

開 一夫

東京大学 大学院総合文化研究科
教授

ペダゴジカル・マシン: 教え教えられる人工物の発達認知科学的基盤

§1. 研究実施体制

(1) 東大グループ

- ① 研究代表者: 開 一夫 (東京大学 大学院総合文化研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・研究全体の統括
 - ・実証的研究のデザイン・実施・分析

(2) 東工大グループ

- ① 主たる共同研究者: 長谷川 修 (東京工業大学 像情報工学研究所、准教授)
- ② 研究項目
 - ・教え・教えられる人工物の基盤技術の構築

(3) 学芸大学グループ

- ① 主たる共同研究者: 林 安紀子 (東京学芸大学 教育実践研究支援センター、教授)
- ② 研究項目
 - ・乳幼児の音声言語学習に及ぼす認知的・社会的要因の基礎的検討
 - ・教育現場での実践的検討

(4) 慶大グループ

- ① 主たる共同研究者: 今井 倫太 (慶應義塾大学 理工学部、教授)
- ② 研究項目
 - ・母子間コミュニケーションを活性化するための人工物の構築

(5) アニモグループ

① 主たる共同研究者: 木村 晋太 (株式会社アニモ、副社長)

② 研究項目

- ・親子対話の分析方法の研究開発
- ・マザリーズ音声の韻律モデルの研究開発

§2. 研究実施の概要

(東大グループ)

視線追跡装置(アイトラッカー)をリアルタイムに活用した視線随伴型ペダゴジカル・エージェント(Pedagogical Agent with Gaze Interaction : PAGI)を開発し、第2言語学習における被教示者の視線への反応の違いが学習に与える影響を検討した。エージェントが被教示者の視線に随伴し、適切なタイミングで発話する随伴群と、随伴群のリプレイを見る非随伴群で単語学習の成績を比較した。PAGI を用いた認知実験により、学習者が対象物を見たタイミングに合わせて対象物の名前を読み上げた随伴型エージェントを用いた被教示者(随伴群)の方が単語の記憶成績が高いことが明らかになった。本研究は、CG版のペダゴジカル・マシンにおけるOstensive Cueの重要性を精緻な実験によって示したものであり、今後ロボット・エージェント等に展開可能である。(この研究は、Royal Society Open Scienceに採択・公表済みである。)

乳幼児を対象とした研究に関しては、他者の**視線方向**および**表情**が乳児の視覚的注意に与える影響について、生後6ヶ月および12ヶ月の乳児を対象に空間手がかり法による検討を行った。画面に視線を正面または左右に向けている中立または恐怖顔の女性が提示され、その直後に画面の左右どちらかにターゲット刺激が提示された。ターゲット刺激を見るまでのサッケード反応時間が分析対象となった。6ヶ月児、12ヶ月児ともに視線方向による手がかりの一致効果は見られなかったのに対して、12ヶ月児においてのみ、恐怖表情条件において、中立表情条件より**サッケード反応時間**が短くなるという表情の効果を発見した。これまでヒト乳幼児を対象とした研究では、サッケードを指標としたものが少なく、この研究成果はOstensive Cueの処理の発達的変遷を探る上で重要な貢献を果たしている。(この研究は、PlosOne誌に公開済みである。)

(東工大グループ)

平成26年度、東工大グループは下記のテーマについて重点的に取り組んだ。

・教え・教えられる人工物の基盤技術の構築

東工大グループでは、ペダゴジカル・マシンのための機械学習機構の構築と、その実験システムの構築と評価を行った。具体的には、まず年度の前半で、乳幼児向けの玩具をロボットに与えると同時に、各玩具の色や形状、硬さや重さを表す言語(「まるい、赤い、重い、柔らかい」など)を与えることで、実世界の物体に関する基礎的・汎用的な知識を自律的に学習するロボットを構築した。年度の後半では、キネクトセンサを用いて人の動きを計測することで、人の動きから直接的に動作を学習可能なロボットを実現するための基盤技術を構築した。

(学芸大グループ)

平成26年度、学芸大グループは下記の2点のテーマについて重点的に取り組んだ。

・乳幼児の音声言語学習に及ぼす認知的・社会的要因の基礎的検討

幼児(年少、年中、年長児)の感情認知に及ぼす顔と声の影響について、「喜び」と「怒り」の顔写真と音声(「こんにちは」)を同時提示して調べた。顔と音声の表す感情が不一致の場合、年少児、年中児では顔が表す感情を優位に認知したのに対し、成人では音声の感情を優位に認知する傾

向が高いことがわかった。

・教育現場での実践的検討

知的・発達障害幼児が一人1台ずつタブレットを持ち、放課後や家庭での個人的な活動の様子を動画で持ちより、学校の授業内でそれぞれが見せ合うことによって、自他の違いや経験の共有への意識が高まることがわかった。

(慶應大グループ)

平成 26 年度、慶應大グループは下記のテーマについて重点的に取り組んだ。

・母子間コミュニケーションを活性化するための人工物の構築

平成 26 年度は、人がロボットにタブレット上のパズルの解き方を教えるシナリオを用意し、人がロボットに教える際の振る舞いや発話の観察をおこなった。特に、人が教える際の振る舞いをより明確に得るために、ロボットは解法を教わった後に、わざと間違えてパズルを解くように設えた。ロボットが間違えることで人が教える動作をさらに強調すると考えられる。予備実験の結果、構築した現状の実験システムでは、人がロボットを意識して教えるという振る舞いを行なわないという問題が明らかになった。特にロボットがタブレット上の指の位置のみセンシングしていると被験者に思わせてしまうという問題があきらかとなった。

