

# AIによる保育研究支援システム開発に向けた予備的調査

## - 子どもの関心推定を目指して -

### Preliminary Study Toward Development of Childcare Support System Using AI

#### - Aiming at Estimating Children's Interests -

山田徹志\*<sup>1</sup>  
Tetsuji Yamada

肥田竜馬\*<sup>2</sup>  
Ryoma Hida

宮田真宏\*<sup>2</sup>  
Masahiro Miyata

大森隆司\*<sup>3</sup>  
Takashi Omori

\*<sup>1</sup> 玉川大学脳科学研究所  
Tamagawa University Brain Science Institute#1

\*<sup>2</sup> 玉川大学大学院工学研究科

Tamagawa University Graduate School of Engineering #2

\*<sup>3</sup> 玉川大学工学部  
Tamagawa University Faculty of Engineering #3

In this study, we tried to estimate child's interest as a preliminary investigation towards introduction of AI technology to childcare. The research method focused attention on the child's interest that the childcare professional would estimate in nursery practice. In addition, we conducted annotations by teachers on child's interests by sensing daily childcare scenes. As a result, the interest of 18 children was described. Then, it was suggested that the physical activity state of the child is involved in the estimation of the child's interest. From these results, usefulness of measuring physical activity was recognized for estimating children's interests. We also showed that automatic estimation of child's interest using AI technology could be realized through measurement of physical activity state.

## 1. はじめに

昨今、保育(就学前教育・養育以下、保育)について社会的投資効果の重要性が確認され[Heckman 2013, OECD 2017], OECD 諸国では就学前教育制度の整備が進んでいる。これを受け保育所の無償化をはじめとした政策が実施されようとしている。同時に、待機児童問題が深刻な社会問題として認識されており、保育者(幼稚園教諭、保育士以下、保育者)の職務采配権限の拡大や保育施設・機能の設置規制緩和を含めた量的拡大が行われている。一方、課題となるのが多様化する保育の経営形態の中で子どもに対して効果的な保育サービスを維持・継続していくことである。それは保育の効果、すなわち保育の質の保証の問題である。

保育の質について ECCERS, Sics [A UK 2018, Ziko 2018] など諸外国における保育の質評価スケールを相互補完的に活用し、保育の質の向上を計る研究[秋田 2016]が国内ですすめられている。これらの評価では、日々の保育場面の事例やエピソードの記述より保育の質を評価する手法が採られ、その内容には保育者や研究者の記述項目も少なくない。

「保育の質」の評価が事例記述等の手作業により行われる理由は、「保育の質」が「遊び」や「生活」へ向かう子どもの姿を基に評価されるところにある。そして、この作業は、保育有識者(保育者、研究者)が保育職務における子どもとの関わりの中で、見て感じたことを実践的事実として継続的に保育記録として記述し蓄積することで実現されている。すなわち、保育研究では、フィールド研究で得られた事例における子どもの育ちを保育有識者(人)が感覚的に読み取るにより行われる。さらに、事例記述等の作業には膨大な時間を要し、研究者や保育者の大きな負

担となる。つまり、現行の保育の質評価指標は子どもの育ちを議論する上で有用ではあるが、その方法を保育研究の現場にて実施するには労力と時間という制約がある。また、子どもの姿の読み取りは、保育者・研究者の主観的解釈にて行われる為、定量的記述の妥当性・信頼性の保証は容易ではない。

これらの問題に対し最近の AI の画像認識に関しては、人と同等以上の能力を発揮する場合も多い。そして、子どもの姿の読み取りは人でも非専門家には難しい面も多く、AI を用いても保育領域への実装は難しいと予想される。では、如何なる方法なら AI の実装は可能になるのか。そこで、本研究では、保育研究において子どもの育ちを客観化して推定・評価する新たな研究手法として、AI の新たな社会実装の可能性を子どもの関心推定より検討する。

## 2. 方法

### 2.1 何を測るべきか : 保育が目指す子どもの「学び」

子どもの育ちを評価する為の要素は多岐にわたる。その中のどこに AI が寄与できるか、ということはいまだ確定していない。そこで我々は、保育の目的に注目した。

保育とは、教育と養護を一体的に捉えた概念である。義務教育でも教科教育でもない保育は、子どもの「遊び」や「生活」を通した心情、意欲、態度の基礎的育成を「学び」として捉えたとされている。ここで言う「学び」とは事象(「ひと」や「もの」とで構成される環境)に対して子どもが自ら関心や好奇心をもち、事象に主体的に関わる姿としている[内閣府 2015]。つまり保育の「目的」は、日々の「遊び」「生活」の中で子ども一人ひとりの心的状態(こころ持ち)をよりポジティブな状態へと誘導し、人間性を形成していくことにある。これより、子どもの育ちの評価は、子どもの事象への主体的な関わりに伴う心の

