装着型センサを用いた読み聞かせ時の動作認識と興味推定にむけて

大西 鮎美[1]　斎藤 馨[2]　寺田 努[1,3]

概要：学習活動の分析には，質問紙や映像，音声などが用いられる．学習中の参加者の様子を詳細に得たい場合，カメラ等によって得られた映像から身体的な様子や表情，ジェスチャなどのデータを得るが，個人の詳細な動きをとるためにカメラ設置台数を増やすことで，参加者に圧迫感を与える可能性がある．また，質問紙調査の場合，全体の中の参加者の特性を分析できる一方で，質問紙に答えられない年齢層に対応できない．回答を得ることが難しいため，評価ができないといった現状がある．そこで，小型かつ可搬な加速度センサを用いることで，できるだけ参加者を圧迫せず幼児や小学校低学年児童の動作やジェスチャから活動の様子を評価し，さらに，それらの動作から参加者の提示情報に対する興味度合いを推定することを目的とする．本論文では，絵本の読み聞かせイベントの参加者を対象に，参加者の頭部加速度および角速度値を取得し，参加者の動作と興味度合いの推定を試みた．興味度合いについては，2 名の評定者が，参加者の読み聞かせ内容に対する興味度合いを連続的に 5 段階で評価した．評価結果から，動作に関しては F 値で静止状態 0.66，座りなおし 0.26，ごそごそ 0.47，手遊び 0.93 の精度で認識できた．また，読み聞かせイベントの中で最も興味度合いが高いと評定されたのは手遊び区間であり，動作認識率は F 値で 0.93 と高かった．

1. はじめに

近年行われている学習活動の分析方法として，秋田ほかは，学校教育におけるデータの取り方として映像，音声，テキスト，質問紙，子供が書いたもの (ワークの成果物等)，インタビューデータという項目を挙げている [1]．この文献では，活動中の参加者の様子をより詳細に得たい場合，映像データを用いることで身体的な様子や表情，ジェスチャなどの詳細なデータを得ることができるが，個人の詳細な動きをとるためには設置台数を増やす必要があり，参加者に圧迫感を与える可能性や自然な振る舞いがとれない可能性について述べられている [1]．森下は，ビデオ撮影は本来記録したい活動そのものに組み込まれておらず，活動内容をこえた部分にあるため，一般には受け入れられにくい面もあると述べている [2]．このことから，カメラの台数を増やすことによりそのときの状況は詳細に取れたとしても，撮影した状況は普段実際に行っている活動からかけ離れたものであることが示唆される．また，仮にビデオをとったとしても，その一挙一動ややりとりをデータ化し，分析するのに膨大な時間を要するため，教育の場で提唱されているプログラム改善のための ADDIE モデル [3] のようなサイクルを早めた実践の改善は困難である．一方，質問紙調査の場合，映像に比べると手間がかからず全体の中の参加者の特性を分析できるが，質問紙に答えられない年齢層である幼児や小学校低学年児童からの回答を得ることが難しく，評価ができないといった現状がある．このように，実験室環境ではなく，すでに現場で行われている学習活動を詳細に分析し，改善をしようとした場合，現状では多くの時間的制約やプライバシーの問題があるため，実践に対してできる限り自然で抵抗がなく，導入が比較的容易な記録方法が望まれる．このような問題は，装着型のセンサであれば，回答に同意した参加者の用紙のみを分析できる質問紙調査と同様に，個別対応が可能である．しかし，質問紙の場合は評価できない年齢層については別の手法を考える必要がある．できるだけ参加者を圧迫しないような小型かつ可搬な加速度センサで，活動参加者の動作やジェスチャを得ることで，幼児や小学校低学年児童の活動の様子を評価することができれば，その分析結果を反映して次回に向けて改善された学習活動の計画が可能となる．

実社会における普段の場面での活動の評価方法として，

1 神戸大学大学院工学研究科
Graduate School of Enginnering, Kobe University
2 東京大学大学院新領域創成科学研究科
Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo
3 科学技術振興機構さきがけ
Japan Science and Technology Agency, PRESTO

加藤は状況内評価を提案している [4]．状況内評価とは，その場を共有する当事者が実践の一部として行っている評価である．我々は日常的に相手の発話に対して，「なるほど」，「いやいや」といった同意や否定の評価行動を自然に行っており，このような評価の蓄積によって，与えられた状況内で得られた評価のことを状況内評価と呼ぶ．状況内評価の特徴として，評価は実践の中に埋め込まれており，当事者には評価を行ったという自覚さえない場合がある [4]．また，評価は即興的に行われ，その記録が残されることはほとんどないことから，状況内評価を利用しようとしたとき，最大の障壁となるのは，それを記録することである．したがって，評価の記録を可能にすることで，既存の評価に加え，状況内評価を指標として取り入れやすくなると考えられる．できるだけ参加者を圧迫しないような小型かつ可搬な機器で，活動参加者の動作やジェスチャを得ることで，活動中の参加者の自然な動作をより詳細に記録することが可能である．以上のことから，実践型教育活動の様子を評価行動から解析することができれば，その分析結果を反映した改善が可能と考えられる．本研究では，質問紙調査を行うことが難しい年齢層である幼児から小学校低学年生を対象とし．実際に学習活動として毎月行われている絵本の読み聞かせイベントで参加者の頭部加速度・角速度を取得し，センサの値から活動中の参加者の行動を分析することを目的とする．また，読み聞かせ活動において，参加者は自分で絵本の中の文字を読むわけではなく，読み手の発話を聞きながら座っている状態である．このような状況下で，参加の積極性が子供の動作からわかれば，それを活動に対する評価行動ととらえ，活動に対する興味の指標として用いることができるのではないかと考えた．そこで，読み聞かせの活動中に得られた動作から，特に活動に対する興味の指標となりうる動作について検討する．

