

対人コミュニケーションにおける非言語表現 —フィールド観察による身体動作の特徴・意味分析—

中 村 和 男*・渡 邊 昭 二**

Nonverbal Expression in Personal Communication —Analysis of Motion Features and Meanings by Field Observation—

Kazuo NAKAMURA, Shouji WATANABE

In order to progress multi-modal interface using nonverbal expression in personal communication, we observed and investigated real living scene in terms of nonverbal communication. The observed data were analyzed by multi-variate analysis, e.g. quantification theory and clustering analysis. Owing to results of this analysis, we could extract structures of motion features, emotional and intentional expressions in nonverbal communications.

Key words : multi-modal interface, nonverbal expression, nonverbal communication

1. はじめに

マルチモーダルインタフェースの進展は現在目覚しく、我々が従来使用してきたマウス・キーボード・GUIなどのインタフェースから次世代インタフェースへの推移が期待されている (Fig.1参照)。

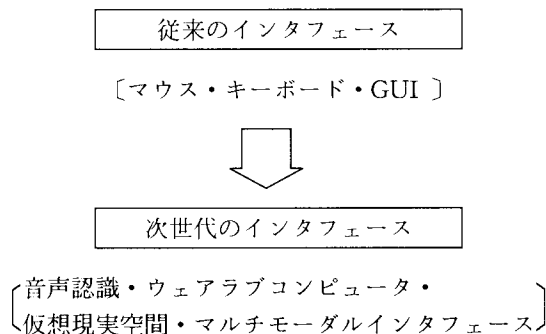


Fig.1 Transition of interface technology

そのため従来より人に優しく、自然であるヒューマンインタフェースの基盤の構築のために人間のコミュニケーションの特徴・意味・特性の抽出・分析を行ないインタフェース技術に組み込んでいくことは今後重要視されると思われる。

原稿受付：平成11年5月21日

平成11年3月15日、日本ファジィ学会ソフトサイエンスワークショップにて一部発表

*長岡技術科学大学計画・経営系

**長岡技術科学大学大学院 工学研究科 創造設計工学専攻

ここでM. F. ヴァーガス¹⁾は「2者間の対話では、ことばによって伝えられるメッセージは、全体の35%にすぎず、残りの65%は話しぶり、動作、ジェスチャー、相手との間のとり方など、ことば以外の手段によって伝えられる」としており、ことばでないことばには以下のものがあるとした。

- 人体：性別、年齢、体格、皮膚の色など
 - 動作：人体の姿勢や動きで表現されるもの
 - 目：目つき、アイコンタクト
 - 周辺言語：話し言葉に付随する音声上の特徴
 - 沈黙：無言の訴え、声なき喜怒哀楽など
 - 身体接触：相手の身体に接触すること
 - 対人的空間：コミュニケーションのために人間が利用する空間
 - 時間：文化形態と生理学の二つの次元での時間
- また対人コミュニケーションで用いられる動作の機能としてP. エックマン^{2) 3)}は身体動作を Table 1 のように分類した。

