

平成 14 年度

学士学位論文

マーカ追跡による喜びと怒りの顔表情の
特徴的な動きの解析

Analysis of a characteristic motion of the face
expression of joy and anger by marker pursuit

1030235 秋田 正

指導教員 岡田 守

2003年2月12日

高知工科大学 情報システム工学科

要旨

マーク追跡による喜びと怒りの顔表情の 特徴的な動きの解析

人間同士のコミュニケーションにおいて、意思伝達の要素にはさまざまなものがある。例えば手の動き、口の動き、顔の表情などである。手話において顔表情は言葉の抑揚や大小と同じように感情を表す。手話を使用する場合は、特に感情表現における顔表情の持つ意味の比重は大きくなる。

手話を認識させるとき手の動きとともに顔表情の2つを考慮し認識することができれば、健常者と聴覚障害者の間の密なコミュニケーションの手段となる。そこで本研究では顔の表情に着目し、認識システムを確立させる上で重要な特徴的な動きの解析を行なう。

キーワード 手話、表情

Abstract

Analysis of a characteristic motion of the face expression of joy and anger by marker pursuit

There are various things in the element of intention transfer in man's communication. For example, they are a motion of a hand, a motion of a mouth, the expression of a face, etc. In sign language, face expression expresses feeling like the intonation of language, or size. Especially when using sign language, the specific gravity of the meaning which the face expression in feeling expression has becomes large. If it can recognize in consideration of two of face expression with a motion of a hand when making sign language recognize, it will become the means of the dense communication between a healthy person and a hearing-impaired person. Then, in this research, the characteristic motion which becomes important when making a recognition system establish is analyzed paying attention to the expression of a face.

key words sign language, expression

目次

第1章

研究背景	1
------------	---

第2章

研究目的	2
------------	---

第3章

研究内容	3
------------	---

3. 1 動画計測ソフト	3
--------------------	---

3. 2 基本6表情	3
------------------	---

3. 3 表情モデル

3. 3. 1 喜び	3
------------------	---

3. 3. 2 怒り	4
------------------	---

3. 3. 3 表情筋	5
-------------------	---

3. 3. 4 表情を作るパート	6
------------------------	---

3. 4 実験内容

3. 4. 1 動きの抽出	7
---------------------	---

第4章

実験結果	10
------------	----

4. 1 動きの検出	10
------------------	----

4. 2 動きの解析	13
------------------	----

4. 3 考察	15
---------------	----

第5章

結論	17
----------	----

謝辞	18
----------	----

参考文献	19
------------	----

付録	20
----------	----

図目次

図 3. 1 表情筋によるマーカ	6
図 3. 2 パーツによるマーカ	7
図 3. 3 今回の実験に使用したパーツによるマーカ	8
図 3. 6 ①についての解析方法.....	9
図 3. 7 ②についての解析方法.....	9
図 4. 1 「喜び」各フレームマーカの動き	11
図 4. 2 「怒り」各フレームマーカの動き	12
図 4. 3 ①より検出された「喜び」と「怒り」の移動距離と角度	13
図 4. 4 ②より検出された「喜び」と「怒り」の移動距離と角度	14
付図 1 「喜び」ID 1 - 2 から 1 - 9 のフレーム移動距離折れ線グラフ	21
付図 2 「喜び」ID 1 - 1 0 から 1 - 1 7 のフレーム移動距離折れ線グラフ ...	21
付図 3 「喜び」ID 1 - 1 8 から 1 - 2 5 のフレーム移動距離折れ線グラフ ...	21
付図 4 「喜び」ID 1 - 2 から 1 - 9 のフレーム移動角度折れ線グラフ	23
付図 5 「喜び」ID 1 - 1 0 から 1 - 1 7 のフレーム移動角度折れ線グラフ ...	23
付図 6 「喜び」ID 1 - 1 8 から 1 - 2 5 のフレーム移動角度折れ線グラフ ...	23
付図 7 「怒り」ID 1 - 2 から 1 - 9 のフレーム移動距離折れ線グラフ	25
付図 8 「怒り」ID 1 - 1 0 から 1 - 1 7 のフレーム移動距離折れ線グラフ ...	25
付図 9 「怒り」ID 1 - 1 8 から 1 - 2 5 のフレーム移動距離折れ線グラフ ...	25
付図 1 0 「怒り」ID 1 - 2 から 1 - 9 のフレーム移動角度折れ線グラフ	27
付図 1 1 「怒り」ID 1 - 1 0 から 1 - 1 7 のフレーム移動角度折れ線グラフ	27
付図 1 2 「怒り」ID 1 - 1 8 から 1 - 2 5 のフレーム移動角度折れ線グラフ	27
付図 1 3 「喜び」ID 1 から 9 のフレーム移動距離折れ線グラフ	29
付図 1 4 「喜び」ID 1 0 から 1 7 のフレーム移動距離折れ線グラフ	29
付図 1 5 「喜び」ID 1 8 から 2 5 のフレーム移動距離折れ線グラフ	29
付図 1 6 「喜び」ID 2 から 9 のフレーム移動角度折れ線グラフ	31