本論文の構成を以下に述べる．2 章で関連研究を紹介し，3 章では読み聞かせの評価システムについて検討事項を挙げ，4 章で検討のための実験内容を述べる．5 章で実験結果を述べ，6 章で考察を行い，最後に 7 章で本論文をまとめる．

2. 関連研究

2.1 会話中の動作分析

多人数インタラクションの分析として，Choudhury ほかが開発した sociometer[5] はマイク，加速度センサ，赤外線モジュール，GPS からなる可搬なデバイスで．得られるジェスチャと会話から複数人数の社会的な関係の可視化を目指している [6]．角ほかは，IMADE 環境を用いて被験者の動作，視線，音声，生体データなどの会話中のさまざまな情報を採取している [7]．上記の IMADE 環境を用いると会議の記録や分析を詳細に行うことができるが，可搬ではないため実際のイベントなどで用いることは難しい．加藤が定義した状況内評価 [4] に基づいたシステムとして，山下ほかは，PDA 端末を使った状況内評価検出・記録システム SoundingBoard[8] を開発した．このような評価方法は，相手に対して日常的に行っている評価行動を収集，記録することを目的としているが，相手に対して端末をむけて評価を行っているため，端末を向ける評価行動が自然な会話を阻害してしまうことが問題点として挙げられており，本研究のように装着型センサを用いることでより自然な評価行動を取得可能と考えられる．

2.2 集中度合いや興味度合いの分析

大久保ほかは，加速度センサを椅子の背もたれに装着し，作業時の集中度合いを測っている [9]．小林ほかは，カメラを用いて作業中の頭部の位置を 3 次元で取得し，頭部位置の変化量とタイピングの早さを比較することで集中度を測定している [10]．林ほかは，デスクワーク時の頭部加速度の値が個人ごとに定めた範囲に収まる場合を集中状態とし，集中度を測定している [11]．これらは，机といすがある場合に有効と考えられるが，本研究では，場所に依存せず，普段通りの実践中の興味度の評価を目的とするため，可搬な装着型センサを用いる．水口ほかは，積極的な興味推定と称し，興味推定が行いやすい状況を積極的に作り出すことを提案した [12]．情報を読み取る input 状態と情報を評価する evaluate 状態に分けることで精度向上を目指し，観光案内システムを題材に 3 台のカメラから視線の滞留推定を用いた情報推薦行っている．また，川原ほかは，[12] のシステムに加え，音声対話における「間」やあいづちなど発話タイミングの分析から，ユーザの興味・反応の察知を行うアプローチを試みている [13]．このようなシステムは大人を対象としているため，これらのアプローチが子供に対しても有効であるかの検討が今後必要である．倉野ほかは，タブレット端末で映像を視聴する際に閲覧者の視線や加速度値から興味推定を目指す，マルチモーダルシステムを構築している [14]．子供を対象とした研究として，大森ほかは，鬼ごっこの戦略を題材として直接観測ができない意図や信念を鬼ごっこ中に起こる行動の一貫性から推定することを提案している [15]．阿部ほかは，子供と遊ぶロボットの子供の心的状態遷移に基づく行動決定モデルとして絵本の読み聞かせ実験，トランプ，積み木における保育士の戦略を分析している [16]．子供の心的状態の推定は，ロボットに取り付けたカメラで子供の正面からの顔映像を取得し，視線，笑顔度，動き，凝視度の 4 つの特徴量を用いている．また，これらの比較データとして 3 段階で教員が推定興味度を出力している．高橋ほかは，加速度センサを用いて子供の動作を分析した研究として，公園の遊具で遊ぶ子供の行動分析を行っている [17]．これは，活動量を可視化しているのみにとどまっており，動作を認識しているわけではない．装着型センサは近年小型化しており，様々

