

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 11 日現在

機関番号：14701

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23650111

研究課題名(和文)感性にはたらきかけるカウンセリングのためのパラ言語情報と身体動作の計測と解析

研究課題名(英文) Measurement and analysis of paralinguistic information and motion for psychotherapy with rich sensibility

研究代表者

入野 俊夫 (IRINO, Toshio)

和歌山大学・システム工学部・教授

研究者番号：20346331

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：臨床心理士養成課程では、主に言語的に書き起こせる経験則に頼って教育が行われている。しかし、共感や信頼を得るための感性情報が乗っている発話法や身振りなど非言語情報は見過ごされていることが多い。本研究ではこの定量化とフィードバックをめざすため、(1) データ収集と対話データベースの構築、(2) 計測系と感情評価系の構築と高度化(3) データ分析と規則性の抽出の3項目の課題に取り組んだ。この結果、臨床心理分野では大規模な44対話のデータベースを構築できた。さらに、計測系の可搬化と高度化を行い、感情推移観測システム(EMO)を開発して、感情評価値を物理特徴量から説明する定量分析を進めた。

研究成果の概要(英文)：In training programs for psychotherapists, the instructors teach various techniques mainly based on their experience which could be annotated with written language. It is, however, not easy to explain nonlinguistic factors like nodding, prosody, and attitude which may carry emotional information important for sympathy and mutual trust. In this study, we tried to quantify the emotional factors based on the measurement of speech and motion as usable information in the training. We studied three issues: (1) Recording video, speech, and head motion in psychotherapy sessions and archiving them with annotations in the database, (2) Development of tools for data recording and emotional state evaluation, (3) Analysis of speech and nodding data to extract regularity. We collected forty four dialogues which are marvelously large for future studies. We developed a simple, portable recording system and EMO (EMOtiona Movement Observation) system for emotional state evaluation.

研究分野：総合領域・情報学

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

 キーワード：臨床心理面接 対話情報処理 パラ言語情報 身体動作 感情推移観測システム 認知心理学 音声  
響工学 教育課程

### 1. 研究開始当初の背景

昨今の社会的状況において、カウンセリング(臨床心理面接)が重要な役割を果たすようになってきている。これを受けて、セラピスト(臨床心理士)の養成が急務となっている。養成課程では、言語的に書き起こせる経験則に主に頼って教育が行われている。この重要性は明らかであるが、どのタイミングでどのような発声や身振りを行えば良いかという言語化しにくい情報は見過ごされている場合が多い。たとえ、指導者が気づいても言語的に伝えるしかない。このような非言語情報にこそ、セラピストとクライアント(相談者)の間の共感や信頼といった感性にはたらきかけるコミュニケーションの基盤となる情報が乗っているはずである。本研究ではこの定量化をめざす。

音声研究においては、話者の意図や心的態度あるいは感情を含むパラ言語情報を音声データから抽出しようとする研究の流れがある。しかし、ジェスチャーや身振りは扱われていない。これとは別に、話者の身振りや聞き手の音声知覚との関連を調べる実験的研究は報告されているが、2者間の対話における相互作用までは踏み込んでいない。これに対し、認知心理学においては、対話におけるジェスチャー研究、その中でも言葉の発声と身振り動作の協調関係の研究が行われている。また、臨床心理においても、カウンセリング対話における身体動作に着目した研究が存在する。しかし、このどちらも対話を媒介する音声に関しては、定量的分析が行われていないか、初歩的な扱いしか行われていない。そこで、音声/聴覚・臨床心理・認知心理・情報科学の異分野の研究者4名が集まって、この問題に挑戦した。各々の分野の専門の枠を越えて真に協力ができれば、すべてを最前線の手法で扱い、対話における感性情報を定量的に捉えられようと考えた。

ここで新知見が得られると、臨床心理専門家の養成に役立つことはもちろん、医療・福祉を含む各種対人サービスの向上、対話ロボット/エージェント設計等、社会的な要請のある広範な分野に大きなインパクトを与えるものと考えた。

### 2. 研究の目的

カウンセリング(臨床心理面接)の対話場面にいて、共感や信頼に関係する感性状態を測る手段を開発して評価することと、その感性情報をパラ言語情報(口振り)や身体動作(身振り)の計測データから推定することを試みる。各分野の専門性を最大限に活用し、計測の手段や信号処理を検討し、臨床・認知面の多彩なアノテーション記述を実施し、感性情報と特徴量の対応関係を探り、規則性を見つけることを目的とする。