Fig.2 はヒューマンインタフェースに有効な身体動

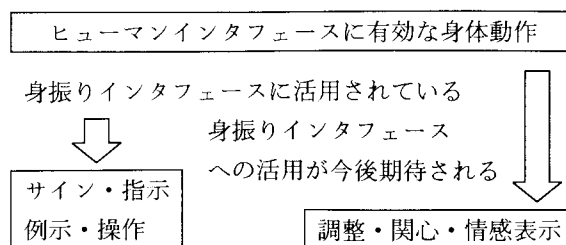


Fig.2 Effective body actions
for adopting in human interface

Table 1 Body actions grouped by Ekman^{2) 3)}

身 体 動 作	身体動作の特徴 (例)
表象 (emblem)	音声語句に翻訳可能で、標識、サインとも呼ばれる (例：親指と人差し指で円をつくる→お金・親指を立てる→OK・人差し指を立てて口元に寄せる→静かに)
例示子 (illustrator)	発話の内容や流れと結びつき、発話内容を強調、精緻化、補足する
(a) バトン (baton)	特定の語を表したり、強調する動作 (例：発話の際に手を振る)
(b) 思考動作 (ideograph)	思考過程を描く動作 (例：指を折って数える)
(c) 指示動作 (deictic movement)	対象を指し示す動作 (例：方向を指で差す)
(d) 空間動作 (spatial movement)	空間関係を説明する動作
(e) 活動動作 (kenetograph)	人や動物の動きを描写する動作
(f) 象形動作 (pictograph)	対象の姿を空間に描く動作 (例：こんな形です・こんな大きさの)
(g) アンダライナ (underliner)	句、節、分を強調する動作 (例：発話の際に手を振る)
(h) リズム動作 (rhythmic)	出来事のリズムや速さを描写する動作
情感表示 (affect display)	情動に伴う表情、身振りなど (例：こぶしを作って震わせる→怒り・硬直姿勢→驚き)
調整子 (regulator)	発話権の授与を制御したり会話の流れを円滑にする動作 (例：耳に手を当てる→もっと大きい声で・うなずき→聞いていますよ・腕組み→守りの姿勢、無関心・身を乗り出す・身体を相手に傾ける)
適応子 (adaptor)	状況に適応するための動作
(a) 身体操作 (body manipulator)	自分の身体に加える操作 (例：乾いた唇を舌でなめる・痒いところを掻く・ペンをもて遊ぶ)
(b) オールター調整子 (alter-adaptor)	対人関係を調整するための動作 (例：対人距離のとりかた・貧乏ゆすり→その場に居たくない)
(c) オブジェクト適応子 (object-adaptor)	道具や機械を操作する動作

作モードを表したものである。本研究では、今後のヒューマンインタフェースの非言語表現活用の高次化をめざし、その基盤として実コミュニケーション動作の観察・分析を行なった。具体的にはP. エクマンが分類した身体動作の働きで表象動作、例示動作、感情表出動作、言語調整動作、適応動作の中で特に感情表出動作、言語調整動作に焦点をしぼり、実生活場面から対人コミュニケーションの非言語表現としての事例の動作データの収集・蓄積および動作的・意味的特徴の抽出・分析、さらに次の研究ステップへの基盤として実験的な非言語コミュニケーション動作計測の可能性の検討を行なった。

2. 非言語コミュニケーションのフィールド観察

フィールド観察は被験者の興味・関心・感情を顕著に抽出できる事を期待して、某私立幼稚園で行った。観察対象者として対人コミュニケーションを行っている園児・保母に着目した。観察状況は1998.11.16 (10:30~13:30) に園内で行なわれた朝礼、給食時間、自由時間および公園に向かう散歩、公園内での自由時間

であり、ビデオ撮影及び観察者の目視、インタビューでの記録を行った。Fig.3 は園児と保母の会話場面で、園児が言語・非言語併用行動を動員してなんらかの意図を保母に伝えようとしているところである。保母も同様に関心、興味を言語・非言語併用行動で表現していることが分かる。



Fig.3 Observation about human communication

ここで、園児と保母の間で行われるコミュニケーションを Fig.4 に示すような相互作用の下での言語・非言語併用行動のやりとりとしてとらえた。

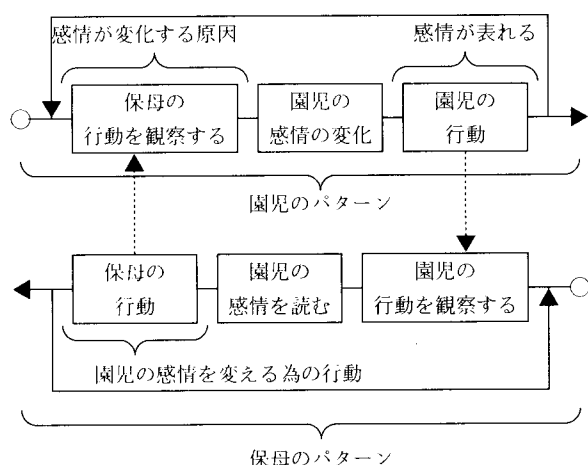


Fig.4 Interactive relationship
in partnership communication

3. 特徴抽出の為のアンケート調査

第3者に対して対人コミュニケーションが記録されているビデオを視聴させることで、どのような特徴（頻度、質的・量的、姿勢・動作、距離・速度、明確・不明確、情感・関心、その他）に注目するかアンケート調査を行うことにした。

アンケート調査の手順として、対人コミュニケーションが記録されているビデオを各シチュエーションごとに分別し（合計120ケース）、分別されたビデオ画像から23ケースをランダムに取り出し、アンケート調査用の映像として編集を行った。