図 1　装着性向上のためのプロトタイプ変遷図

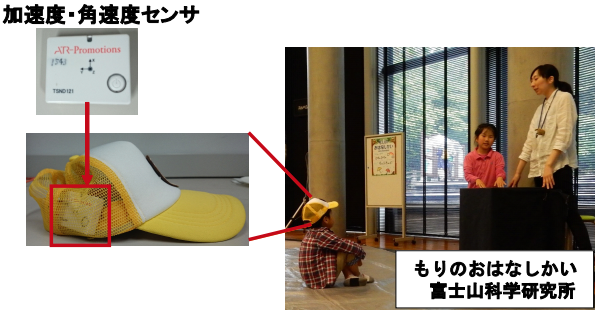

図 2　センサ装着位置と実験環境

な分野での応用が期待される．カメラ映像を用いた視線推定などから興味や集中度合いを推定する研究は数多くある一方で，幼児や低学年児童を被験者とした行動や興味関心を評価した研究は，大人数の被験者を集めることが難しく，アンケートをとることが難しいという点からも定量的評価が困難な現状がある．杉浦は，幼稚園における園芸・農作業に対する子供の興味について分析しており，幼稚園教諭が参加した場合が，参加しなかった場合よりも子供たちは作業により興味を示す結果となっている [18]．ここでの「興味を示す」とは映像をみて評価が行われており，作業に参加したり，作業者に話し掛けるもしくは近寄って見物したりする者となっているため，本研究においても，カメラなどの映像から判断できる子供の動作からある程度心理変容をとらえることが可能と考え，映像から興味度合いを判定する．

3.　システム要件の検討

本研究では，質問紙調査を行うことが難しい年齢層である幼児から小学校低学年生を対象に，実際に学習活動として毎月行われている絵本の読み聞かせイベントで参加者の頭部加速度・角速度を取得し，センサの値から活動中の参加者の行動を分析することを目的とする．このような場合，普段の活動により近づけることが本来の学習活動時の子供の様子の評価のために必要と考えられる．読み聞かせ活動において，参加者は自分で絵本の中の文字を読むわけではなく，読み手の発話を聞きながら座っている状態である．着座位置は自由で，幼児などは保護者の膝の上に座る場合も考えられる．このような状況を想定すると，カメラで一人ひとりの正面から映像を得ることは難しい．そこで，参加の積極性や消極性が子供の動作からわかれば，それを活動に対する評価行動ととらえ，活動に対する興味の指標として用いることができるのではないかと考え，読み聞かせの活動中に得られた動作から特に活動に対する興味の指標となりうる動作について検討するため，次章以降の実験を行った．

4.　評価実験

4.1　センサ装着方法

自然な振る舞いを得るためには装着性は重要でため，図 1 のように装着性についても検討した．ヘッドセット型のデバイスをプロトタイプとして製作した．これを用いて実験を行ったところ，動作が加わった場合に頭にフィットしていないため，長時間活動をしていると徐々に装着感が不快になることが分かった．この点を改良するため，ヘアバンド型に改良した．20 代男女を対象に加速度センサを装着してもらい，2 時間の実験を行った．この際，長時間の装着で意識してしまう，正面からカメラが目に入るといつも通りに振舞えないというフィードバックを得たため帽子型に改良し，可能な限り解析に使用する動画も斜め前から取得することにした．また，帽子型に改良したデバイスは，読み聞かせ活動など幼稚園児や小学校低学年生の可能な限り自然な振る舞いを取得するため，それぞれの帽子の正面に人気キャラクターのワッペンを貼り付け，装着時に子供にの意思でセンサ付き帽子をかぶってもらう工夫をした．本研究では，日常的に表出する評価行動および興味を示した際の参加者の動作および行動をより自然な振る舞いとして取得する必要があるため，被験者には，図 2 のような体に装着できる小型センサ (ATR 社，TSND121[19]) を帽子の右側頭部につけた状態でイベントに参加してもらった．センサの重さは約 22 g でセンサ付きの帽子は 5 つ用意し，イベント参加者のうち最大 5 名のデータを一度に取得する．センサのデータ取得周期は 20[ms] である．加速度・角速度はそれぞれ直交 3 軸の X, Y, Z 軸で，X 軸は進行方向が正，Y 軸は垂直上向きが正，Z 軸が水平横方向 (頭を横方向に貫く向き) である．

4.2　実験環境

山梨県富士山科学研究所にて毎月行われている幼児や小学校低学年児童を対象とした季節の絵本をテーマにした読み聞かせ活動 (もりのおはなしかい) の参加者に図 2 のセ

表 1　データ取得人数

	6 月 21 日		7 月 12 日	
	1 回目	2 回目	1 回目	2 回目
データ取得人数 [人]	5	1	5	3
装着継続人数 [人]	2	1	5	3

ンサがついた帽子をかぶった状態で参加してもらい，実験を行った．本実験では，着座位置が座席でなく，参加者同士が映像内で重なる可能性があったため，1 台の固定カメラと 1 台の移動補助カメラの計 2 台で重なった部分を補いながら確認用映像を取得した．データ取得人数を表 1 に示す．被験者は幼児から小学校低学年生で，センサの存在は事前に知らせてある．実施場所は富士山科学研究所の室内 (2015 年 6 月 21 日実施) および屋外 (2015 年 7 月 12 日実施) で，シートの上に座った状態で読み聞かせを実施した．1 回の読み聞かせ時間は合計約 20 分で，その間に大型絵本と紙芝居の読み聞かせを計 2 話分行った後，歌に合わせた手遊びを行い，最後にもう 1 話読み聞かせを行う形式で行う．これを同じ内容で参加者が異なるという状況で，午前と午後の 2 回行う．この実験では，被験者の注目する方向を読み聞かせを行う職員へ限定することで，動作によるセンシングのノイズを減らし，子供たちの読み聞かせ活動への参加の様子から読み聞かせ内容に対する興味度合い評価を試みた．