付図17 「喜び」ID10から17のフレーム移動角度折れ線グラフ	31
付図18 「喜び」ID18から25のフレーム移動角度折れ線グラフ	31
付図19 「怒り」ID2から9のフレーム移動距離折れ線グラフ	33
付図20 「怒り」ID10から17のフレーム移動距離折れ線グラフ	33
付図21 「怒り」ID18から25のフレーム移動距離折れ線グラフ	33
付図22 「怒り」ID2から9のフレーム移動角度折れ線グラフ	35
付図23 「怒り」ID10から17のフレーム移動角度折れ線グラフ	35
付図24 「怒り」ID18から25のフレーム移動角度折れ線グラフ	35

表目次

表 3. 1 感情と主な表情筋の相関.....	5
表 3. 2 顔の表情における役割.....	6
表 3. 3 ID ナンバーと各パーツ名称対照表.....	8
付表 1 「喜び」 鼻先端の中心点と各マーカとの 2 点間の間隔距離.....	20
付表 2 「喜び」 鼻先端の中心点と各マーカとの 2 点間の移動角度.....	22
付表 3 「怒り」 鼻先端の中心点と各マーカとの 2 点間の間隔距離.....	24
付表 4 「怒り」 鼻先端の中心点と各マーカとの 2 点間の移動角度.....	26
付表 5 「喜び」 中心点を取らずに各マーカ単体を追った移動距離.....	28
付表 6 「喜び」 中心点を取らずに各マーカ単体を追った移動角度.....	30
付表 7 「怒り」 中心点を取らずに各マーカ単体を追った移動距離.....	32
付表 8 「怒り」 中心点を取らずに各マーカ単体を追った移動角度.....	34

第1章

研究背景

現在、健常者と聴覚障害者との間のコミュニケーション方法はかなり限られたものしかない。例えば、筆談やジェスチャーなどである。また、実際に手話を学ぼうとしても言語一つ身に付けるのは並大抵のことではない。通訳を使っての会話も、通訳が常に一緒というわけではない。そこで考えられるのがコンピュータを使っての手話の認識である。それは分かり易く言えば、コンピュータに手話の通訳的なことを行わせることである。コンピュータに手の動き、顔の表情を認識させ、そこから健常者と聴覚障害者における密なコミュニケーションを図って行く。

本研究では手話において感情を表す顔表情に着目し、「幸福と怒り」という2つの基本表情からそれぞれ特徴的な動きを解析し、表情の認識システムの検討を行っていく。

第2章

実験目的

本研究では聴覚障害者のコミュニケーション手段の一つである「手話」に注目する。聴覚障害者にとって手話を使う利点は、健聴者が言葉を話すのと同じように、多くの情報と感情を効率的に伝えることができるということである。手話において顔表情は言葉の抑揚や大小と同じように感情を表す。手話を使用する場合は、特に感情表現における顔表情の持つ意味の比重は大きくなる。