回答者である本学の男女学生（男子24名、女子4名；留学生5名）に対して、アンケート調査用ビデオを視聴させた後、気付いた点について Fig.5 に示すアン

アンケート調査用紙No.1

日付： 年 月 日

人と人とのコミュニケーションを撮影したビデオを流します。ビデオはいくつかに分けられていて、一つの長さは大体20～30秒です。写っている人に注目してビデオを見て、一つ見終わる度にアンケート用紙に気付いた事を記入してください。

ケース	気づいた事
1	
2	
.....	
23	

人と人がコミュニケーションを行う時は、動作・関心・感情などの要素が大きな働きをもっています。それらをふまえて日常生活のコミュニケーションで気づいていることを書いてください。

Fig.5 Questionnaire of survey

ケート用紙に自由記述させた（アンケートに必要な時間は30～50分であった）。

調査後、アンケートには以下のような内容が記述された。以下ではビデオに登場する人物を演技者と呼ぶ。

①演技者、②演技者の動作、③演技者の気持ち、④予想される演技者の前の行動、⑤観察者の気持ち、⑥観察者の考え、⑦その他。

4. アンケートの分析

4.1 アンケートの分析方法

記述されたアンケートはテキスト形式で保存され、内容についてのカテゴリ分けを行なった。カテゴリは Player・Player's Motion・Observer's Understanding of Player's Feelings/Intention・Observer's Feelingsとした。Table 2 は抽出された主要なカテゴリの出現数を表している。ここで Fig.6 に示すビデオ映像—動作パターン—感情パターンの関係を構築するため、その前段階として動作パターン集合に含まれると思われる Player's Motion及び感情パターン集合に含まれると思われる Observer's Understanding of Player's Feeling/Intention に関する意味空間配置の分析を行う事を目的とした（観察・調査・分析の流れは Fig.7 を参照）。

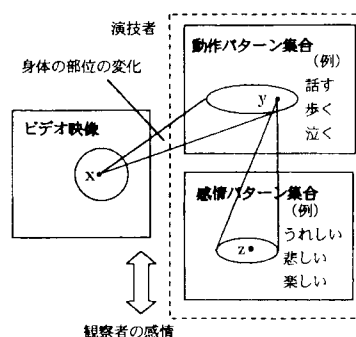


Fig.6 Comprehensive structure
of nonverbal communication

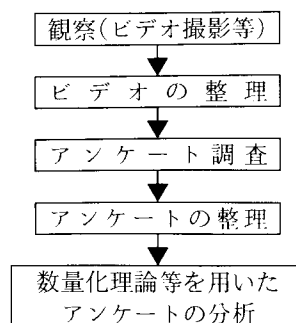


Fig.7 Outline of the surveys and analysis

Table 2 Extracted linguistic expressions through questionnaire survey

Player's Motion			Observer's Understanding of Player's Feelings /Intentions		Observer's Feelings	
抽 出 さ れ た 言 葉	泣く	36	遊ぶ	17	かわいい	6
	行く	34	真似をする	15	なにをしているのかな	3
	食べる	32	数える	14	コミュニケーションが少ない	3
	見る	31	楽しい	12	静かなものだ	3
	遊ぶ	30	気になる	11	行動が違う	2
	お代わりする	29	待つ	11	子供の力関係が見えた	2
	話をする	26	気にする	9	にぎやかそうではなかった	2
	食事をする	14	注目する	9	よくわからない	2
	取る	13	仲が良い	8	懐かしい	2
	歩く	12	つられる	7	楽しそうだ	2
黙々と	11	気にしない	7	危なく感じた	2	

4. 2 数量化理論3類によるアンケートの分析結果

Observer's Understanding of Player's Feelings/Intention をカテゴリ、Player をサンプルとして、カテゴリとサンプルの関係を表す行列データを作成し、数量化理論3類^{4) 5)}を用いて分析を行った。分析は12次元で行ったが、外れ値に支配されている次元に対しては軸の解釈は行わなかった。

Fig.8 は Observer's Understanding of Player's Feelings/Intention のカテゴリ数をプロットしたものであり、演技者の感情・意図表出の分布を視覚的に表現したものである。各軸の解釈は以下の通りである。

(一) (十)

