, 家庭環境で人と暮らすロボットも商品化され, ロボットと人とのインタラクションがますます多くなるであろう.

近年, 子供と遊ぶロボットに関して多くの研究報告がある[1-8]. 遊びの実現には環境・状況の認識だけでなく, 相手の心的状態の認識とそれに基づいた行動決定が必要となる. 特にロボットとの遊びにおける子供の状態の推定手法に関しては, 興味度[1-2]や対人的感覚[3], 親近感[4], 没頭度[5-6]に関する研究報告がある. また, 社会心理的な視点から子供とロボットのインタラクションについての研究が報告されている[7]. 例えば高橋ら

はロボットと子供の関係性を新奇性と親近性という2つの視点で評価し, 新奇性だけでは子供がすぐに飽きてしまい適切な関係を築くことができないことを示した[4].

遊び相手ロボットの目標としては子供を飽きさせないことと, 遊びを通して子供の発達を助けることの2つが挙げられる. まず, 子供を飽きさせないためにはロボットが子供の好みなどに沿った振る舞いが必要であり, さらに子供の発達を助けるためには遊戯療法などに挙げられるように子供の性格に合わせた適切な行動をとることが望ましい. 子供がロボットに感じる対人感覚の重要性について指摘されている[3]. 本研究ではこの感覚が, 子供の興味を持続させようとする適切な働きかけによって維持される, と考える. このようなシステムの実現には, ロボットが子供の好みや性格を知っている必要がある. しかし, 事前に個々の子供の性格や好みの情報ロボットに与える方法は遊びの場面には適していない. 前述の研究はいずれも, 複数の第三者からの主観的評価を基準にロボットと子供の関係を議論しており, 遊び中にロボット自体が判断を行うものではない. .そこで本研究では, 子供の性格検査や聞き取り調査とロボットが観測できる指標との対応について調査し, 分析した.

2. 遊びロボット

ロボットには複数の遊びを実装し, 子供が飽きてきた場合には異なる遊びを選ぶことで子供の興味を維持することを考える. しかし現実には, 子

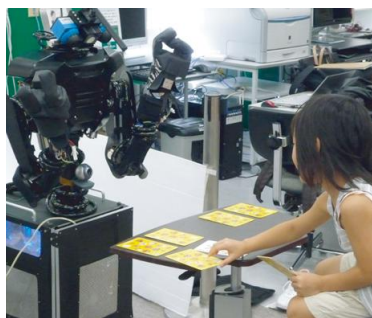


図 1. 遊び相手ロボット

供が飽きないほど多くの遊びを用意することは難しく、新規性のみで興味を維持してロボットと子供の長期的な遊びの実現することは難しいと考えられる。子供の興味を長時間引き続けるだけならコンピュータゲームでもよい。しかし我々は今のコンピュータゲームに社会性を高める寄与は想定できない。語学学習に関する発達研究においても、映像による発話提示より現実の人による提示で大きくパフォーマンスが向上する事が知られている[11]。この違いが生まれる要因は何か、ということが我々の興味である。

従来提案された遊び相手ロボットは、家庭用の自律ロボットとしてではなく、多くは自閉症の遊戯療法が目的として開発されている[12-15]。文献[12]では、本研究と同様インタラクションを意図して遊びの基本要素の抽出を検討しているが、ロボットによるおもちゃの操作に主眼がある。また、ロボットの形態としてヒューマノイドロボットの使用は少ない。例えば Keepon[8]やパロ[9]の例では、ロボット自体が癒しや遊ぶことを目的としており、インタラクション自体が目的ではない。本研究が目指すような遊び相手としての対人感覚を論じるなら、それに見合った人格を付与しやすい形状は重要である。基本的に、これまで開発された多くのサービスロボットは[14-16]、子供との遊びはほとんど考えていない。

そこで本研究では、子供とインタラクションする遊び相手ロボットを目指す。トランプやお絵描きなど発達期の子供の興味を引く 4 種類の遊びモジュールを実装して遊びの種類を切り替えつつ子供と遊ぶ。本研究で目指すのは、人間の子供や大人と同様に、相手の子供の心的状態や性質を考慮し

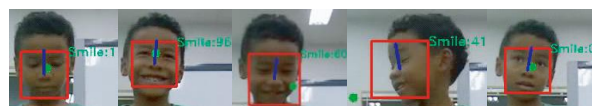


図 2. 顔認識システムにおける視線・表情認識

てコミュニケーションをとる、友達に近い存在となり得るロボットである。そのようなロボットの実現には、ロボットで観測可能な子供の行動指標からその嗜好や性格傾向を推定できることが求められる。