4.3　評価方法

まず，読み聞かせイベントで加速度・角速度値と映像を取得する．次に，録画映像を見ながらイベント参加者の動作および興味度合いの正解データを作成する．このアノテーション作業は，ELAN[20] を用いて動画を再生しながら動作および読み聞かせ内容への興味度合いを別階層で記録した．動作については，映像から確認された動作すべてを書き出した．これらを正解データの動作ラベルとし，これらの動作のうち，興味度合いが高いとされるときに行われている動作を認識することで興味度合いを推定可能かを検討した．興味度合いの正解データについては，時間的に欠損がないように，連続的に 5 段階評価した．興味度合いは 2 名で評価を行ったが，2 名の評定者間の評定に一貫性をもたせるため，表 2 の 5 段階の評定基準を作成した．評定基準を設けていても，主観が入り評定者間で評定が異なる場合を考慮し，二次の重みつき（weighted kappa coefficient）カッパ係数 [21] を算出し，評定の一致度を確かめた．2 時の重みつきカッパ係数を用いた場合，この係数 k が，0.81<k<1.00 であれば，2 名の評定は完全に一致とみなすことができる．映像から判断される動作や動作以外の表情，発話なども総合して評価ラベルを作成した．正解ラベルを作成する際，話しながら振り向くなどの同時に起こりうる行動に関しては，必要に応じて動作や会話をラベルを階層ごとに分けて分析した．本研究では，動画を見た結果，センサ装着者の動作と興味度合いおよびそれらに影響を与えると考えられる絵本の読み手の発話とセンサ装着者が振り向いたなど，具体的な行動をとった出来事をラベリングした．装着型センサから取得した値は，前処理を行った後，3 軸加速度・角速度およびその 3 軸の合成値と合成値の過去 1 秒間の平均，合成値の平均の過去 1 秒間の分散値，3 軸の傾斜角を特徴量として用い，動画から確認できたすべての動作について weka[22] の J48 のアルゴリズムで認識率を算出した．なお，センサの値から 5 段階の興味度の評定を直接推定することはできなかった．動作の認識率算出の際，10 分割交差検証法を用いて，結果の汎用性を評価した．

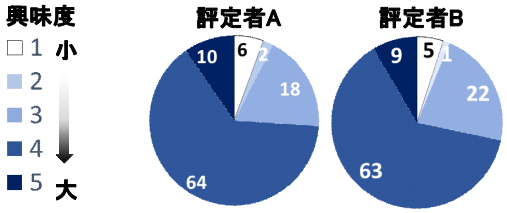

図 4　各評定が占める割合

5.　実験結果

表 3 に映像から作成した動作の正解データと参加者の加速度・角速度値を weka で評価した結果を示す．映像データから確認できた動作は，静止状態に加え，首ふり，首かしげ，手遊び，座り直し，大きく動作があるわけではないがごそごそ身じろぎをする状態 (ごそごそ)，うつむき，指さし，および拍手であった．各動作ごとの認識率は表 3 より，F 値で静止状態 0.66，座りなおし 0.26，ごそごそ 0.47，手遊び 0.93 であった．出現した動作の継続時間の割合を各動作ごとにまとめた際，うなずき，指差し，うつむき，首かしげ，拍手などの発生頻度が全体の動作の 1%未満のような動作については，10 分割交差検証を用いた場合，データの偏りのため評価不能であった．興味度合いについては，2 名の評定者の評定は，図 4 より，映像から約 80%評定が 3 以外となっている．図 5 もふまえると，手遊び状態は評定は常に 5 であることから，今回の実験の場合，興味がある場合の指標として用いることが可能と考えられる．また，その評定結果は Cohen のカッパ係数 [21] で 0.93 となり，0.81<k<1.00 の範囲にあるため，2 名の評定者間で完全な一致とみなすことができた．今回の結果から，読み聞かせイベントの中で最も興味度が高いと評定されたのは，図 5 より手遊び区間であり，その手遊び区間に関しては F 値で 0.93 と高い値で取得できた．6 月 21 日に実施した実験は雨のため屋内で行った．1 度目の実験では，センサを