- 第4軸：本能的 \longleftrightarrow 理性的
 第6軸：他人（意識） \longleftrightarrow 内向（意識）
 第7軸：能動的 \longleftrightarrow 受動的
 第8軸：静的 \longleftrightarrow 動的
 第9軸：積極的対応 \longleftrightarrow 消極的対応
 第10軸：明確 \longleftrightarrow あいまい
 第11軸：－思考 \longleftrightarrow ＋思考
 第12軸：活発 \longleftrightarrow おとなしい

軸の解釈

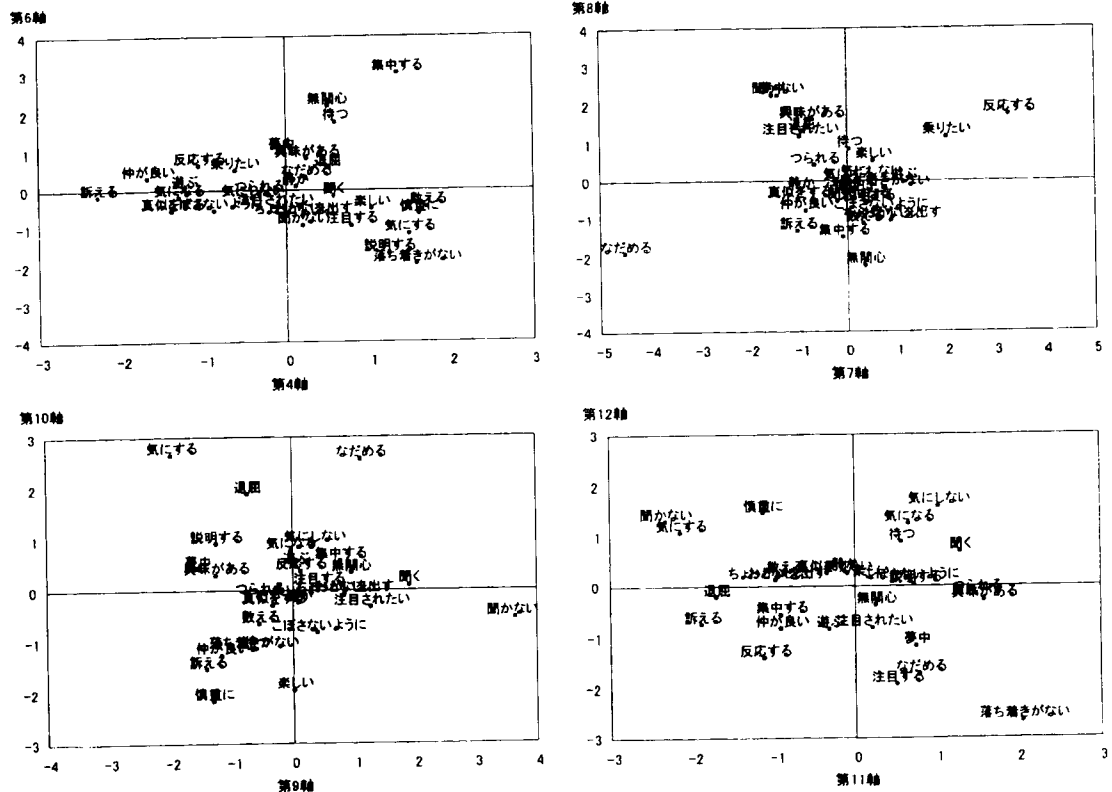


Fig.8 A plot of category scores for Observer's Understanding of Player's Feelings/Intention

問題点：

- ① アンケートに記述されている内容があいまいさを含むため、カテゴリ分けが困難であった。
- ② カテゴリに対してサンプルが少ないため、カテゴリスコアに外れ値が発生した。

問題点を解決するために、演技者・観察者のサンプル数を増やしアンケート方式を改良する必要がある。

6. 実験による非言語コミュニケーション動作計測に向けて

6. 1 非言語ヒューマンインタフェースにおける動作計測の意義

対人コミュニケーションにおける非言語表現の意味理解機構をとらえる上で、今回行った特徴抽出、数理的解釈によるアプローチは有効であることが分かった。

今後、非言語を活用したヒューマンインタフェースの高次化に向けて、簡易的な画像処理技術を用いた身体動作計測を導入していく必要がある。取得した身体動作の時系列データから、特徴抽出、情報融合により、その意味を理解する過程の概念を Fig.11 に示した。ここではそのための予備的検討として、3次元動作解析装置（Vicon370 Oxford Metrics 社製）による身体部位の時系列位置データの収集を試みた。