### 3. 研究の方法

カウンセリング対話を対象として3項目を

実施する。(1) データ収集と対話データベースの構築、(2) 計測系と感情評価系の構築と高度化(3) データ分析と規則性の抽出。各々について以下に説明する。

#### (1) データ収集とデータベースの構築

分担研究者の花田が所属機関で主催している「カウンセリング学習会」における臨床心理面接を対象とする。これは、模擬面接ではなく、本当の悩みを相談する場である。ビデオカメラで面接場面を収録するとともに、音声と身体動作は、研究代表者が既に開発した音声-加速度同時記録システムを用いて収録する。これは、各人接話マイク(1ch)と頭部に付けた3軸加速度MEMSセンサ出力(3ch)で、2人分のデータを同時記録できる。これらのマイク-センサ系が、対話の自然さに影響しないことは、いままでの収録で確認済みである。

上記で得られたビデオ映像と音声をもとに、分析に必要なラベル付けを行う。内容としては、発話内容のテキスト、臨床心理専門家による発話種別・意図・受け入れ・セッションの段階等のラベル、認知心理専門家によるうなずきや身振りの種類のラベルを入れる。これらをまとめて多角的に利用できるデータベースとして整備する。

当事者や第三者による感情評定を検討する。まず、6軸の評定項目(「快-不快」、「覚醒-睡眠」、「支配-服従」、「信頼-不信」、「感心-無関心」、「肯定的-否定的」)の尺度評価を導入する。この項目の妥当性やさらに付け加える項目の検討を行う。

#### (2) 計測系と感情評価手法の高度化

計測系としては、真剣な対話を妨げないように、負担なくかつ目立たないことが必須である。その上で、いままで用いてきたシステム[5]を高度化し、多チャンネル化やワイヤレス化を検討する。さらに、Kinect等の非接触センサの導入の検討を行う。このような複数センサ利用の場合、問題となる同期の問題に関しても複数案を試みる。また、収録システムを必要かつ十分な最低限のシンプルな構成にすることも同時に考える。設置場所を選ばず簡単に持ち運びができること、音響/映像関係の知識がほとんど無くても簡単に利用できることを目指す。これは、利用への敷居を低くすることによって様々な場面で収録できるようになり、データも集まりやすくなるためである。

臨床心理面接以外の簡便な目的指向対話を選定して、システム開発から対話評価にいたる全過程の確認を行う。臨床心理面接データは個人的な内容が含まれ、再収録不可能であり、さらには第三者にも見せることも難しい。したがって、話題を限った日常会話に

近いものを選定する。

その上で、(1) の感情評定を入力する手段を開発する。従来研究では、人手（ラベラー）による発話区間ごとの感情評価値入力が行われてきたが、動的な感情状態変化をそのまま記録することはできなかった。また、入力に膨大な時間がかかる割に、必ずしも安定な評価にならない問題点があった。そこで、ビデオを視聴しながら連続的に評価値をその場で入力する手段を開発する。

### (3) データ分析と規則性の抽出

得られた収録データから音声やセンサの信号の解析を行う。音声には、言語情報ばかりでなく、強調・質問等の話者の意図や感情等のパラ言語情報や、年齢・性別・身長等の非言語情報が乗っている。このうち、パラ言語情報は、韻律的特徴（物理量としては基本周波数の時間変化）に強く現れることが知られている。そこで、基本周波数抽出を最近の高精度手法で行う。さらに、wavelet分析や基本周波数パターン生成モデル等により、発話者の意図を反映している可能性のある定量的な特徴量を抽出することを試みる。また、話者内や話者間の相関の分析を行い、類似性や相違を定量的に調べる。

これらと平行して主にビデオデータを使った定性的な分節化も行い、ラベルとしてデータベースに登録する。対話当事者同士の身体動作の同期現象と認知科学的な意味付けの分析を行う。また、カウンセリング対話としての意図・受け入れ・共感・理解・誤解の分析を行う。これらの専門家による分節化情報は、対話者の発話・発声や身振りや高次認知系との関連を探る上で、重要な役割をはたす。このデータと上記の定量的特徴量から規則性を発見するためデータマイニングを行う。