連絡先: 山田徹志 玉川大学脳科学研究所  
194-8610 東京都 町田市 玉川学園 6-1-1  
E-mail: tetsuzi@lab.tamagawa.ac.jp

状態を推定することでなされたと考える。以上より本研究では、「子どもの環境への主体的な関わり」の場面における心的状態が子どもの育ちの評価に関連する」との仮説をおき、子どもの心的状態の推定と定量的な評価を試みる。

## 2.2 子どもの「関心」が環境への主体的な関わりを生む

子どもの主体的な環境へ関わりは、まず日々の保育における多様な環境を知覚し、その環境への子どもの積極的な心的状態に誘発された実際の活動(行動)として表出する。そして、この積極的な心的状態は知覚し認識した対象へ「関心」を向けることで事象との関わりを生む。すなわち、子どもの「関心」は子どもの主体的な思考の現れであると考えられ、その推定が子どもの「育ち」の評価の重要な要因となろう。これより、子どもが環境(ひと・もの・こと)へと主体的にかかわる時をとらえるなら、その活動の種類と特徴から子どもの育ちの評価につながる特徴量が得られると期待する。

## 2.3 「関心」の読み取りが子ども理解につながる

保育者は、子どもとの関わりの中で「子ども理解」を計りながら保育を行っている[Reddy,V 2015]。そして「子ども理解」は子どもの関心の認識に直結し、子どもをポジティブな心的状態へと誘導する為の環境を整備・選択する際の根拠となる。子どもの成長はその環境に誘発される部分が大きく、環境整備は子どもの育ちを形成する主要な要因の一つとされることから、「子ども理解」は保育の質の評価における中心的課題である。

ここで我々が注目したのは、「子ども理解」の主要な手段の一つが子どもの「関心」の推定であるということである。関心は子どもの心的状態の現れであり、しかも関心を示すという行動は第三者が見れば認識可能である。すなわち、物理的に観察可能な視覚情報の中に関心の推定に必要な情報は含まれており、さらにそれが「子ども理解」につながる、と考える。これより、保育者が子どもの関心を読み取る際の判断指標を子どもの行動に関する物理量と結び付けて計測することは、保育における子どもの育ちを推定し評価する為の指標の抽出につながる。

## 2.4 AI での学習に向けての子どもの関心推定の試行

以上の仮説を基に現在、一定の保育場面における保育活動の記録を継続(2016 年 4 月~現在)している。本研究では記録映像の一部分について、人手(保育者)による子どもの関心のアノテーションを実施し予備的に評価した。計測環境及び調査対象は以下の通りである。

### 計測環境

保育室に Kinect v2 センサ、ビデオ、指向性マイクを設置し計測に使用。Kinect v2 センサは4台を多方向から設置し、カラー情報(RGB)と深度(D)情報を取得した。

### 調査対象

玉川大学附属幼稚園 英語教育(BLES-K)の活動へ参加した4歳児 18 名(男児 10 名, 女児 8 名)。

### 倫理的配慮事項

本調査は、玉川大学倫理審査及び、幼稚園保護者の承認(調査実施説明会の実施と承諾書の提出)のもと実施した。

収集したデータを以下の 2 段階の手順で分析し、子どもの関心の評価した。第 1 段階では、保育評価手法 Sics[Ziko 2018]を参考に 2016 年 9 月 29 日の保育観察記録 18 分 53 秒より無作為に 2 分間(120 秒)を選んだ。なお、本場面は「集団で輪になり保育者とクラスの子どもが歌を歌う」という保育活動であった。そして、この 2 分間について保育者 3 名が協力し、繰り返し映像を見ながら 1 秒ごとに子どもの関心についてのアノテーションを実施した(120 秒×18 名 2,160 ラベル)。子どもの関心を記述した複数のアノテーションラベルの内、保育活動内容において、