手話における顔の表情は非常に重要である。そこで、手話をコンピュータによって認識させるときに手の動きとともに顔表情の2つを考慮し認識することができれば、健常者と聴覚障害者の間に密なコミュニケーションの手段となる。本研究では、顔表情の示唆を得るために、特に喜びと怒りの2表情の特徴的な動きを明らかにすることを目的とする。

第3章

研究内容

3. 1 動画計測ソフト

本研究では、動画計測ソフトウェア「Move-Tr32」を使用し、マーカ追跡処理を行った。本ソフトは一定の時間間隔で連続的に取り込まれた画像から、追跡したいターゲットを指定することで自動認識し、対象物の面積重心を計測しながら自動追跡を行うソフトである。対象物の認識は、明るさ、色で自動認識する〔1〕。

3. 2 基本6表情

基本6表情を表す感情には、怒り(anger), 嫌悪(disgust), 恐怖(fear), 喜び(happiness), 悲しみ(sadness), 驚き(surprise)がある。この感情は人種や文化、性別などに関係なく万国共通である。これらの感情を混合することにより複雑な表情が作られる〔2〕。

3. 3 表情モデル

3. 3. 1 喜び

喜びは人々が最も経験したがっている感情で、肯定的感情である。喜びには主に4種類あり、快感による喜び、興奮による喜び、安心による喜び、そして自己概念を含む喜びである。自己概念を含む喜びとは、自分に対する見方を高める何かが起きるか、好ましい自己概念を確認したときなどである。

控えめな喜び、歓喜など、喜びにも様々な種類がある。また笑いにも色々あり、微笑、含み笑い、普通の笑い、口を開けた笑い、涙を流すような笑いもある。しかし、笑いがそれだけで喜びの強さを示すわけではない。笑いを伴わない喜びもあるのである。また、微笑は他の感情を隠すために用いられることがある。

● 喜びの顔貌

眼：頬が押し上げられることにより眼が細くなる。また眼の下や目尻に皺ができる場合もある。

口：唇の両端が横に広がり持ち上がる。大別して3種類あり、唇を閉じているとき、唇は離れているが歯が閉じているとき、歯が離れ口が大きく開いているときである。またそれに伴い鼻唇溝ができる。

3. 3. 2 怒り

怒りとはもっとも危険な感情である。怒りの原因は、活動への干渉、身体的・精神的な脅威・自分の道徳観に反するものなど、様々であるが、その表出は人それぞれである。女の子は誰に対しても怒りを表さないように育てられるが、男の子は脅威に立ち向かい、怒りを表すように育てられている。また怒りをいかにコントロールできるかでその人の人柄がわかる。「冷静な人」「短気な人」などがそれである。

怒りの強さは激怒から苛立ちまで様々である。人は激怒すると、顔が赤らみ、息遣いが荒くなり、筋肉が緊張するなど、身体的変化を伴う。

● 怒りの顔貌

眉：下げられ引き寄せられる。それに伴い眉間に皺が現れる。

眼：見開いて凝視するような感じで瞼は緊張している。

下部：口は怒りの状態により2つのパターンがある。1つは人を肉体的攻撃するとき、怒りの叫びや言葉を抑制するときで、唇を固く閉じる。もう1つは怒りの叫びや言葉を伴うときで開口した四角い口である。

3. 3. 3 表情筋

表情筋とは、眼・鼻・口の開閉や耳を動かす筋のことで、それらは20数種類あり、それらが互いに協同的または拮抗的に作動して、「ひと」独特の複雑な表情を現し表情皺を形成する。表3. 1で感情を表すのに使われる主な表情筋についての説明をする。図3. 1は表情筋の動きで追跡するときのマーク貼り付け位置である〔3〕。