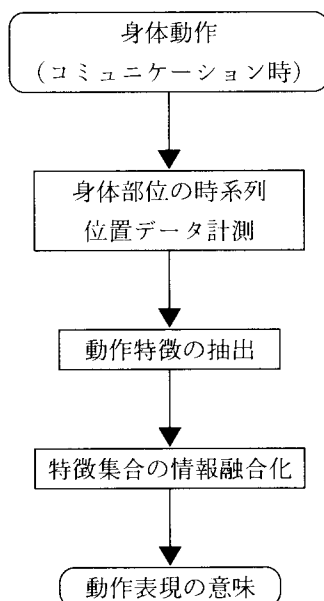


Fig.11 Conceptual procedure for understanding feature of personal nonverbal communication

6. 2 身体部位の時系列位置データの収集方法

身体部位の時系列位置データの収集には、Fig.12 に示す 3 次元動作解析装置（Vicon370 Oxford Metrics 社製）を用いる。この装置は人体に反射マーカを貼りつけた後、赤外線カメラでマーカイメージを取りこみ、座標変換を行なって、3次元実位置座標のデータを PC に記録することができる。

光学マーカは Fig.13 に示す要領で人体の各測定部位に取りつけられ、PC に記録された3次元の身体部位の位置データはテキストデータなどに加工できる他に、PC 上に CG として表示することができる（Fig.14 参照）。

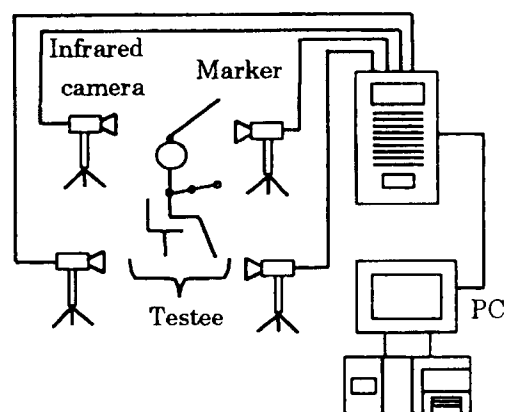


Fig.12 3 dimensional motion capture system (vicon370 Oxford Metrics)

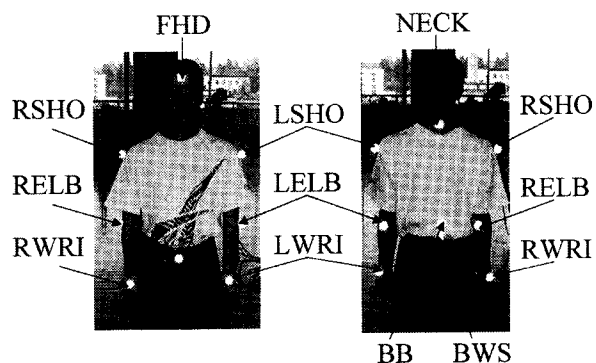


Fig.13 Marker setting on human body

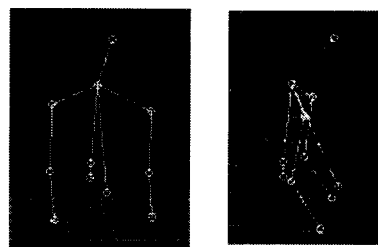


Fig.14 CG of human motion expressed on 3D work space

6. 3 時系列位置データの収集に関する予備実験

対人コミュニケーション時における非言語動作の身体部位の位置データを収集する前段階として、演技者に簡単な動作を演技してもらう予備実験を行なった。

演技者には、おじぎ運動および腕の上げ下ろし運動を行なってもらい、3次元動作解析装置でのデータ収集およびビデオでの記録を行なった。

6. 3. 1 おじぎ動作の分析

Fig.15 は FHD の速度, Fig.16 は FHD-STM 間の距離を時系列で表現したものである。おじぎの動作は Field でいうと859~970の間である。

おじぎの動作は、

- ① 起立の姿勢 (Field : 850)
- ② 腰を曲げて、頭を下げる (Field : 850~916)
- ③ ②の状態を一瞬保持する (Field : 916)
- ④ 頭を上げて、もとの起立の姿勢に戻す (Field : 916~970)