3. 実験方法

3.1. 被験者

子供の遊びの好みとそれに伴う行動などの特徴量を検討するため、5~6 歳の子供に対しロボットとの 1 対 1 の遊び実験を行った。ロボットについての印象を統制するため、被験者は初見の児童(平均=5.85 歳, SD=0.3, 男児 7 人, 女児 5 人)を対象とした。このうち一人は実験が始まる前にロボットに会うのを怖がって帰ってしまったためデータから除外し、11 人のデータに関して分析を行った。本実験は玉川学園倫理委員会の承認を受けており、被験児の保護者には書面と口頭で実験の説明をして了承をえた上で実験を開始した。

3.2. 遊びロボットシステム

本研究で使用するロボットプラットフォームは、図 1 の“DiGORO”である。DiGORO は、家庭内で家事などを行うことを目的とする家庭用サービスロボットである。6 自由度の双腕アームと 1 自由度の腰、3 本指のハンドを有し、その身体性を生かして、身体やおもちゃを使った高度な遊びができる。

また、頭部には CCD カメラ (DFK31AU03, The Imaging Source 社, 画角横方向 70deg, 縦方向 53deg) と赤外線 TOF カメラ (SR4000, MESA 社) が搭載されており[19]、人や物体のオンライン学習や正確な認識が可能である[20]。被験者のデータを取得するため USB 接続カメラ (HD Pro Webcam C910, Logicool 社, 画角 78deg) と TOF カメラ (Kinect, Microsoft 社) をロボットの中央部に設置し被験児を撮影した。USB カメラ・TOF カメラの

いずれも 480×640 画素で 1m 程度の距離から撮影した。USB カメラでは 5fps で画像を取得し、顔認識モジュール(OkaoVison, Omron)で顔方向・顔角度・笑顔度を算出できる(図 2)。図 2 の赤い四角は認識された顔位置、青い線分は鼻位置を認識映像から顔付近を切り出して表示している。

ここで笑顔度とは、顔の口角の上がり具合やしわのでき方などから Haar-like 特徴量により、認識対象者がどの程度の笑顔を浮かべているかを 0～100 の数値で示したものである[21]。本研究ではこれらを生児の行動の特徴量とした。

ロボットが多くの遊びに対応することは、前述の興味度の視点で継続して生児の興味を引くために重要である。本実験では安全性の配慮から生児が室内で着席して遊ぶ状況を想定し、ロボットも移動せずに実験を行った。生児との遊び相手として、ロボットは生児とできるだけ長く遊び続けられる必要がある。そのためロボットが相手の状態や遊びの状況に応じて、遊びや行動を切り替えるシステムが提案されている[2, 3]。阿部らは、生児の心的状態に関する状態遷移を構成し、状態推定アルゴリズムに基づき状態を推定している[3]。更に推定された状態に基づいて「カードゲーム(神経衰弱)」や「じゃんけん」、「絵本読み」などの遊びを切り替えるシステムを提案している。本研究ではこのシステムを用いており、遊びを切り替えながらインタラクションを行うシステムとなっている。神経衰弱ゲームは認知度が高くほぼすべての子がルールを知っている若しくは簡単に理解できるため採用している。

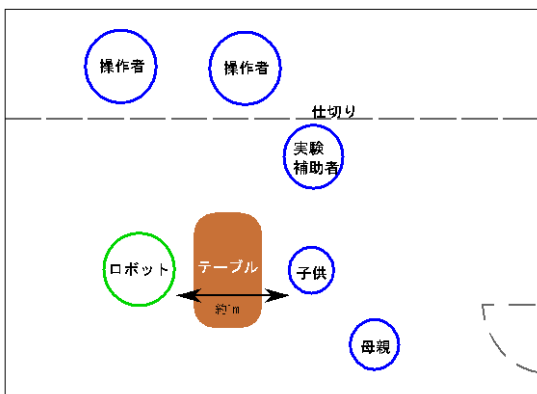


図 3. 実験配置図

3.3. 手順

実験では、生児が椅子に座ってロボットとテーブルを挟んで対面し、ロボットと遊んだ(配置は図 3 参照)。図 3 の部屋には仕切りがあり、ロボットの認識や動作の不具合に備えて操作者が被験児に見えない位置に待機した。ロボットは自律的に動作するが、操作者は割込みでロボットの操作をすることができる。実験中は実験補助者が常に被験児に付き添っていた。実験で行った遊びは神経衰弱、じゃんけん、絵本読みの 3 種類である。神経衰弱ではロボットがカードを指差し、実験補助者若しくは被験児がカードをめくった。

生児の表情、動きなどからロボットや遊びに対する興味の高さを推定しながら行動を決定した。実験の間、ロボットに取り付けたカメラで生児の正面からの映像を取得し、行動をビデオとして記録した。ロボットの処理に使用しているカメラ以外に、生児の正面からの映像を取得できる位置に小型のカメラを設置して生児の様子を記録した。また、カメラと近い位置に Kinect を設置することで、生児の 3 次元情報を記録した。こうした記録映像は、遊びに関する質問項目の結果と共に解析することで、遊びの好みや性格と振る舞いを関連付けるために利用することができる。また、Kinect によって記録された 3 次元情報は、生児の視線や動きの量・方向を正確に計算するために使うことができる。