## 4. 研究成果

### (1) データ収集と対話データベースの構築

カウンセリング学習会の一環のクライアント体験において臨床心理対話のデータを収録した。これは、口元マイクによる音声記録、加速度センサによる顔きデータ記録、ビデオ撮影からなる。セラピスト(Th)はベテラン3人で、合計44名分の対話データを収集することができた。Th#1 24名、Th#2 13名、Th#3 5名、テスト収録2名分。このような、口元記録の音声や頭部加速度データの記録を含めた大規模な臨床心理対話データは日本初で、世界的にもきわめてめずらしいものと考えられる。そもそも臨床心理でこのような収集をすることは、いままで考慮の対象になっていなかったためである。このデータを元に、様々な分析を加えることができるようになった。

さらに、実際に、臨床心理士の指導者と初心者における、顔きの傾向の類似性と相違部

分について定性的に分析を行い、国際会議でも発表をした[3]。このように、今回のデータベースは、今後の研究展開に不可欠な財産である。当該萌芽研究の最も重要な成果の1つである。

過去に京都教育大で収録したデータと上記の新規データに対し、発話内容、臨床心理的に見た対話場面の発話内容の書き起こしや他のアノテーション情報を付与した。過去のデータに関してはすべて、新規データについては8名分の書き起こしを行った。今後さらに作業を続けて、データベースに追加していく予定である。

6感情評定を分節的にラベル付けすることでは、動的な感情の推移がわからないという問題点が明確になった。そのことから、後述の感情推移観測システム EMO systemを開発して、時系列で連続に評価したデータを記録することを開始した。さらに、臨床心理面接においては、感情評定自体よりも、セラピストの「傾聴の度合い」や「面接の進行度合い」の方が最終的な面接の満足度に直接関連すると思った。そこで、EMO systemの枠組みで、セラピストが「聴いている/聴いていない」、面接が「進展している/後退している」の2軸で評価することを行った。クライアント(CI)がセラピスト(Th)を評価するばかりではなく、Thが自分自身を評価することも含まれる。また、面接に居合わせなかった第三者からの評価も可能となった。

このデータから対話中の状況変化の分析を行い、EMOsystemの紹介も含めて国際会議で報告した[1]。同時に問題点も見えてきて、カウンセリング学習会という性質上か、指導教員がThの場合に悪評価を付けないというバイアスがかかっていることや、実験者が意図した評価項目が正確に評価者に伝わっていない可能性がわかった。これらの知見は、今後分析や評価を進める上で重要な示唆をあたえる。

### (2) 計測系と感情評価手法の高度化

計測系を使いやすく、十分な情報が取れるように改良した。まずは、当初案どおりワイヤレス化を検討した。ところが、加速度センサより大きな基板や電池が必要で小型化に限度があることがわかった。音声も高品質にワイヤレス伝送する機材も、結局は口元からの配線が必要なことがわかった。むしろ、簡単なオーバーヘッドのワイヤーに加速度センサと口元マイクを取り付け、有線で対話者の前のテーブルに置いた機材に細い配線で接続する方が良いと判断した。重量が20g程度と軽量で、頭部運動等を邪魔しないヘッドセットを作ることができた（図1右図）。

アナログ加速度センサからデジタル加速度センサに変更し、身体運動を取るためKinectセンサも導入した。さらに、多様なデータの同期を取るためのタイミング情報の付加手法の開発を行った。これらにより、口元マイク2本、加速度センサ2台、ビデオ3台(全体と各個人の正面)、Kinectセンサ2台で収録することができるようになった。これで、後述のアニメーション説明課題のデータ収集を行った(図1、図2)。

2年目以降、さらに計測系の改良を進めた。まず、加速度センサ系に関して回路をプリント基板化し、安定にデータが収集できるようにした。これにより外部機関に配布しても問題ない安定性と量産性が得られるようになった。また、パソコン中から時刻を音で示すDTMF信号を出力できる時計ソフトを開発し、音声収録系で同時録音できるようにした。これにより、音声/映像/加速度データ全体の同期が最低限必要となるレベルで確実に取れるようになった。また、録音器材を変更し接続等の簡素化も行った。Kinectに関しては手間や機材が余計にかかる割にデータの精度が高くなく扱いにくいと、収録に利用することをやめた。以上の工夫により、可搬で簡易に利用できるほぼ完成型に近いシステムが構築できたものとする。

このシステムでアニメーション説明課題において収録がスムーズに行えるか実践的に試した。その上で、本研究の対象となる臨床心理面接の収録に用いて、(1)で示した多量のデータを収録することに成功した。従来、臨床面接では市販のビデオカメラ単体で様子を収録する程度であった。しかし、これでは、特に音声データは分析を適切に行える品質を保つことはできない。今回のシステムで、映像/音声/加速度の精度の高いデータが得られるようになった。このことは今後の研究の進展に資する。