表 2　興味度合い評価のための評価者の評定基準

興味度評定	5	4	3	2	1
観察された様子	参加する 質問に答える 笑う うなずく	話者を見ている 聞いている	じっとしている 聞いているか 映像から判断不能	違うところを見ている ごそごそしている 聞いていない可能性あり	要因があって 違うところを見ている

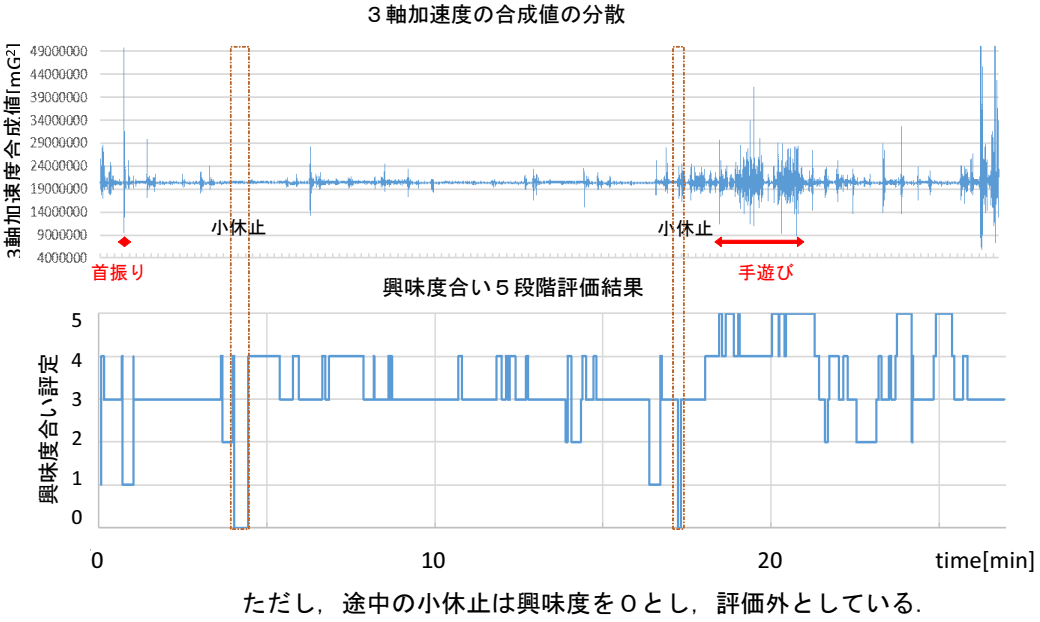

図 5　3 軸加速度の合成値の分散と興味度合い評定の関係

装着している参加者 5 名のうち，2 名が途中でセンサのついた帽子を脱ぎ，1 名が読み聞かせ開始時のかぶり方と比べ，90 度回転したかぶり方をしていたため，評価ができなかった．図 6 と図 7 は 6 月 21 日の 1 回目に参加した参加者の加速度・角速度値を比較したものである．参加者 A，E は最後まで帽子をかぶり続けることはできず途中で脱いでしまった．帽子を脱いだ参加者は，明らかに読み聞かせ以外に興味を示していた．その区間，帽子で遊んでいたことから，図 6，図 7 でも参加者 B，C，D とは全く異なる波形を示している．B，C，D の 3 名は，図 7 では波形の変化するタイミングが似ていることからも，イベントの読み聞かせや手遊びの内容に反応していることがわかる．2 度目の実験では，被験者は 1 名であったが，最後まで他 3 回の参加者と比べ，もっとも聞いていたように見えた．7 月 12 日に実施した実験は天候がよかったため，屋外の日陰にシートを敷いて行った．この日の実験では全員が最後までセンサ付きの帽子をかぶった状態であった．

表 3　動作認識結果

出現動作	再現率	適合率	F 値	出現動作継続時間 [%]
静止	0.54	0.84	0.66	43
座り直し	0.61	0.17	0.26	3
ごそごそ	0.63	0.38	0.47	41
手遊び	0.96	0.90	0.93	8
首振り	0.33	-	-	4
拍手	-	-	-	1
うなずき	-	-	-	1%未満
指差し	-	-	-	1%未満
うつむき	-	-	-	1%未満

6.　考察

動作の認識精度について，判定は容易であると予想していた静止状態が正確に取れなかった理由は，ごそごそ身じろぎをする動きとの差が微細であったことが影響していると考えられる．評定者が映像を見て，参加者がごそごそしていると判断した場面は，主に体のゆれと手先を動かすような動作であり，このうち頭部センサでは手先情報がうまくとれなかったことが精度が悪かった原因と考えられる．動作と興味の評定については動作のすべてをそのまま