実験は、生児が入室してから、対話モジュールを使用した慣らし(5分)、遊び(～25分)、退室という流れで行い、実験時間は一人あたり最長 30 分とした。おもちゃを使うトランプの神経衰弱と、身体を使うじゃんけんを、状況に応じて切り替えた。対話中など、テーブルや手先を見る必要のない時は、ロボットは顔追跡でアイコンタクトを行った。遊びの行動選択はロボットが行動指標に基づいて自律的に行い、その行動の実行タイミング決定についてはオペレータが遠隔操作した。なお、このシステムは生児が興味を持って遊び続けられることを目的としたモデルをロボットに実装し、生児の状態に基づいた行動を選択するものであり、

これにより、子供によるロボットの印象評価が向上したという結果が得られた[3]。また、現在の技術による音声認識でのスムーズな会話は困難であるため、オペレータが一部手動で操作を行った。将来的には音声認識や実行タイミング決定はロボットが自律的に行う予定である。

3.4. 聞き取り調査

遊び実験の終了後、被験児と保護者へ聞き取り調査を行った。更に保護者に対しては対象児について 13 項目の性格的傾向を評価し、養育上必要な配慮を判断することを目的とした TS 式幼児・児童性格診断検査[22] を実施した。被験児に対しては 52 種類の遊びについて好きな度合いに関する聞き取り調査を行い、52 種類の遊びそれぞれについて、「好き」・「普通」・「嫌い」・「知らない」(3, 2, 1, 0) で評価した。各質問項目は表 1 に示す。表 1 の G01 から G34 までは特に因子分析に使用したものである。因子分析では固有値計算を行っており、計算上の都合から同じ回答であったもの 18 項目を除外して 34 項目に関して分析した。評価は表 2 のようになった。なお、表 2 中の itemID とは、表 1 に示した遊びの質問項目に関する ID に対応する。実際にロボットが遊びとして行った神経衰弱(G49)に関しては、ほぼすべての子供が知っていると言っていた。また、ID の C01-C12 は被験児の ID を示している。

4. 結果

遊びの実験は被験児の意思によって終了するか、30 分を超えた段階で実験者が終了を促した。ならしの段階における Kinect による被験児の顔方向の観測値は図 4(a) のようになった。ここで横軸はフレームであり、縦軸の正の方向は保護者を、負の方向は実験補助を向く顔の角度を表わしている。この図の(a)は視線のみを測定したもので図 4 の(b) では子供が意図的に振り向いたタイミングをより明確に検出するために笑顔度も考慮した。実際の計算では

振り向き度 = 笑顔度 × 顔方向

とした。ここで図 4 の(b)の横軸はフレーム、縦軸

表 1. 遊び質問項目

遊び ID	遊び
G01	あっち向いてホイ
G02	おままごと
G03	カードゲーム(トレーディングカード)
G04	サッカー
G05	ピアノ・歌・音楽
G06	プラレール
G07	お人形遊び
G08	ロボット、人形で戦いごっこ
G09	絵本読み
G10	戦いごっこ
G11	ごっこ遊び
G12	小さい動物と遊ぶ
G13	お絵かき
G14	あやとり
G15	ブロック
G16	折り紙、粘土、工作
G17	パズル
G18	なぞなぞ
G19	お手玉
G20	カルタ取り
G21	ミニカー
G22	塗り絵
G23	じゃんけん
G24	虫取り
G25	縄跳び
G26	かけっこ
G27	椅子取りゲーム
G28	かくれんぼ
G29	積み木
G30	ブランコ
G31	しりとり
G32	編み物、ビーズ
G33	スイミング
G34	けいどろ
G35	7並べ
G36	アイロンビーズ
G37	アルプスいちまんじゃく
G38	野球
G39	ドッジボール
G40	ジェスチャーゲーム
G41	じじ抜き
G42	テレビゲーム
G43	ばば抜き
G44	ハンカチ落とし
G45	花一匁
G46	マイムマイム
G47	あぶくたつた
G48	鬼ごっこ
G49	神経衰弱
G50	鉄棒
G51	伝言ゲーム
G52	大きい動物と遊ぶ

は振り向き度である。これにより、保護者を頻繁に振り向く、つまり家庭不適応の傾向が強い子供とそうでない子供が推定できるようになると考えられる。

4.1. 遊びの傾向と性格傾向の関係性

遊びの好みに関する回答に関して因子分析を行った。因子分析の結果から、子供によって好きな

遊びに偏りがあることが見て取れる。そこで、それぞれの遊びに何らかの因子が存在することを仮定し、それらの因子と性格的要素の関連を調べるために、ケースを各被験者、変数を各遊びとして表1の結果を因子分析した。結果を図6に示す。なお、「好き」・「普通」・「嫌い」の値はそれぞれ3, 2, 1, 「知らない」の値を2と仮定し、因子分析には最小二乗法、回転には Varimax 法を用いた。選びだした34種類の遊びからは、2つの因子が抽出された。図のように、第一因子は正の方向には「小さい動物と遊ぶ」などがあり、これらは面倒をみる、協力して遊ぶなどの協調性の必要なものであると考えられる。逆に負の方向には「サッカー」, 「戦いごっこ」などがあり、これらは勝敗が分かれる、擬似的に対立するなどの競争的な要