#### 感情評価手法の高度化

まず、目的指向対話として、認知心理的な身振り研究で用いられる、2者対話タスク「アニメーション説明課題」を題材として取り上げた。身振り研究にいままで用いられてきているため、過去のデータとの対比もできる。この対話を用いて、計測系と感情評価手法の高度化を図った。

対話における感情状態を連続的に推定するため、感情推移観測システム EMO system (EMOtionaL Movement Observation system) をパソコン上のGUIとして実装した。これは、音楽聴取時に感情評定を入力するインタフェースを参考に、数値演算ソフトMATLABとビデオ再生ソフトVLCで実装した。2次元平面のX軸、Y軸それぞれに、6軸の評定項目(「快-不快」、「覚醒-睡眠」、「支配-服従」、「信頼-不信」、「感心-無関心」、「肯定的-否定的」)のうちの2軸を割当てた。たとえば、X軸に「快-不快」を割当て、Y軸には「覚醒-

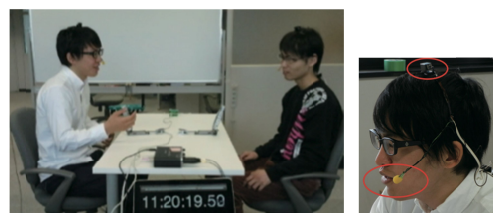


図1 アニメーション説明課題収録風景(左)と、ヘッドセット(頭部センサ+口元マイク)(右)



図2 収録セットアップ全景

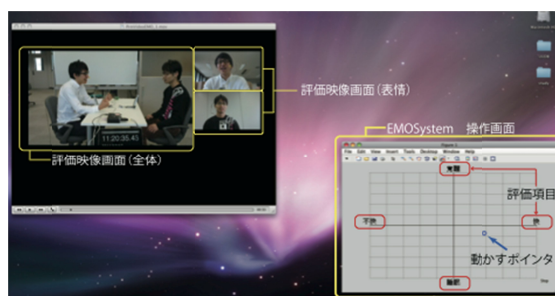


図3 感情推移観測システム EMOによる対話の感情評価GUI. ポインタを動かし評価値を入力.

睡眠」を割当て、原点を「中立」(neutral)とした。さらに、ビデオデータと同期を取れるようにGUI側からビデオ再生開始や一時停止ができるようにしてある。感情の評価者は、語り手あるいは聞き手の1人の感情状態を、マウスをこのXY平面上で動かすことによって、その時点ごとの感情評価値を入力できる。

このEMOを用いて、まず、アニメーション説明課題のビデオクリップ(全体像と顔画像、音声が入っている)に対して、感情評価入力を行った(図3)。評価者は、対話に参加した語り手と聞き手、さらに第三者6名の計8名である。評定値のこの結果、評価者によって利用するGUIの軸の位置や動かす範囲がかなり異なることがわかった。しかし、8データ全てで、例えば中立から快に上がる、快から下がるという評価値変化を共通に示す部分もあることがわかった(図4参照)。すなわち、誰が見ても同じ感情変化があると評価できる部分があることがわかった。ただし、値自体はまちまちで、今後、振幅や変化の度合いを正規化する手法を検討する必要がある。

さらに、同じ評価者が、時間を置いて2度評価を行った場合の再現性に関して、検討課題として浮かび上がった。これは評価の安定性や信頼性にかかわる重要な点である。この実験として、同じ評価者が、数ヶ月後に2度目の評価入力を行い、1度目との差異を見た。この結果、ほとんど同じ傾向で評価値をつける者と、かなり異なる評価値をつける者がいることがわかった。様々な要因が考えられるが、EMOの感情評価入力GUI側の問題点として、カーソルの軸上の位置とどの程度の評価値であるかの対応付けを行っていなかったことがある。そこで、評価軸に「中立」「やや」「かなり」「非常に」という形容詞を割当てたGUIも作成し、次の課題として、再現性に関して評価実験を現在行っている。

さらにユーザーインタフェースとしての問題点も見えてきた。現在のEMOでは、簡便に実現するため、評価したい項目対を2次元平面上の90度ずれたX軸、Y軸に割当ててポインタ入力をさせている。しかし、実際に入力してみると、X軸、Y軸を完全に独立に思ったとおりに動かすににくいことがわかった。結果的にX軸、Y軸の値の相関が大きめに出る可能性がある。これに関しては、今後ユーザーインタフェースをマウス(ポインタ)から、2つのスライダーを並べたような直感的なものに変更する予定である。また、認知心理学的な課題を用いて、ユーザーインタフェース自体の良さや改善の度合いを評価する予定である。