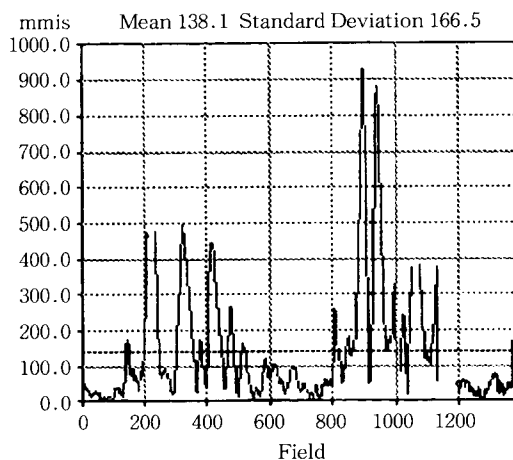


Fig.15 Velocity of FHD

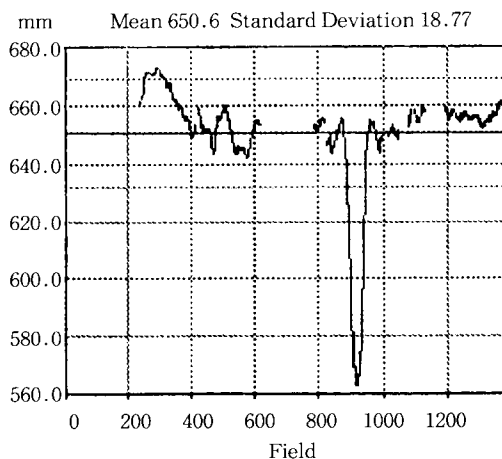


Fig.16 Distance between FHD and STM

と表現することができる。

グラフ上で、おじぎ動作①~④に対応する個所で大きな数値の変動が見られる。おじぎ動作③の個所 (Field : 916) では FHD の速度の値が小さくなっており、FHD-STM 間の距離は最小値を示している。また Field : 916 の前後では FHD の速度の値が大きくなっていることがわかる。

以上のことから、おじぎ動作は FHD の速度、FHD-STM 間の距離の変化で表現できる可能性が示唆された。

6. 3. 2 腕の上げ下ろし運動の分析

Fig.17 は RSHO-RELB-RWRI の角度, Fig.18 は LSHO-LELB-LWRI の角度, Fig.19 は RWRI-BB 間の距離, Fig.20 は LWRI-BB 間の距離を時系列で表現したものである。

腕の上下運動は右腕の上下運動3回、左腕の上下運動1回の計4回行なわれた。

今回の腕の上下運動は、

- ① 最高点まで右手を上げる (Field : 516~570)
- ② 右手を下げる (Field : 570~646)
- ③ 半分程度左手を上げる (Field : 646~694)
- ④ 左手を下げる (Field : 694~757)
- ⑤ 右手を顔に当てる (Field : 1113~1215)
- ⑥ 右手を下げる (Field : 1215~1282)
- ⑦ 半分程度右手を上げる (Field : 1282~1342)
- ⑧ 右手を下げる (Field : 1342~1380)

と表現することができる。

途中マーカー Data の消失があるため、右腕の運動⑤~⑥の Data が欠落している。

グラフ上では右腕の運動①~②、⑦~⑧に対応する個所で大きな変動が見られる。また左腕の運動③~④に対応する個所では LWRI-BB 間の距離が大きな値を示したものの、LSHO-LELB-LWRI の角度の変化はあまりみられなかった。これは腕を上げる方向の違いによるものだと考えられる。