素の強いものである。よって、この因子を「協調-競争性」と呼ぶこととする。また、第二因子の正の方向には「あやとり」, 「縄跳び」などがあり、これらは知識や技能を必要とし、一定のルールが存在するものであると考えられる。これとは対立して負の方向には「おままごと」, 「塗り絵」などがあり、比較的ルールが少なく、能力などを気にせず自由に、または創造的に遊ぶことのできるものであると考えられる。よって、この因子を「技能-創造性」と呼ぶ。また、結果の解析に当たり便宜的に図6の象限を第1象限から順に「協調・技能」「協調・創造」「競争・創造」「競争・技能」と呼ぶ。

なお、それぞれの遊びの因子について、一見正しくないように見えるものはいくつか存在する。

表2. 子供の遊びに関する回答

ID	gender	item ID																																		
		G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	G25	G26	G27	G28	G29	G30	G31	G32	G33	G34	
C01	F	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3	3	2	2	3	3	3	3	1	1	1	3	3	1	3	3	1	2	3	3	1	3	
C02	M	1	1	2	3	2	3	1	3	2	3	1	2	3	3	3	2	3	1	2	3	1	3	3	3	1	1	2	1	3	3	2	3	2		
C03	F	3	2	2	1	2	2	2	1	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	
C04	M	2	2	1	3	3	3	1	2	3	3	3	1	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	1	3	3	3	3	0	1	2	
C05	F	2	2	1	1	3	1	2	1	3	1	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	1	2	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3	1	0	
C06	M	3	3	1	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
C07	F	2	3	3	1	3	2	3	1	3	1	3	3	3	1	3	3	3	2	1	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	0	
C08	M	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	1	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	2
C09	M	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
C10	M	3	1	3	2	3	3	1	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
C11	M	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3
C12	F	2	3	2	1	3	3	3	1	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	0	3	0

表3. 児童性格検査結果

左：各児童の算出スコア，右：各項目

ID	gender	age	personality item ID													診断項目	
			P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13		
C01	F	5.1	30	10	25	15	60	70	20	99	99	50	60	20	40	P01	顕示性が強い/顕示性なし
C02	M	5.08	1	50	60	20	90	35	20	99	30	99	60	20	60	P02	神経質/神経質ではない
C03	F	5.11	15	65	60	20	75	35	30	99	60	99	80	35	85	P03	情緒不安定/情緒安定
C04	M	5.02	50	80	60	30	45	25	40	99	99	99	80	55	99	P04	自制力なし/自制力がある
C05	F	6.03	10	75	45	5	90	50	15	99	30	99	75	30	55	P05	依存的/自立的
C06	M	6.05	5	60	99	10	40	85	10	99	80	45	99	30	80	P06	退行的/生産的
C07	F	5.08	80	50	35	99	20	70	99	10	30	10	99	70	10	P07	攻撃・衝動的/温和・理性的
C08	M	6.01	40	75	80	75	80	95	40	65	99	99	55	85	99	P08	社会性なし/社会性がある
C09	M	5.1	50	99	80	40	30	50	40	99	30	15	60	55	40	P09	家庭不適応/家庭適応
C10	M	5.09	99	99	80	99	99	95	99	35	99	50	80	99	85	P10	学校不適応/学校適応
C11	M	5.09	50	50	80	40	75	70	80	99	60	99	25	70	85	P11	体質的不安定/体質的安定
C12	F	5.1	20	50	5	20	60	85	60	15	40	50	40	35	20	P12	個人的不安定/個人的安定