(アニモグループ)

平成 26 年度、アニモグループは下記の 2 点のテーマについて重点的に取り組んだ。

・親子対話の分析方法の研究開発

昨年度までに開発したスマートホン向けの親子対話アプリケーションを使って、アプリケーションの進行データ、ユーザーの音声データ、画面タッチデータの収集を継続した。H27 年 3 月末までに 80,000 セッション以上のデータを蓄積した。本アプリケーションでの音声データの解析ツールに関して、子供と大人の音声を分類するアルゴリズムを東工大グループの SOINN と連携して高度化した。親子対話アプリケーションの利用状況に関するデータとして有用な情報が得られた。またスマートホンを使った SaaS 型のデータ収集システムの安定な運用に関してのノウハウ蓄積を進めた。しかしながら親子対話自体が多くなく、対話に関して新しい知見を得るに至っていない。

新センサー関連では、これまで検討してきた人の動きを検知する振動センサーおよび超低周波マイクに加え、2チャンネルのマイクロホンの出力の背景音部分を抽出し、2チャンネルの背景音の相関分析により音場の変化を検出するアルゴリズムを検討した。人の場所が変化すると音場が変化するため人の動きを検出できることを確認した。

・マザリーズ音声の韻律モデルの研究開発

マザリーズ音声の韻律モデルの研究では、今年度は発声のマザリーズ度を算出するアルゴリズムを考案し、「マザリーズチェッカー」としてデモアプリケーション化した(図 1)。本デモアプリケーションを 2014 年 11 月に開催されたサイエンスアゴラ(日本科学未来館)および 2015 年 3 月に開催された国際シンポジウム「ペダゴジカル・マシンの探求」(東京大学駒場キャンパス)に展示した。このアプリケーション向けに以下の3つの方式を構築した。①マザリーズ音声合成用に構築した約 800 文例のマザリーズ音声と通常音声から抽出した韻律パターンからマザリーズ発声に共通する

韻律的特徴(発声速度、ピッチの高さ、抑揚の大きさ)を抽出し、その特徴からマザリーズ度合いをスコア化するアルゴリズム、②入力音声の韻律に類似する韻律を約 800 文例の韻律からk近傍法の変形アルゴリズムにより検索し、マザリーズ度合いを得点化するアルゴリズム、③800 文例の中の一文と同じ内容を発声してもらいその発声のマザリーズ度を得点化するアルゴリズムの3つの方式である。本アプリケーションを使用していると、マザリーズ発声の上手さに明らかに個人差があることが分かる。幼稚園児や小学生は、男の子であってもマザリーズ発声を上手に行えることが多い。話者の属性とマザリーズ発声の上手さの相関を見るために、本アプリケーションにデータ収集機構をつけて、東京学芸大グループと共同で大量のデータ収集が行えるようにした。

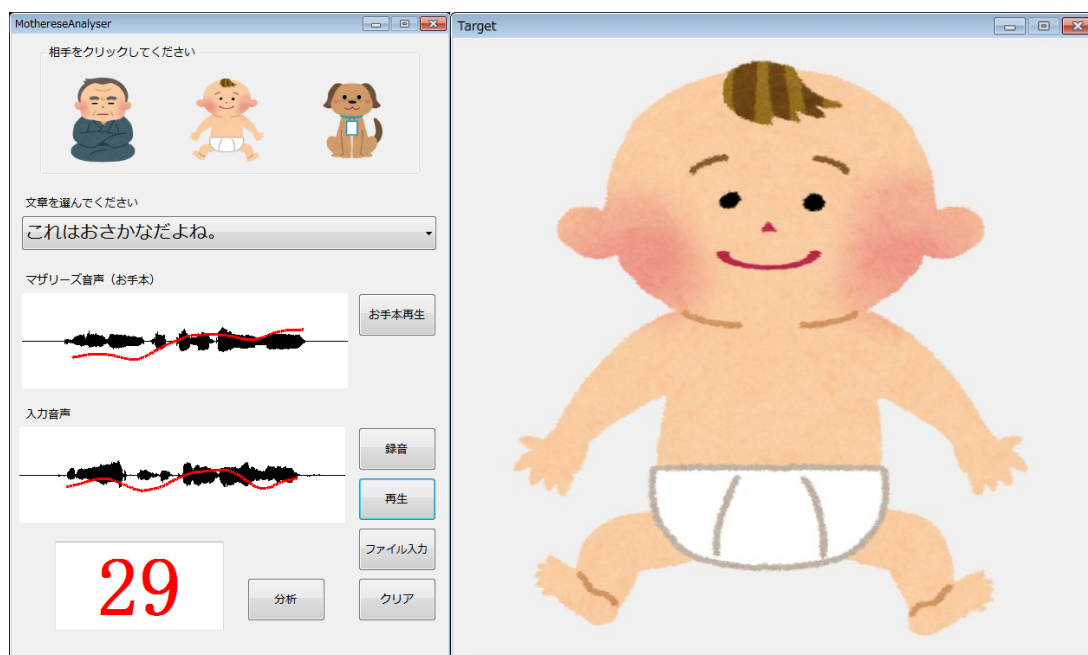


図 1. マザリーズチェッカー