子どもたちが関心をもち関わりをもつことが予想される対象を分析に用いた。ラベルの作成は保育経験 5 年を有する保育者 3 名と保育学研究者 1 名、認知科学研究者 1 名により行った。ラベルの内容は、分析映像内、保育活動の中で、子どもが関心に向けて関わりを持っている対象を参考に作成した。次の 1~6 である。

1.「保育者との関わり」2.「友だちとの関わり」3.「全体(集団活動)との関わり」4.「保育活動とは関連しない人との関わり」5.「ものとの関わり」6.「飽きる」。これらの記述結果を集計し、統計的手法(ナイーブ・ベイズ法)により定量的な分析を行った。

その後、アノテーションの安定性を確認する為、別の保育者 3 名により同場面(2 分間)において最も特徴的な行動量を示した幼児 1 名について、再度、同 1~6 ラベルのアノテーションを実施し、記述の比較を行った。

第 2 段階では、子どもの物理的な活動量と関心評価ラベルとの関係を検討した。アノテーションの記述の一つとして、記録環境下(保育室)の地図をコンピュータ画面に作図し、いくつかの特徴的な場面について、子どもの物理量として個々人の位置(座標)と向き(角度)を記述した。そして、この物理量から保育者が記述した関心を推定できる可能性を検討した。

## 3. 結果・考察

### 3.1 関心対象の分布と尤度距離

無作為に抽出した 2 分間(120 秒)の映像箇所についてアノテーションによる関心を定量化し評価した結果が Fig.1, Fig.2 である。Fig1 は、子ども 18 名の 120 秒間における関心推定ラベル 1~6 の分布である。Fig2 は、Fig.1 の個々の子どものラベル分布を確率分布とみなし、それらの全体平均の確率分布からの尤度距離(-Log Lc)を計算したものである。これを見ると、全体平均が示している想定される集団の活動に対し、個々の子どもの関心がどれだけ一致しているかという一つの定量化がなさ

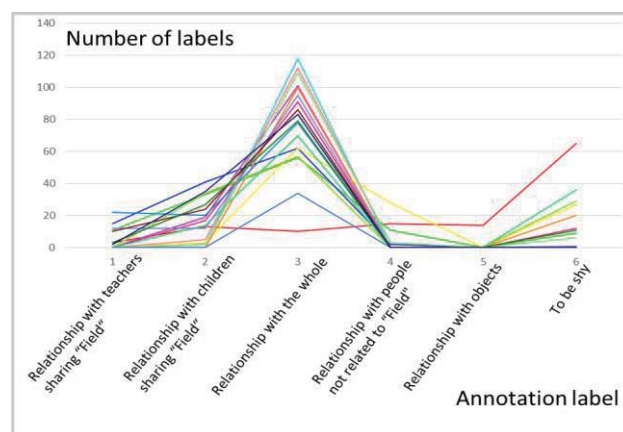
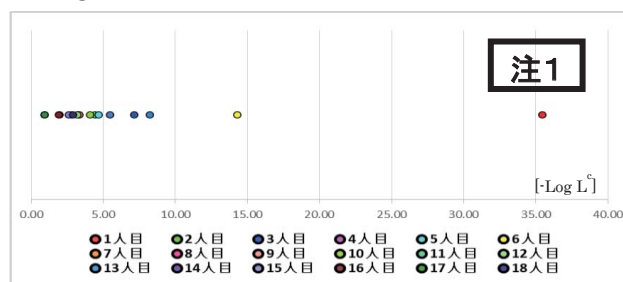


Fig1 保育場面(120 秒)の子ども 18 名の関心記述結果



$$\text{Eq. } -\text{Log } L^c = \sum_k \left( -\left( \frac{(x_k^c - mk)^2}{\sigma_k^2} \right) \right)$$

Fig2 保育場面(120 秒)の子ども 18 名の尤度距離



れたように見える。多くの子どもは全体平均への距離が近いことから集団活動に対し関心を向け活動へと参与していると推定できるが、一部の子どもは集団活動とは別の対象に関心を向け関わっていると推察される。つまり、集団活動という複数人の関心が集中している状況下への個人の関心傾向が活動への参与の程度に対する距離として現れている。ただ、この数値はあくまでも一つの計算的な指標にすぎず、この尤度距離がどれだけ保育者の子どもの姿を読み取る上での直観・認識と一致するかは、今後の検討が必要である。