いままで音楽の感情評価等において、類似のユーザーインタフェースを用いて評価値を連続入力することが、無批判に行われてきた。しかしながら、今回の検討から、感情評価を行なう研究において避けて通れない問題を課題として明確化できたと考える。

### (3) データ分析と規則性の抽出

本節では定量分析の結果の概略を説明する。詳細な記述は[2]に述べた。

アニメーション説明課題を題材として、発話内容の書き起こしを行い、さらに音声認識技術による音素境界抽出と基本周波数抽出を行なった。その上で、各話者の最頻出単語の発話区間に関して、基本周波数と、頷きの加速度を説明変数として、EMOシステム出力の感情評価値がどの程度説明できるか、線形回帰モデルを用いて検討した。

説明変数を表1に示す。分析対象となる語り手あるいは聞き手の音声から抽出した基本周波数 $F0$ 、 $\text{Log}F0$ 、パワー $Pwr$ 、頷きに関連する加速度絶対値である。最頻出単語区間のみ今回は用いたため、各パラメータに関してその区間の平均値、中央値、標準偏差、変化率を統計量として取った。頷きは発話と同期して起こるとは限らない。そこで、加速度の統計量計算区間を、(a)発話区間と同じ場合、(b)発話開始前500msから発話区間終了まで、(c)発話開始時点から発話区間終了後500msま

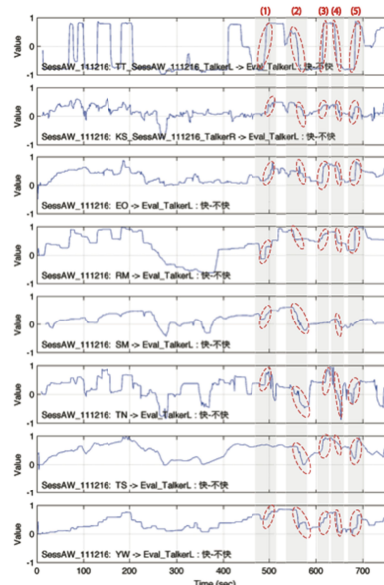


図4 EMO出力の時系列データ例。1対話の語り手の「快-不快」を8名が評価。共通な推移になっている部分を楕円と網掛で表示。

物理量 (suffix)	平均値 (Mean)	中央値 (Median)	標準偏差 (Std)	変化率 (Slope)
基本周波数 F0	$F0_{Mean}$	$F0_{Median}$	$F0_{Std}$	$F0_{Slope}$
対数 F0	$F0_{LogMean}$	$F0_{LogMedian}$	$F0_{LogStd}$	$F0_{LogSlope}$
音声パワー	$Pwr_{Mean}$	$Pwr_{Median}$	$Pwr_{Std}$	$Pwr_{Slope}$
加速度絶対値	$AccObs_{Mean}$	$AccObs_{Median}$	$AccObs_{Std}$	$AccObs_{Slope}$
感情評価値	-	$EMO_{Median}$	-	$EMO_{Slope}$

表1 音声基本周波数パラメータ F0 や対数 F0 (F0Log) , パワーPwr, 加速度絶対値 Acc abs( は x,y,z 軸および全体 All)と感情評価値のリスト。各パラメータに関して平均値、中央値、標準偏差、変化率を統計量として取った。

で、(d) 発話区間よりも前後500ms伸ばした場合、の4種類に関して検討した。

目的変数は、評価者がつけた6つの感情評定項目: 「快-不快」、「覚醒-睡眠」、「支配-服従」、「信頼-不信」、「感心-無関心」、「肯定的-否定的」の中央値( $EMO_{median}$ )と変化率( $EMO_{slope}$ )とした。

また、回帰モデルの初期値を、ウィルキンソンの表記法で以下に示した。

$$EMO_{median} \sim 1 + F0_{Log_{Median}} + AccYabs_{Median}$$

$$EMO_{slope} \sim 1 + F0_{Log_{Median}} + AccYabs_{Median}$$

その上で、Stepwise近似を行った。

ここでは例として、1対話の語り手に対して8名の評価者が付けた感情評価値を、(a)発話区間と同じ場合について推定した結果を説明する。この場合、上記の初期モデルの決定係数 $r^2$ は0.1~0.15でほとんど説明できていない。これを開始点として、Stepwise 近似を行うと、ある特定の評価者の場合に決定係数 $r^2=0.82$ となった。この時の回帰式は

$$EMO_{slope} \sim 1 + F0_{Median} + F0_{Log_{Median}} * AccXabs_{Slope} + AccYabs_{Slope} * AccYabs_{Median} + AccZabs_{Slope} * AccZabs_{Mean}$$