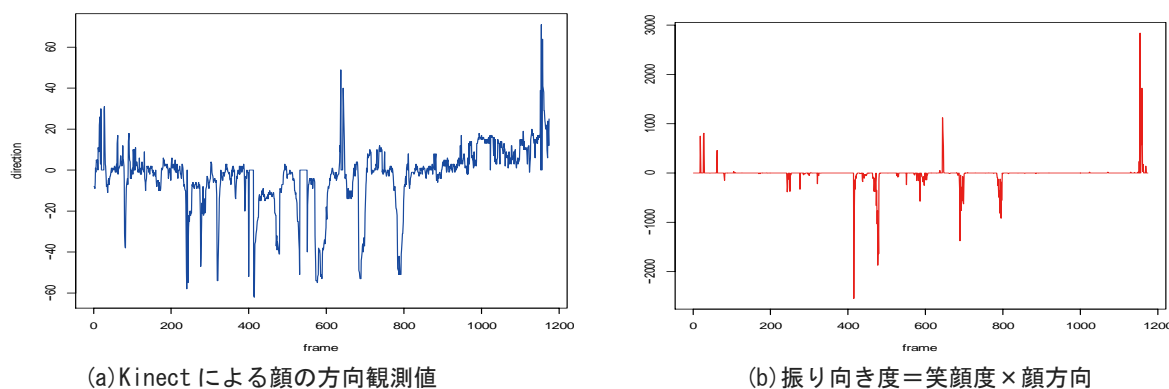


図 4. ロボットによる対象被験児の観測情報に関する時間変化

例えば「かくれんぼ」は、競争性ではなく協調性を持っているという結果になっている。これは大人の場合は見つからないように隠れる競争性の高い遊びであると解釈することが多いが、子供にとっては「自分を見つけてほしい」など、相手とのコミュニケーションを意識した協調性の高い遊びであるという解釈も考えられる。評価遊び実験中に子供が意図的にロボットから隠れ、ロボットに見つけてもらおうとしたケースが存在した。これは、ロボットと競うことを意図した競争的な態度ではなく、ロボットとのコミュニケーションを図ろうとした協調的な態度であると考えられる。このように大人と子供では、それぞれの遊びに対する解釈に少なからず差異が存在する。

また、「かけっこ」などは「かくれんぼ」と同様に競争的な遊びというよりは、一緒に走って楽しむ遊びであるという解釈もあると考えられる。今回の結果は被験者の少なさの影響もあり、必ずしも安定した結果とは限らず、因子の名前についても検討の余地がある。大学生を対象とした子供時代の遊びの好みに関する報告では、造形系や技能・操作系などの因子を挙げており[24]、本研究で取り上げた軸と類似しているため、ある程度の信頼性があると考えられる。

因子負荷量を子供が「好き」と回答したものを1、「嫌い」としたものを-1で重みづけし、上記の4象限それぞれの重心を求めた。なお、各象限の重心がその象限を飛び出し「嫌い」の方に重心が傾いている場合、その象限の遊びが好きである度合いが0であるとみなし、重心の値を0とした。

ここで4象限に分けて重心を求めたのは、もし因子全体で協調性と競争性を分けずに重心を求めた場合、協調性の高い遊びが好きなお子様ならば競争性の高い遊びは好まないという結果になってしまう可能性があるためである。

4.2. ロボットの観測との関係性

実際の環境において、保護者や保育士などは子供の行動から遊びの好みだけではなく性格的傾向についても推測していると考えられる。そこで、本研究でも実験中の子供の行動を観察して性格的傾向と関係のあると思われる特徴的な行動を抜き出すことで、ロボットによる推定の方法を検討する。

性格検査によって家庭適応のスコアが低い子供には実験中何度も保護者を振り返って笑いかける、話しかけるなどの行動が特に顕著に見られた。この傾向は評価者による子供が意図的に振り返っているかいないかの評価であり、ほとんど振り返っていない子供をno-turn群(6名)、少し振り返っている、または頻繁に振り返っている子供をturn群(5名)とした(図5)。この図の縦軸は家庭生活に関するスコアであり、横軸は振り返りの有無を示している。また、白丸は各対象児のスコアであり、実線は中央値、破線は平均値を示している。一人の被験者については実験の最初の部分である慣らしで、ロボットを怖がり入室をためらったため、振り返りを確認できなかったため除いた。これら2群の性格診断検査の家庭適応のスコアについてウィルコクソン順位検定を行ったところ、no-turn群で有意にスコアが高いことがわかった(W=28,

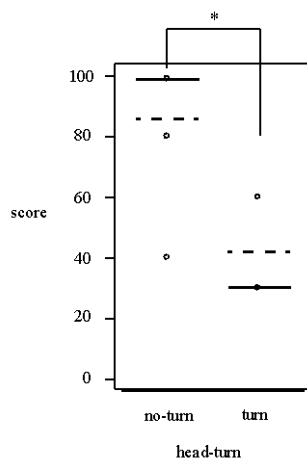


図 5. 振り向き有無と性格スコア

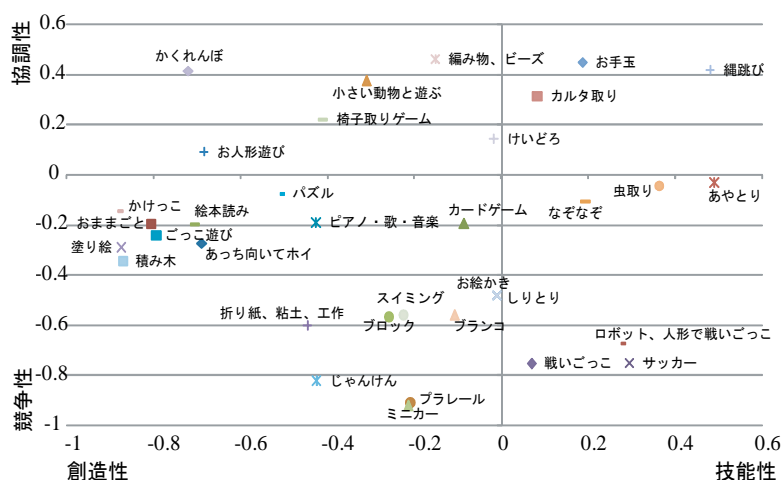


図 6. 因子分析結果

p<0.05, 両側).