次に、Fig2 において最も尤度距離の大きかった幼児 1 名（以下、A児）について、再度別の保育者 3 名によりアノテーションを実施した結果が Fig3 である。

その結果、120 ラベル（秒）で 87.5%（120 ラベル中 105 ラベル）の一致を示した。そして、保育者間の関心推定における差異（Fig3 黄色枠箇所）の原因は、子どもの向き（視線）情報と位置（場所）情報の判断基準の迷いであった。これより、判断基準をより明確化することで、少なくとも保育者による関心の推定に関しては高い安定性が確保できるものと考えられる。

Fig1～Fig3 の関心推定の結果を物理量から予測する可能性について検討する為、子ども 18 名の向きと位置を可視化した（Fig4）。

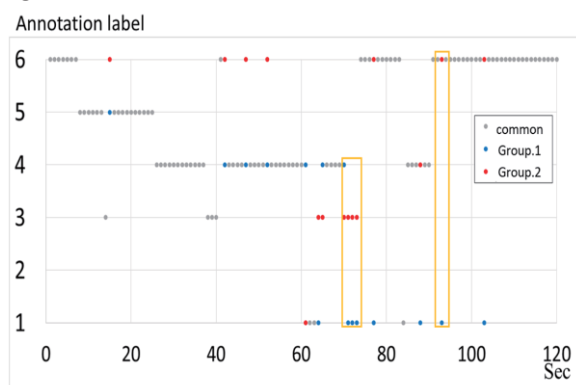


Fig3 アノテーター間のA児の関心推定結果の比較結果

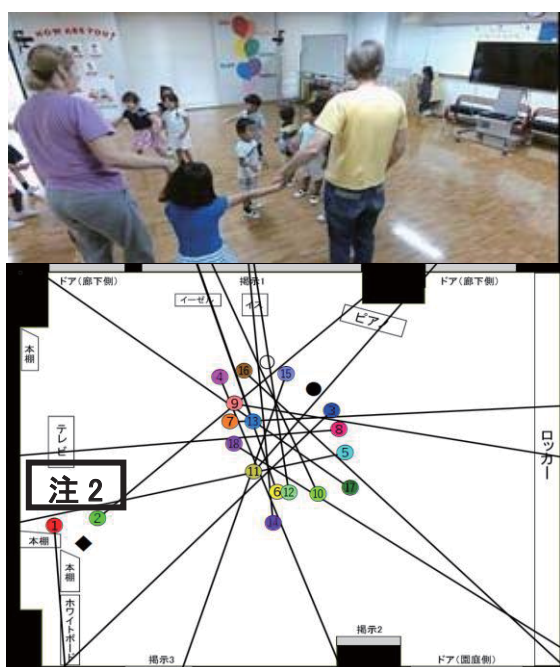


Fig4 A児が最も尤度距離示した時間の子どもの位置と向き

Fig4 は、A児が最も尤度距離を示した場面における子どもの物理的な活動量（位置・向き）を可視化したものである。上部が実際の保育活動場面であり、その瞬間の保育活動へ参与していた子ども 18 名の位置と向きを地図上に記述したものが下部の図である。下部の地図上にある 1～18 の番号が付記された 18 色の○は、子どもの場所（位置）、各○より引かれた黒色の直線は子どもの視線の向きを示している。

この瞬間、ほとんどの幼児は保育者と共に輪になり歌う為、一個所に集まる中、A児（赤色①、図中の注 2）は、他の子ども達より離れた位置にあり、視線は絵本棚に向いていた。本場面だけでは判断は難しいが、物理量から推定されるA児の活動への参与の程度は、Fig.2 で示した尤度距離と相関があることが示唆される。なお、このデータは本研究で行ったアノテーションの一部であり、現状では対象とした活動の全体について全ての子どもの位置と向きの情報が一秒ごとに記述されている。

### 3.2 関心対象の分類にみる個々の特徴分布

子どもの関心推定の結果より、一定の保育場面で子ども 18 名の関心が定量化できた。このためには、まず子どもの関心状態が生じる関心対象となる事物の記述が重要である。すなわち、子どもが「遊び」、「生活」において環境に対し積極的に関わろうとする時には、明確な対象が存在するであろう。そして、その対象は、子どもが保育環境下において知覚可能な「ひと」、「もの」だけに限定されず、複数の「ひと」「もの」の関係として形成される「こと」（事柄）も含めて認識することで、集団の関心状態の検出・記述が可能になると考える。例えば、「クラスで先生の絵本を見る時」や「輪になり一緒に歌を歌うとき」など全体がその場の状況、雰囲気を感じ関心対象を共有していることが見受けられる。このことは Fig1 の記述ラベルの集計結果で「こと」（ラベル 3）が多くみられることから言えよう。