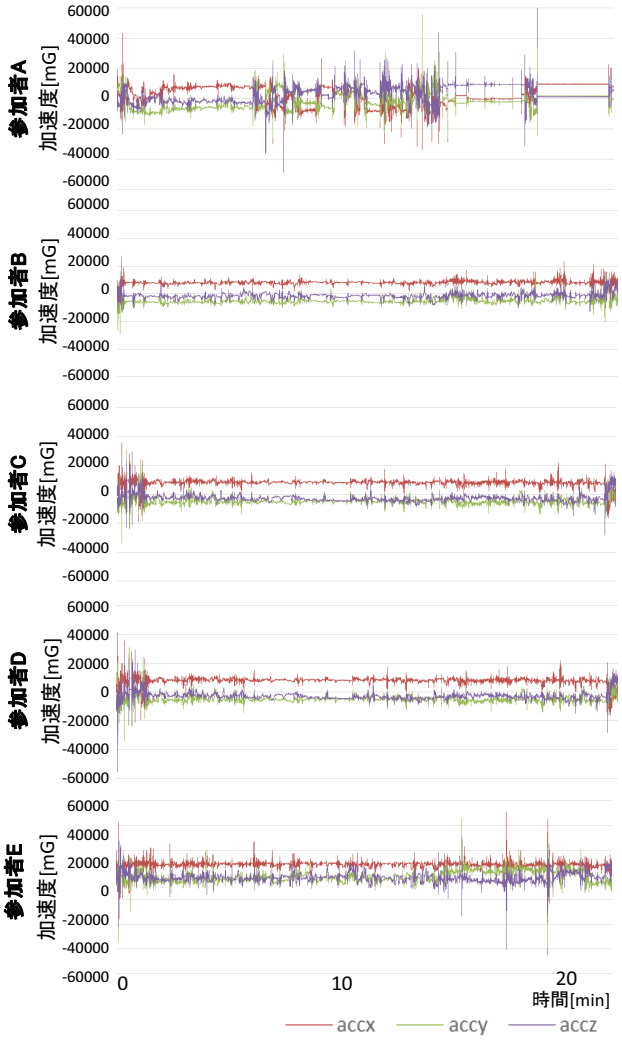

図 6　参加者 5 名の加速度値 (6 月 21 日)

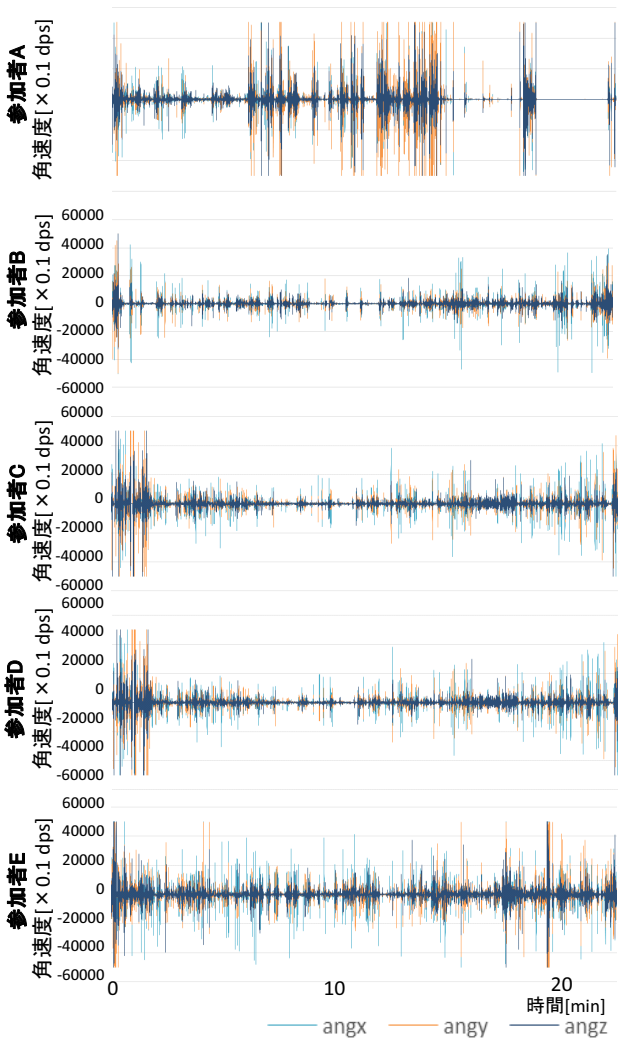

図 7　参加者 5 名の角速度値 (6 月 21 日)