となった。この評価者の聞き手に対する結果も高くなった。しかし、これは例外で、他の組み合わせの場合<sup>2</sup>は最高でも0.6未満であり、一般化できなかつた。さらに、Stepwise近似の結果得られるモデルや決定係数は評価者ごとに大きく異なり、評価者間で共通なモデルを見つけることはできなかつた。また、発話区間と加速度区間の4つの場合分けで、結果もまちまちで、特に目立った傾向の違いを見つけることは難しかった。これらの結果の一要因として、(2) で述べたとおり、評価軸に対して度合いの形容詞を付与していなかつたため、評価者ごとの評価軸の利用範囲の違いが異なることが挙げられる。他の場合も概ね同様な結果であった。

今回の検討の範囲では、物理的特徴量から感情評価値を明確に推定することはできなかつた。しかし、上記(2) で述べた評価ユーザーインタフェースの問題点を解決できたとすれば、評価自体の安定性だけに注目できるようになる。ただ、評価対象者の気持ちをどの程度感覚的に理解できるかは最善でも対比でしか評価できない。また、評価者の身体的/精神的状況によりその値が変化する可能性もある。これらの要因に関しては、実践の面接のため、実験のように論理的に排除することは難しい。要因をそのまま受け入れた上でうまく定量化して、説明変数としてモデルに入れ込む必要があるものとする。

以上のように本研究課題により、データベースを構築し、研究手段を提案し、さらに問題点も検討できた。今後の研究の進展に大きく貢献する成果を挙げることができたものとする。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計0件)

[学会発表](計5件)

[1] Masashi Inoue, Toshio Irino, Ryoko Hanada, Nobuhiro Furuyama, and Hiroyasu Massaki, "Continuous annotations for dialogue status and their change points." 10th Multimodal Corpora: Combining applied and basic research targets, Reykjavik, Iceland, 27 May 2014. (報告書提出時発表済)

[2] 八木みゆき, 森田礼子, 中井正人, 西村竜一, 河原英紀, 入野俊夫, "説明対話における韻律情報および頭部運動と感情評価値の関連性分析の試み," 電子情報通信学会/音響学会 音声研究会, SP2013-67, pp.15-20, 千葉大, 千葉, 2013年9月18日~19日.

[3] 末崎裕康, 古山宣洋, 花田里欧子, 井上雅史, 有久亘, 入野俊夫, "心理カウンセリング来談者の問題表現時の視点構造とマイクロスリップ 問題の所在が遷移した事例に関する質的検討," 日本生態心理学会

第4回大会、函館、北海道、2012年7月7日~8日.

[4] Masashi Inoue, Ryoko Hanada, Nobuhiro Furuyama, Toshio Irino, Takako Ichinomiya, and Hiroyasu Massaki, "Multimodal corpus for psychotherapeutic situation," Workshop on Multimodal corpora: How Should Multimodal corpora Deal with the Situation?, (Pre-conference workshop of LREC 2012), Istanbul, Turkey, 22 May 2012.

[5] Masashi Inoue, Toshio Irino, Nobuhiro Furuyama, Ryoko Hanada, Takako Ichinomiya, and Hiroyasu Massaki, "Manual and Accelerometer Analysis of Head Nodding Patterns in Goal-oriented Dialogues," in J.A. Jacko (Ed.): Human-Computer Interaction, Part II, HCII 2011, LNCS 6762, pp. 259-267, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2011), presented at HCI International 2011 Orlando, Florida, USA, 9-14 July 2011.

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等

入野俊夫 web page

<http://www.wakayama-u.ac.jp/~irino/>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

入野 俊夫 (IRINO, Toshio)

和歌山大学・システム工学部・教授

研究者番号: 20346331

##### (2) 研究分担者

花田 里欧子 (HANADA, Ryouko)

京都教育大学・教育学部・准教授

研究者番号: 10418585

古山 宣洋 (FURUYAMA, Nobuhiro)

国立情報学研究所・情報社会相関研究系・

准教授

研究者番号: 20333544

井上 雅史 (INOUE, Masashi)

山形大学・工学部・助教

研究者番号: 50390597

##### (3) 連携研究者

無し