ロボットの観測した振り向き度について特徴量を抽出するために、すべての子供の振り向き度の時間変化を正負方向で分け、各1次から4次の中心モーメントを算出した。この中心モーメントを説明変数とし、性格傾向の点数を目的変数として重回帰分析を行った。ステップワイズによる変数選択を行っている。家庭適応/不適応の点数に関して、正方向（母親を振り向いている時）のみに3次・4次モーメントに関する係数で有意性(2次： $\beta_2 = -2.4 \times 10^{-4}$, $p < 0.1$, 3次： $\beta_3 = -4.3 \times 10^{-7}$, $p < 0.05$, 4次： $\beta_4 = -1.4 \times 10^{-10}$, $p < 0.05$)が得られた。この時の決定係数は $R^2 = 0.73$ であった。他の性格傾向に関しては有意な結果が見られなかった。

また、評価者がビデオを見て振り返ったと判断した回数と、ロボットの観測による結果に関して順位相関を計算したところ、3次モーメントに関して最も高く0.48であった。

遊びの好みに関する特徴量に関して同様に重回帰分析を行ったが、有意な結果は得られなかった。遊びの創造・競争の特徴量について2群に分け、実験において絵本読みを行っている時の子供の行動の特徴量(gaze, stare)の平均値を計算しt検定($p < 0.05$)を行ったところ、有意な差が認められた。この時のstareとは子供の視線の方向の安定性を表したものであり、特徴量が大きい子供はそうでない子供に比べてこの値が有意に大きかつ

た。

5. 議論・考察

家庭内で人と暮らすロボットを目指し、身体性を生かして子供と遊ぶ、遊び相手ロボットを用いて子供との遊び実験を行った。本研究では特に、遊びにおける他者の心的状態という計測困難な状態量を扱うため、子供の好みや保護者からの児童性格検査結果の関係を調査した。児童性格検査結果のスコアに関して、ロボットの観測から得られる値との対応関係について議論した。その結果、対象被験児の振り返り動作や、表情に関する情報から性格項目の家庭適応に関するスコアについて有意な関係が存在することが明らかとなった。

これまでの子供とロボットの遊びに関する先行研究から、子供の視線の向き的重要性が指摘されている。特に興味度や、対人感覚、新奇性と親近感など多くの要素から影響を受けている事が明らかとなっている。ロボットの振る舞いが他者モデルに基づけば、子供のロボットへの対人感覚を維持できることが示されている[3]。遊びには興味度で表わされる「遊びへの興味や飽き」という要素の他に、ロボットへの視線の頻度で表わされる「ロボットへの対人感覚」という要素が存在する。本研究における顔方向の動きの分析結果と同様、子供の心理状態や性格に深くかかわっている事が示唆される。

また、実社会における人間同士のコミュニケー

ションでは、相手の表情や行動を一定時間観察することで、相手の性格や好みを把握していると思われる。同様に、ロボットが子供の遊び相手を行う場合も一緒に遊びながら子供の表情や行動を推定し、提案すべき遊びの種類を決定することができると考えられる。本研究では Kinect と顔認識の結果から性格を推定する手法を提案した。結果から本手法が有効であることを示した。よってロボットによる、顔認識や Kinect による体の動きを元にした性格や好みの推定が有効であることを示した。回帰分析では有意な結果が観測されなかったが、 t 検定により有意な関係性が示唆された。子供が創造性の遊びを好むかどうかの指標は、子供の視線が絵本の方向にあるか、それ以外の方向にあるかを計測することで推定できる可能性がある。

家庭適応のスコアは、子供が家庭内で心理的に安定しているかを推測するものであり、養育者の顔色をうかがう用などの傾向が関与している[22]。これまでの心理学的な研究により、母子間に限らず、存在価値を確認する再確認行動について研究が行われている[24]。本研究における結果では対象児の養育者に対する振り向きについての関係性が確認されたが、これも再確認行動の一種である可能性がある。この振り向き行動が家庭適応というスコアに関与しているという結果は、存在価値に関する確認行動であると解釈すると矛盾がないと考える。しかし、これまでの多くの関連研究では調査者の主観による評価が元となっており、ロボットによる計測によって評価したものではない。このことから、本研究で示したロボットの観測による評価は、ここで注目している関係性に関する客観的な評価方法としての可能性を示唆するものである。今回の調査では、ロボットの観測に関して家庭適応に関する点数との関係性が明らかとなったが、他の性格傾向の点数との有意な関連性は観測されなかった。本研究では、性格の傾向をロボットが推定できることが重要であり、家庭適応と振り返りの傾向は、親子の関係性を測る尺度などになりうると思う。