以上の事からおじぎ運動同様に腕の上下運動も各マーカーの位置データでとらえられることが示唆された。

時系列位置データを収集し情報を融合することで、対人コミュニケーションの理解機構をより高度にすることができると考えられる。

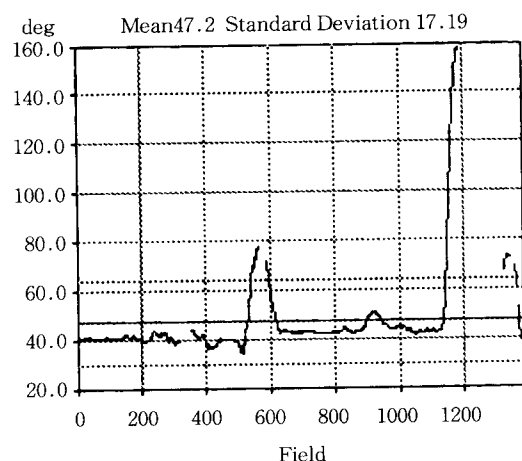


Fig.17 Angle between RSHO,RELB,RWRI

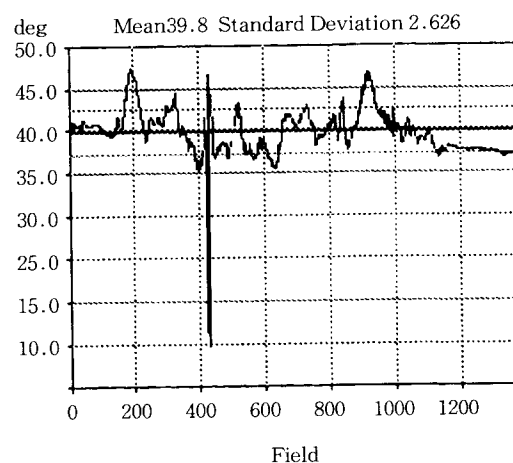


Fig.18 Angle between LSHO,LELB,LWRI

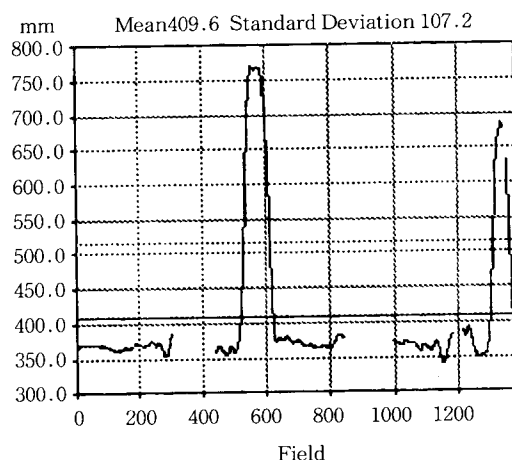


Fig.19 Distance between RWRI and BB

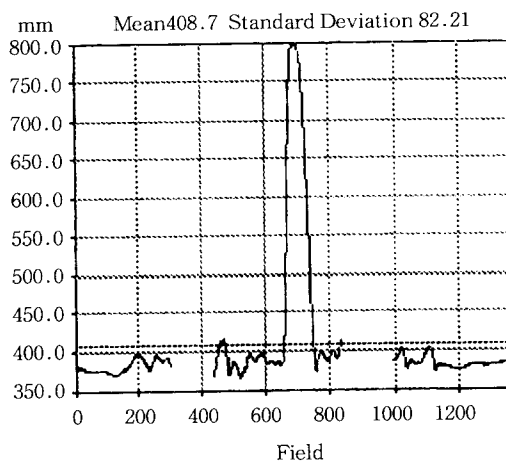


Fig.20 Distance between LWRI and BB

7. ま と め

今回非言語を含む対人コミュニケーション行動のビデオ撮影、撮影映像に対する第3者によるアンケート調査、アンケート結果の多変量解析による分析、実験的非言語コミュニケーション動作計測の可能性の検討を行なった。ここで示したような観察・実験・分析を積み上げて知識化を行ない、園児と保育の間で行われるような相互間コミュニケーション（パートナーシップを持つコミュニケーションと呼ぶことにする）をインタフェースに組み込み、自然な動作の中でユーザーの要求や意図を読みとり対応する働きを持つようにすることができると考えられる。パートナーシップコミュニケーションの応用例としては、一人暮らしの老人の話相手になってくれるコンピュータ、身振り手振りで

反応する電子ペット、意思決定支援、創造・発想支援などの応用が期待される。

参考文献

- 1) マジョリーF. ヴァーガス (石丸正訳), 非言語コミュニケーション, 新潮選書, 1987.
- 2) 黒川隆夫, ノンバーバルインタフェース, オーム社, 1994.
- 3) W・フォン・ラフラー＝エンゲン編著 (本名信行訳), ノンバーバル・コミュニケーション, 大修館書店, 1981.
- 4) 村山和雄, EXCEL による調査分析入門, 海文堂出版, 1996.
- 5) 有馬哲, 多変量解析のはなし, 東京図書, 1987.
- 6) 菅民郎, アンケートデータの分析, 現代数学社, 1998.