表3. 1 感情と主な表情筋の相関

表情筋の種類	収縮によって起こる顔の変化	表される感情
前頭筋	額に横皺を作る	注意、びっくり
皺眉筋	眉と眉の間に縦皺を作る	苦痛や悲しみ
鼻根筋	眉と眉の間に横皺を作り、眉を上下させる	頑固、固執
眼輪筋	まぶたを開き、目を大きく見開かせる	イキイキとした生気、驚き
頬筋	口角を外側に引く、口を閉じる	不満
大頬骨筋	口角を外上側方に引く	笑い
小頬骨筋	上唇を後ろ上方に引く	泣き
笑筋	口角を外側方に引き、笑窪を作る	意欲
口輪筋	口を閉める、口をとがらせる	品位や、快、不快
口角挙筋	口角を引き上げ、口角各部に縦のしわを作る	自己主張
口角下制筋	口角と唇を下方に引く	抵抗
おとがい筋	おとがい部の皮膚をあげて隆起を作る	不平
下唇下制筋	下唇を下方向に引く	阻止、抑圧

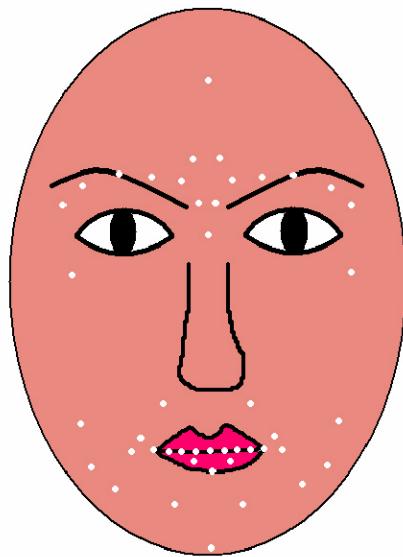


図3. 1 表情筋によるマーカ

3. 3. 4 表情を作るパート

顔表情は表情筋により形成されるが、もう1つ表情の形成を特定するに当たってとる方法は眉、目などの各パートの動きを取る方法である。表3. 2は各パートが顔の表情における役割を示す。図3. 2はパートによる追跡を行うときのマーカ貼り付け位置である〔3〕。

表3. 2 顔の表情における役割

パート	感情表現の上での役割
眉	感情を現す役割をはたす
目	目線の角度、目の開閉の度合いによって感情表現をする
ほほ	直接目立ってこないけれど、感情表現の補佐的な役割をしている
口	感情を強調して表わす

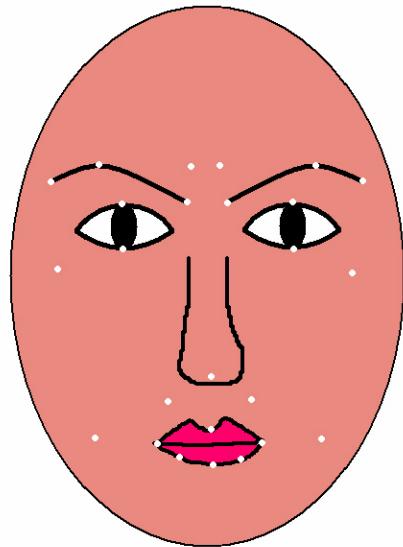


図3. 2 パーツによるマーカ

3. 4 実験内容

3. 4. 1 動きの抽出

本研究では、マーカ追跡ソフトを使用し、基本6表情の喜びと怒りという2つの感情について解析する。この2つの感情を選んだ理由は基本6表情の中でも特に人間の基本的な感情であると考えたからである。マーカを付ける位置は、表情筋による筋肉の動きをとる方法[4]と、眉や目、口、頬など人が表情を表すのに使われるパーツから動きをとる方法[5]の2通りが考えられる。前者は正しい筋肉の位置を把握することが困難なため、今回は後者を選択した。マーカを全25箇所につけ動きを抽出し、パーツの特徴的な動きを解析する。例えば、「喜び」では頬が上がり、目が細まるなど。「怒り」では眉が内により眉間に皺が入るなどである。実際に解析を行ったとき、本当にこういった動きが出るのか解析した。