このことから、関心対象「こと」に対する個々の子どもの関心ラベルの分布について、全体の平均分布からの尤度距離を算出するならば、個人の関心は集団の関心傾向に依存しつつも、子どもが関心という心的状態を発生させる個々の心的な特性に応じた特徴が表れると予想される。つまり、個人の関心傾向と全体（他の子ども）の関心傾向とを比較・計算することが関心推定には有用だと考えられる。また、A児のように特徴的な分布を示す場合が典型ではあるが、他にも例えば子どもが保育活動の中で何らかの不安や活動に参加することへの困難などを抱く場合などには、特徴分布の明確な違いが表れるであろう。

一方、保育環境下で子どもの関心対象となりうる事物を事前にセンシングすることは物体認識技術によりいずれ可能となろうが、対象の種類は膨大である。この問題に対して、子どもの個々の関心から生まれる行動特徴を基に映像データから関心対象を判定することも、関心対象の推定における今後の技術開発の一つの方向性であろう。

### 3.3 子どもの物理的活動量と関心発生にみる「場」

Fig3 のA児の部分的アノテーション結果では、関心の推定結果が保育者間で 87.5%と高い一致率（安定性）を示した。これは、保育者が感覚的に行っている子どもの関心の読み取り（推定）は、保育者間で共通性が高いことを示唆している。そして、保育者間の関心推定結果のゆらぎから、関心の推定には子どもの「位置」「向き」といった物理的な量が影響することが示唆された。これより、子どもの「位置」「向き」を定量化することは、子どもの関心を機械的な方法で推定することへ寄与すると考える。「位置」「向き」といった物理的行動特徴は画像情報から比較的容易に計測可能であり、機械による子どもの関心推定のために必須の計測項目であろう。そして、先の関心対象の推定にお

る技術開発を行う上でも重要な活動量だと言えよう。

関心推定に伴う子どもの物理的活動量について他にも注目すべき点がある。それは、関心という心的状態が発生する際に特徴的な活動量(位置・向き)のパターンを示すことである。Fig4 下部の地図では、多くの子どもたちの位置は円形となり、向きは、保育活動(輪になって歌を歌う)という「こと」(ことがら)に関連する対象(保育者及び「こと」に参加する友だち)へ向いている。これは、「こと」によって子どもたちの関心に強いバイアスが生じ、複数人の関心が特定の関心対象へ収束された状況であると推察される。つまり、人間が知覚可能な環境下で複数の心的状態(関心)が一定の対象より誘発されている状況である。

一方、Fig4 でのA児は、全体で歌を歌うという活動の中で絵本棚の本へと関心を向けている。この時、個人(A児)の心的状態(関心)が一定の対象による誘発される状況であると推察される。すなわち、関心推定に関与すると思われる物理的活動量(位置・向き)は、その瞬間に一定の関心対象と複数人もしくは個人との間に形成される関心発生の状況を同時に描き出している。これらが示す心的状態の発生に伴う事象との関わり(状況)を我々は、「場」と解釈している。

これらの議論から個人の心的状態(関心)の特性検出は、時間とともに変化する保育活動の中での個人及び集団と関心対象の間に形成される「場」の推定に依存すると予想される。そして、関心とは個々の子どもが有する知識・好み・成熟の結果として感じる特定対象への価値の認識であり、それがその対象に向けての関心を示す物理的な行動として現れたものと推察される。これより、子どもの関心状態の推定は、ただ、保育活動に子どもが参与しているか否かをみるものではなく、個性に関わる行動特徴の検出を通して、子どもの育ちを記述し評価する為の情報源として活用できるであろう。

以上より、本研究の主眼である保育研究領域へのAI導入のためには、まず子どもの物理的な状態の自動認識を通しての関心推定の自動化が求められよう。そして、このような背景のもとで我々は、人の心的状態を読み取る上で必要な物理量としての「位置」「向き」を計測するシステムを開発し、それを使つての子どもに関心推定の自動化へ向けた技術開発を進めている。