興味度の判定に使用できたわけではなかった．これは，ごそごそと身じろぎをしながらも受け答えをするなどの反応があった場合があったからである．このことからごそごそするという状態をより詳細に分析する必要があることがわかった．しかし，大きな動作の場合，その動作が読み聞かせの内容に関係があれば手遊び時のように複数人数で同期していたことから，図 7 の波形をみても他の参加者と同期しない動作をしている参加者は何か別のものに興味をそがれているということが判定できる可能性が示唆された．装着性について，今回用いた帽子型は，2 度の装着性の予備実験を経たものであるが，幼児や小学校低学年生であることからも参加者は帽子が気になった場合，かぶり続けることができず，計測を続けることが困難であった．そのため，最適な装着感が重要であることがわかった．今回帽子をぬいだ子供は 9 人中 3 名でいずれも帽子の調整ベルトをもっとも小さくしても頭に対して帽子のサイズが大きく，頭にフィットしていなかったことが映像からわかった．この 3 名は他の参加者と比べて年齢が低かったことと頭のサイズが小さかったため帽子がずれることが気になってしまい，逆に読み聞かせ内容への興味をそいでしまうような結果となった．また，実験に協力いただいた参加者の保護者の一名から，帽子ごとに異なるワッペンを付けたことで，実験の際，子供が帽子をかぶるかどうかではなく，どの帽子をかぶるかということをまず考えていたのでよかったという意見があった．帽子やヘルメットなど普段活動で身に着けるものにセンサをつけることで，装着型センサを用いる際の課題である装着の必然性を回避できる可能性があるとともに，子供が相手の場合，かぶりたいと思うようなデザインが重要であることが示唆された．6 月 21 日の 1 度目の実験では，雨であったため屋内で実施し，7 月 12 日の実験は屋外であったことから帽子をかぶることが自然で気になりにくい状況であったことも関係するのではと考えられる．映像データから観察された被験者の様子について，以下に述べる．

- 興味がないときょろきょろ，ごそごそしていた．
- 一生懸命聞いている，読み手との受け答えがみられるときはじっとしていた．
- 音声と動作には共起関係が見られ，評価者が評価する場面では多くの場合，物音に対する何らかの動作が記録されていた．
- 興味度合いの評定が変化する場面では動作の変化がうかがわれた．

今回の実験では動作から興味度合いとして手遊び以外を指標とするまでにいたらなかったが，動画を見た 2 名の評定者の興味度合いの評価が一致したことをふまえると，動作を認識し各動作に対して評定を行うことで，ある程度興味度合いを推定することが可能と考えられる．しかし，動作のみでは不十分で，本実験の読み聞かせでは参加者は聞き手であったため，じっと動かず応答もない場合は視線をとるなど別の手法と組み合わせなければ判定は難しい．しかし，20 分の読み聞かせの中で，評定者が映像から判断できない部分 (評定 3) は，全体の 20%であったことから，実際に見られた動作をリストアップし，興味があると判断される動作と興味がないと判断される動作にあらかじめ興味度の評定を付与しておくことで，より詳細な興味度合いの推定が可能と考えられる．また，興味推定の題材については，応答を求めるものなどを組み込むことで，インタラクティブに子供の内的心理状態を表出させることが可能な手遊びのようなものと，絵本の読み聞かせのように一方的であるものとで興味推定手法を切り替える必要がある．加藤 [4] の述べた状況内評価の観点から，子供が自らの意思で手遊びに参加しているということは，参加意思を表出しているととることができるため，図 7 の同時に複数人数が同じような動きをした場合，参加度から全体の興味度合いを推定することが可能なのではないかと考えれる．非接触型についても今後検討するが，今回の実験のように席が固定でないイベントでは，カメラの映像でも子供たちは保護者の影に隠れるといった動きが多くあるため，参加者同士が映像画面上で重なってしまい，評定者が映像をみて分析する際も難しかった．本実験では，1 台の固定カメラと 1 台の移動補助カメラで重なった部分を補いながら映像を取得していた．非接触型のシステムを用いる場合も，このように子供特有の移動の多さを考慮したものを今後検討する必要がある．動作認識についての今後の課題は，まず今回用いたアルゴリズムは，加速度値の連続性を考慮していないためその点を改善することが挙げられる．また，読み聞かせでは参加者は文字を読まず，聞き手に徹する場面が多く見られほか，そもそも同意など興味があると考えられる行動が発生回数が少なかったことから，特定の動作を追うことよりも，動作の多さ (加速度の合成値) などを指標とし，他の子供と明らかに異なる動きをする者を判定するとよいのではないかと考えられる．

7. まとめ

本論文では，質問紙に答えることが難しい幼児から小学校低学年を対象とした絵本の読み聞かせイベントの参加者を対象に，体に装着できる小型センサが右側頭部についた帽子をかぶった状態で読み聞かせに参加してもらい，読み聞かせ中の参加者の頭部加速度および角速度値を取得した．分析時の確認のため，映像を取得した映像をもとに動作と読み聞かせに対する興味度合いの正解ラベルを作成し，参加者の動作と興味度合いの推定を試みた．興味度合いの正解データは 2 名の評定者が，参加者の読み聞かせ内容に対する興味度合いを連続的に 5 段階で評価しラベルを作成した．加速度・角速度値で動作判定を行ったところ，映像データから確認できた動作の静止状態に加え，首ふり，首かしげ，手遊び，座り直し，ごそごそ，うつむき，指さし，および拍手の 9 動作のうち認識できたのは 4 動作で，いずれも F 値で静止状態 0.66，座りなおし 0.26，ごそごそ 0.47，手遊び 0.93 であった．評価結果から，動作認識率は F 値で 0.93 であった．読み聞かせイベントの中で最も興味度が高いと評定されたのは，手遊び区間であった．興味度合いについては，センサ値からの直接判定は行うことができなかったが，手遊び区間のように，興味度の推定に動作判定を用いることができる可能性を示唆した．興味推定の題材については，応答を求めるものなどを組み込むことで，インタラクティブに子供の内的心理状態を得ることが可能な手遊びのようなものと，読み聞かせのように一方的であるものとで興味度の推定手法を変えていく必要がある．非接触型のセンシングについては検討すべきだが，本実験でよくみられた子供特有の移動の多さを考慮したものを取り入れる必要がある．

参考文献

[1] 秋田喜代美, 坂本篤史: 学校教育と学習の心理学 (2015).