マーカ位置と場所は図3. 3、表3. 3の通りである。

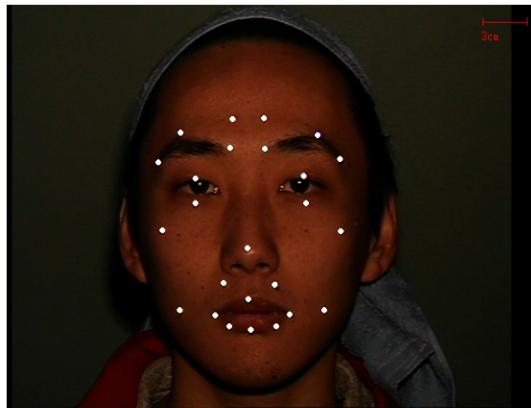


図3. 3 今回の実験に使用したパートによるマーカ

表3. 3 ID ナンバーと各パート名称対照表

ID	名称								
1	鼻先端	6	左眉左	11	左目下	16	鼻下左	21	唇左端
2	眉間左	7	右眉左	12	右目上	17	鼻下右	22	唇右端
3	眉間右	8	右眉中	13	右目下	18	下左頬	23	下唇左
4	左眉右	9	右眉右	14	上左頬	19	下右頬	24	下唇右
5	左眉中	10	左目上	15	上右頬	20	上唇中	25	下唇中

本研究で解析するデータは、被験者1人の顔表情を使用した。各データはデジタルビデオカメラを使用し撮影を行なった。解析方法は以下の2通りを考えた。

- ① 鼻先端を中心点とし、各マーカとの2点間の間隔距離と角度で考える方法
- ② 中心点を取らずに各マーカ単体を追っていき、移動した距離と角度で考える方法

解析した距離、角度データは各フレーム単位とその合計より出した。データは正確性を得るために喜び、怒り共に各5つのデータから平均値を取った。このデータより喜びと怒りの顔表情の特徴的な動きの解析を行った。また、2通りの解析方法のうちどちらが今回の研究に向いているか解析した。以下の図はこれらの解析方法を表したものである(図3.6, 図3.7)。

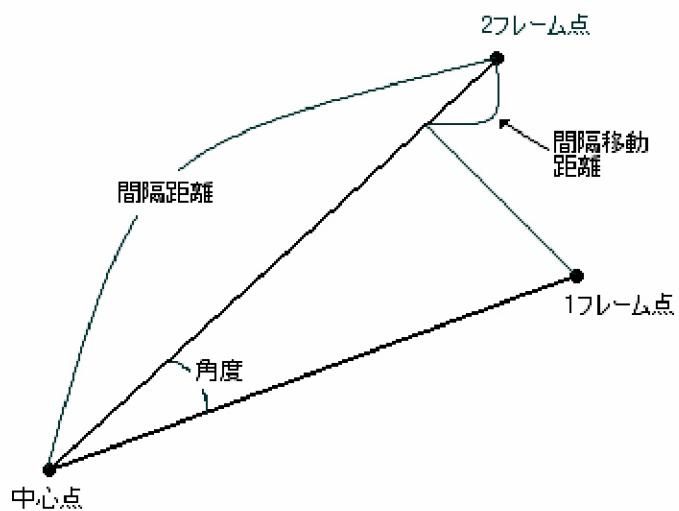


図3.6 ①についての解析方法

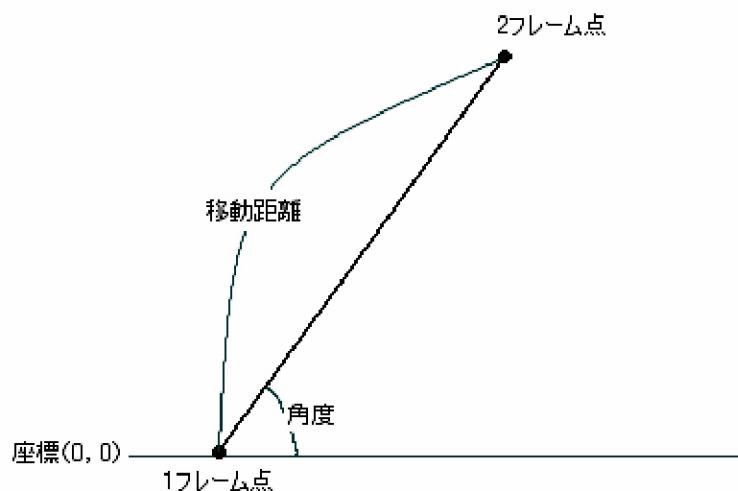


図3.7 ②についての解析方法

第4章

実験結果

4. 1 動きの検出

人は表情を作るのに平常顔から約0.3秒、コマ数では5フレームかかる。図4.1、図4.2は実験に使用した5フレームの動画の流れである。この5フレームの動画から「喜び」と「怒り」動きの検出を行なう。