### 3.4 子どもの育ちと関心分布の関係

本研究の一連の結果は、集団の中での個々の子どもの関心推定の可能性を示唆している。しかし、現状の分析手法で得られる結果と保育の質(子どもの育ちの評価)との間には、いまだ溝が残る。例えば、A児の行動の分析結果について我々は、A児が所属する園の保育者と保育カンファレンスを複数回実施し、情報共有を試みてきた。その過程で、保育者はA児の日々の保育活動において、集団活動への参加についての困難感を抱いていたことが判明した。そこに、本分析により得られたA児の関心状態を報告し議論した結果、視覚的にメッセージ性の強い「もの」(絵本、紙芝居)や特定の「ひと」(ある特定の保育者及び友だち)に対し関心を持ち関わっていたことが明らかとなった。そして対応として、A児が関心を向けやすい対象と関わりを集団の保育活動の環境の中に置くことで、A児は集団活動場面にも参与するようになったと報告されている。

これより、子どもの育ちと関心の関連は事例としては認められる。一方、科学的に子どもの育ちを論じるには、機械的なセンシングで子どもを長期間追跡し、子どもの行動特徴の長期的な変容を捉えることが必要である。

## 4. 課題・展望

### 4.1 課題: AI 技術による関心推定の試み

本研究の課題は、より多様な保育場面での縦断的な子どもの関心推定の継続である。それには、専門職者による多くのアノテーションが必要であるが、その作業には膨大な時間と労力を要する。この課題に対して我々は AI 技術を用いた分析システムによる半自動の子どもたちの心的状態の推定を試みている[肥田 2017, 山田 2017]。

### 4.2 展望: 保育・教育分野における AI の社会実装

本研究では、子どもの活動の物理的な計測から関心推定が可能であることが示唆された。これは、保育の質の維持に必要な子どもの育ちの客観的な推定・評価システムの開発に繋がる。例えば、特徴的な行動を示す子どもの検出や、保育者間での関心の読み取りの共通性は、保育現場において子どもの育ちの振り返りへの活用や援助方策の議論の上で必要となる客観的事実である。

そして、本推定法の実現は、これまで人による専門的技能と考えられてきた子どもの育ちの記述を支援して画期的な作業軽減を生むことで、新たなビジネスを生み出すことを期待する。しかし、現状の保育研究領域はIT技術の導入文化が成熟しておらず、保育側のニーズを AI 側が把握することが求められる。

また、心的状態の推定という技術は、極めて幅広い応用場面が予想される。保育・教育以外にマーケティング、介護、医療にも多くの活用場面が想像できる。この為、本研究が、保育・教育分野に依存することなく多様な社会領域へと実装されその有用性が認知されることで、今まで AI 導入が難かった保育・教育の領域の門戸が開かれることを期待している。そして、未来に向けて投資すべき子ども達により質の高い保育・教育を提供する為に、保育を科学的に議論し質を維持・継続していく為のシステム構築を目指したい。

## 参考文献

- [Heckman 2013] Heckman, James J. and Tim Kautz 2013  
“Fostering and Measuring Skills: Interventions that Improve Character and Cognition” NBER Working Paper Series 19656
- [OECD 2017] Starting Strong 2017 Key OECD Indicators on Early Childhood Education and Care OECD
- [A UK 2018] A UK ECERS Network Resource:  
<http://www.ecersuk.org/index.html> 2018.2.2
- [Ziko 2018] Sics(Ziko)PDF:<http://www.kindengezin.be/img/SiCs-ziko-manual.pdf> 2018.2.2
- [秋田 2016] 秋田喜代美 淀川裕美(訳) 2016  
『「保育プロセスの質」評価スケール』明石書店
- [内閣府 2015] 内閣府 2015  
『幼保連携型認定子ども園教育・保育要領』
- [Reddy 2015] Reddy, V (著), 佐伯胖(訳) 2015  
『驚くべき乳幼児の心の世界—「二人称的アプローチ」から見えてくること—』ミネルヴァ書房
- [肥田 2017] Hida, R., Yamada, T., et al 2017  
Development of Interest Estimation Tool for Effective HAI  
Proceedings of the 5th International Conference on Human Agent Interaction 483-486
- [山田 2017] Yamada, T., Omori, T., et al 2017  
Verification of a Quantitative Evaluation Method for Quality of Child Care Process : Aiming at an AI-Supported Child Behavior Analysis 18th Annual Conference of PECERA O3TEC03