また、より精度の高い性格の推定には、適切な

特徴量の抽出が重要であり、今後の課題である。被験者数についても大規模に調査を行うことによってより詳細な関係性が発見される可能性がある。遊びの好みに関して、実験結果の分析により、男女差が認められた。性格の男女差については多くの文献で指摘されており、男性にとって競争性が優位であるなどの普遍的な性格傾向が存在する[25]。他の霊長類に関しても、オスはメスに比べ荒っぽい遊びを好む傾向にある[26]。子供の遊びの好みを把握する上で、まず性別による本能的な影響が避けられないことを示している。

今回行った実験ではサンプル数が少なく、今後多くの被験者に聞き取り調査と遊び実験などを継続して行い、ロボットに情報を蓄えていくことで、遊び相手ロボットとしてより精度の高い個々の性格に合った遊びの傾向を推定することが可能になると考えられる。また、家庭内では短時間に行う実験と違い、長期にわたりロボットと子供が関わっていくことが想定される。そこで、子供の選択した遊びや、その遊びに対する興味の示し方、楽しみ方などから遊びに点数をつけ、蓄えた情報から子供の好みを把握していくことなどが有効であると考えられる。

性格に関する質問項目などから家庭生活や学校生活における適応性の予測をする試みに関して報告がなされており、性格を把握することは社会的な応用面からみても重要である[25]。また、得られた性格に関する情報を元に、ロボットを用いた遊戯療法などの形で実現できる可能性もある。

今回の実験では、子供がロボットになれる早さなどがそれぞれ異なるなどの予想から、ロボットとの実験が初めての子供のみで分析を行った。今後は保育士などの人間との反応の違いや2回目以降の実験に対する反応も分析することを検討している。

本研究における遊びロボットは親あるいは養育者が忙しくしている家庭で、一時的な保育の代行者としての playmate が実用的ではないかと考える。できるだけ長時間子どもの興味を引きつつ遊び相手としての対人感覚を持たせて相手をして、

最後には保護者が子どもの発育の責任をもつという「発達の支援装置」あるいは「一時的代行装置」としての可能性が考えられる。すなわち、母親がときどきは見えている状況で遊びを行い、そのときの母親に対する行動から子供の状況を推定するという利用場面が想定される。

本研究で使用したロボットシステムは、計算リソースとして高水準のスペックを必要とするため、即現実の応用としては費用やメンテナンスの面で難しいと考えるが、行動観察であれば低価格のカメラやTOFによって実現できる可能性もあり、目的によっては低スペック環境で機能を制限することも可能性がある。本研究では、特にロボットとヒトのインタラクションについての基礎研究として議論しており、現在のシステムでどこまで子供と遊びを行えるかという点に着目し、遊びのインタラクションに必要な機能について議論した。他のロボットシステムでの違いも今後の課題である。

6. 結論

本研究では、家庭内で人と暮らすロボットを目指し、遊び相手ロボットを用いて子供との遊び実験を行った。子供の性格や好みに応じた遊びシステムを構築するための基礎研究として、別に行った児童性格検査の結果との関係性の有無について調査した。本研究により各性格スコアと遊びの好み、またロボットから観測した視線や表情に関する値との関係が存在することが明らかとなった。

謝辞

本研究は、科研費（基盤(C) 23500240）及び新学術領域研究「伝達創成機構 21120001」21120010、若手研究(B) 22700225 の助成を受け実施したものである。

参考文献

- 1) 下斗米貴之, 阿部香澄, 岩崎安希子, 長井隆行, 大森隆司: ロボットによる子供の興味度の推定, 第13回日本感性工学会大会, F24, 13, 2011
- 2) Shimotomai, T., Abe, K., Yokoyama, A., Nagai, T., and Omori, T.: Estimation of children's interest dynamics while communicating with robots, International Conference of Cognitive Neurodynamics, 2011
- 3) 阿部香澄, 岩崎安希子, 中村友昭, 長井隆行, 横山絢美, 下斗米貴之, 岡田浩之, 大森隆司: 子供と遊ぶロボット: 他者の状態推定に基づく行動決定モデルの適用, Human-Agent Interaction Symposim (HAI), I-2B-3, 2011
- 4) 高橋英之, 宮崎美智子, 岡田浩之, 大森隆司: 「新奇性」と「親近性」の軸から子どもとロボットの関係性を捉える, HAI シンポジウム 2011, I-2B-2, 2011
- 5) Castellano, G., Pereira, A., Leite, I., Paiva, A., and McOwan, P.W.: Detecting user engagement with a robot companion using task and social interaction-based features, Proc. of the 2009 International Conference on Multimodal Interfaces, 119-126, 2009
- 6) Sanghvi, J., Castellano, G., Leite, I., Pereira, A., McOwan, P.W., and Paiva, A.: Automatic Analysis of Affective Postures and Body Motion to Detect Engagement with a Game Companion, Proc. of ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, Lausanne, Switzerland, 2011
- 7) Tanaka, F., Cicourel, A., Movellan, J.R.: Socialization, between toddlers and robots at an early childhood education center, Proc. of the National Academy of Science of the USA, Vol.104, no.46, 17954-17958, 2007.
- 8) Kozima, H., Michalowski, M.P., and Nakagawa, C.: Keepon: A Playful Robot for Research, Therapy, and Entertainment, International Journal of Social Robotics, vol.1, no.1, pp.3-18, 2009
- 9) Wada, W., Shibata, T., Asada, T., and Musha, T.: Robot Therapy for Prevention of Dementia at Home -- Results of Preliminary Experiment, J.