[2] 森下雅子: フィールドと調査者の共振 地域における日本語支援の現場を例にして, 実験社会心理学研究, Vol. 46, No. 2, pp. 162–172, (2007).

[3] P. M. Gagne, W. W. Wanger, K. C. Golas, J. M. Keller, and J. D. Russell: Principles of instructional design (2005).

[4] 加藤 浩: もう一つの教育評価: 状況内評価の活用に向けて, (< 特集 > 協調学習と AI). 人工知能学会誌, Vol. 23, No. 2, pp. 163–173 (2008).

[5] T. Choudhury and A. Pentland: The sociometer: A wearable device for understanding human networks, CSCW' 02 Workshop: Ad hoc Communications and Collaboration in Ubiquitous Computing Environments (2002).

[6] T. Choudhury and A. Pentland: Sensing and modeling human networks using the sociometer, p. 216 (2003).

[7] 角 康之, 西田豊明, 坊農真弓, 來嶋宏幸: IMADE: 会話の構造理解とコンテンツ化のための実世界インタラクション研究基盤, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 8, pp. 945–949 (2008).

[8] 山下 淳, 市丸俊亮, 加藤 浩, 飯崎裕史, 鈴木栄幸 葛岡英明: 状況内評価を記録するシステム Sounding Board における身体的行為とその効果の検討, (< 特集 > 協調学習とネットワーク・コミュニティ). 日本教育工学会論文誌, vol. 33, no. 3, pp. 277–286, 2010.

[9] 大久保雅史, 藤村安耶: 加速度センサーを利用した集中度合い推定システムの提案, WISS2008 (2008).

[10] 小林竜司, 中田豊久, 頭部の動きに着目した非接触型の集中度測定方法の開発, 情報処理学会第 75 回全国大会, Vol. 3, p. 6 (2013).

[11] 林 利毅, 脇田昂祐, 原田史子, 島川博光: スケジュール管理のための加速度センサを用いた集中度測定, 情報科学技術フォーラム講演論文集, Vol. 8, No. 1, pp. 397–398 (2009).

[12] 水口 充, 浅野 哲, 佐竹純二, 小林亮博, 平山高嗣, 川嶋宏彰, 小嶋秀樹, 松山隆司: Mind probing: システムの積極的な働きかけによる視線パタンからの興味推定, 情報処理学会研究報告, pp. 1–8 (2007).

[13] 河原達也, 川嶋宏彰, 平山高嗣, 松山隆司: 対話を通じてユーザの意図・興味を探り情報検索・提示する情報コンシェルジェ, 情報処理論文誌, Vol. 49, No. 8, pp. 912–918, (2008).

[14] 倉野大二郎, 松村耕平, 角 康之: マルチモーダルデータを用いた映像閲覧者の興味推定, 情報処理学会 インタラクション 2013 論文集, (2013).

[15] 大森隆司, 奥谷一陽: 他者の認識の推定に基づく知的インタラクションの試み, 人工知能学会全国大会論文集, Vol. 27, pp. 1–4 (2013).

[16] 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: 心的状態の推定に基づいた行動決定モデルの適用, 日本ロボット学会誌, Vol. 31, No. 3, pp. 263–274 (2013).

[17] 高橋正樹, 高野絵里子: 遊具がアフォードする遊び行動 その 2: 加速度計及び角速度計を用いた公園遊具における行動分析, 学術講演梗概集, pp. 171–172 (2011).

[18] 杉浦広幸: 幼稚園・保育所における園芸・農業活動活性化のための子どもの興味と職員の考えについての研究, 人間・植物関係学会雑誌, Vol. 7, No. 1, pp. 17–22 (2007).

[19] ATR-promotions, inc. avalable from ⟨`http://www.atr-p.com/products/TSND121.html`⟩.

[20] ELAN, avalable from ⟨`https://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/`⟩.

[21] J. L. Fleiss, J. Cohen and B. S. Everitt: Large sample standard errors of kappa and weighted kappa, Psychological Bulletin, Vol. 72, No. 5, p. 323 (1969).

[22] Weka 3: Data Mining Software in Java, The University of Waikato, avalable from ⟨`http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/`⟩.

[23] Advanced Media Inc., available from ⟨`http://www.advanced-media.co.jp/solution/proceeding/rewr-iter_kaigi.html/.`⟩.