- of Robotics and Mechatronics, vol.19, no.6, pp.691--697, 2007.
- 10) 神田崇行, 佐藤瑠美, 才脇直樹, 石黒浩: 対話型ロボットによる小学校での長期相互作用の試み, ヒューマンインタフェース学会論文誌, vol.7, no.1, 27-38, 2005
- 11) Kuhl, P.K., Tsao, F., and Liu, H.: Foreign-language experience in infancy: Effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning, PNAS, vol.100, no.15, 9096-9101, 2003
- 12) Dautenhahn, K., Werry, I., Rae, J., Dickerson, P., and Stribling, P., Ogden, B.: Robotic Playmates: Analysing Interactive Competencies of Children with Autism Playing with a Mobile Robot, In: Dautenhahn, K., Bond, A., Canamero, L., Edmonds, B. (eds.): Socially Intelligent Agents - Creating Relationships with Computers and Robots, Kluwer Academic Publishers, pp.117--124, 2002
- 13) Howard, A.M., Park, H.W., and Kemp, C.C.: Extracting Play Primitives for a Robot Playmate by Sequencing Low-Level Motion Behaviors, Proc. of IEEE Int. Symp. on Robot and Human Interactive Communication, 360-365, 2008
- 14) Trevor, A.J.B., Park, H.W., Howard, A.M., and Kemp, C.C.: Playing with Toys: Towards Autonomous Robot Manipulation for Therapeutic Play, Proc. of ICRA, 2139-2145, 2009
- 15) Park, H.W. and Howard, A.M.: Understanding a Child's Play for Robot Interaction by Sequencing Play Primitives Using Hidden Markov Models, Proc. of ICRA, 170-177, 2010
- 16) Asoh, H., Motomura, Y., Asano, F., Hara, I., Hayamizu, S., Itou, K., Kurita, T., Matsui, T., Vlassis, N., Bunschoten, R., and Krose, B.: Jijo-2: an Office Robot That Communicates and Learns, IEEE Intelligent Systems, vol.16 Issue 5, 46-55, 2001
- 17) Iwata, H. and Sugano, S.: Design of Human Symbiotic Robot TWENDY-ONE, Proc. of ICRA, 580-586, 2009
- 18) Meeussen, W., Wise, M., Glaser, S., Chitta, S., McGann, C., Mihelich, P., Eppstein, E.M., Muja, M., Eruhimov, V., Foote, T., Hsu, J., Rusu, R.B., Marthi, B., Bradski, G., Konolige, K., Gerkey, B., and Berger, E.: Autonomous Door Opening and Plugging In with a Personal Robot, Proc. of ICRA, vol.2, 729-736, 2010
- 19) Attamimi, M., Mizutani, A., Nakamura, T., Nagai, T., Funakoshi, K., and Nakano, M.: Real-Time 3D Visual Sensor for Robust Object Recognition, Proc. of IROS, 4560-4565, 2010
- 20) Attamimi, M., Mizutani, A., Nakamura, T., Sugiura, K., Nagai, T., Iwahashi, N., Okada, H., and Omori, T.: Learning Novel Objects Using Out-of-Vocabulary Word Segmentation and Object Extraction for Home Assistant Robots, Proc. of ICRA, 745-750, 2010
- 21) 小西嘉典, 木下航一, 勞世広, 川出雅人: リアルタイム笑顔度推定, インタラクション, no.2008, vol.4, 47-48, 2008
- 22) 高木他: TS 式幼児・児童性格診断検査 手引き, 金子書房, 1997.
- 23) 勝谷紀子: 改訂版重要他者に対する再確認傾向尺度の信頼性・妥当性の検討, パーソナリティ研究 13(1), 11-20, 2004
- 24) 酒井恵子: 子ども時代の遊びの好みと価値志向性, 日本教育心理学会総会発表論文集, 606, 2010
- 25) Feingold, A.: Gender Differences in Personality: A Meta-Analysis, Psychological Bulletin, Vol. 116, No. 3, 429-456, 1994
- 26) Hassett, J.M., Siebert, E.R., Wallen, K.: Sex differences in rhesus monkey toy preferences parallel those of children, Hormones and Behavior, Volume 54, Issue 3, 359-364, 2008