本研究では、①鼻先端を中心点とし、各マーカとの2点間の間隔距離と角度で考える方法、②中心点を取らずに各マーカ単体を追っていき、移動した距離と角度で考える方法とともに「喜び」「怒り」を5つのデータより平均値を出して動きの解析を行った。その結果以下のようないくつかの結果が現れた。

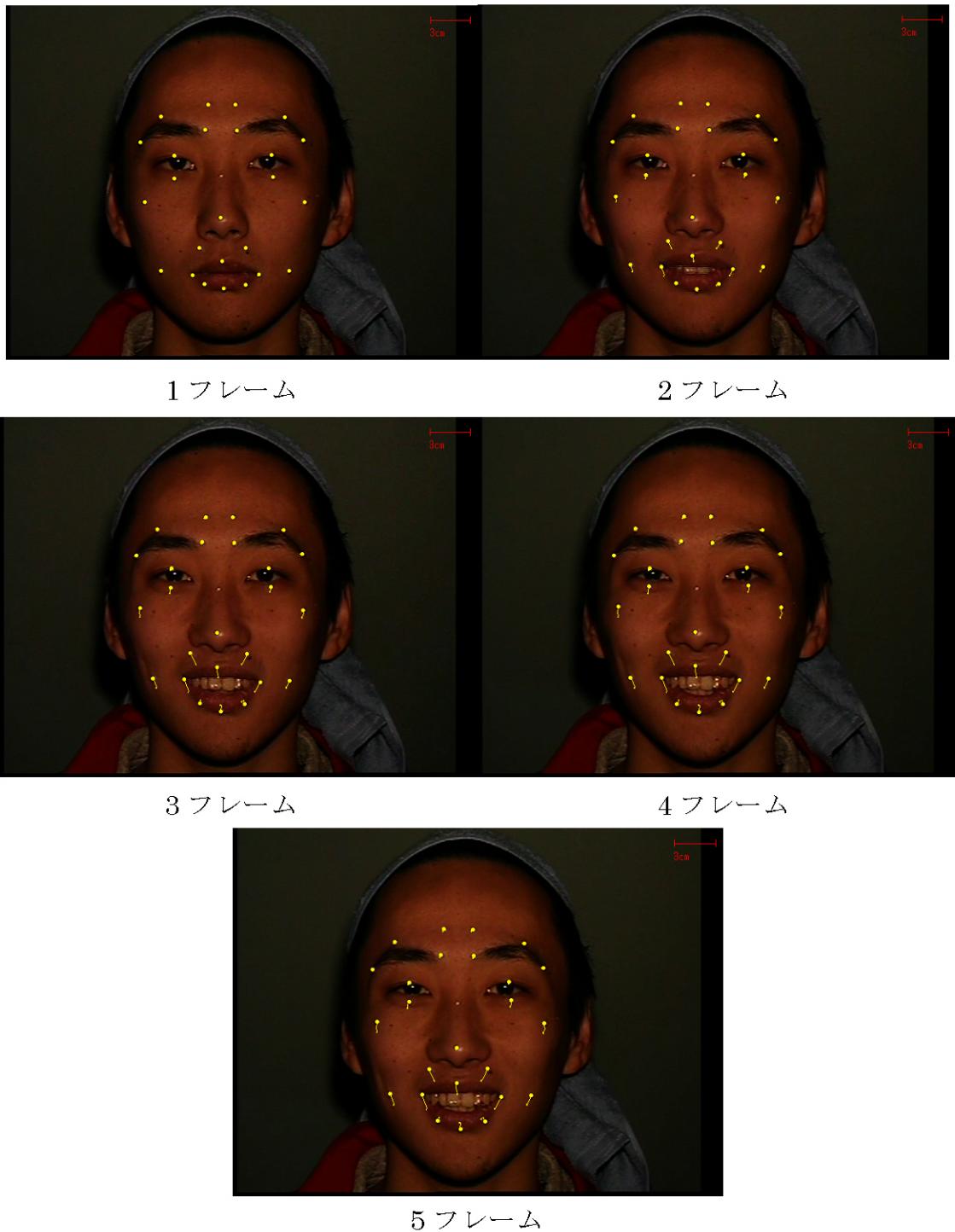
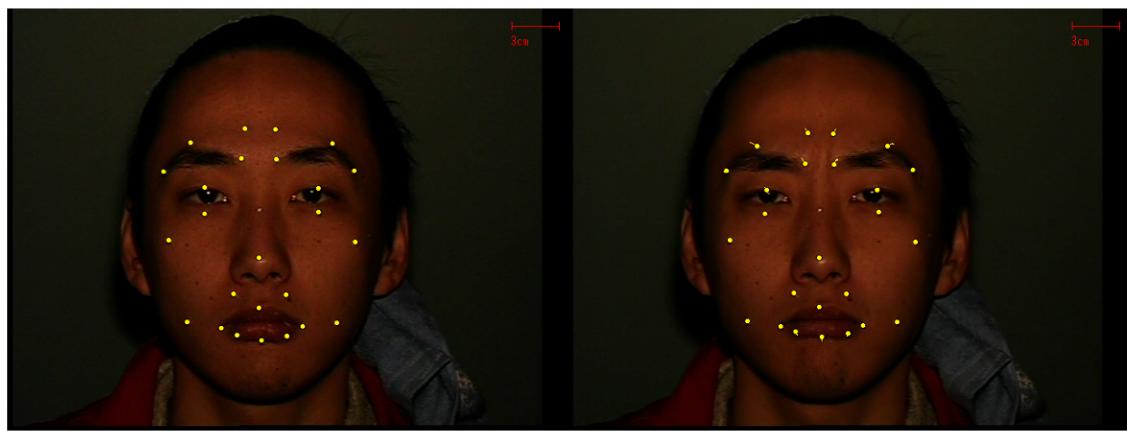
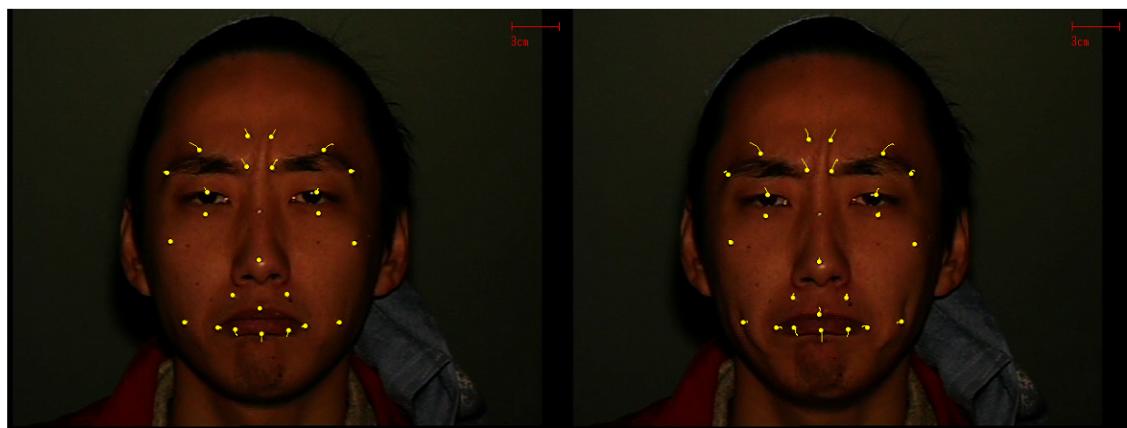


図4. 1 各フレームマーカの動き



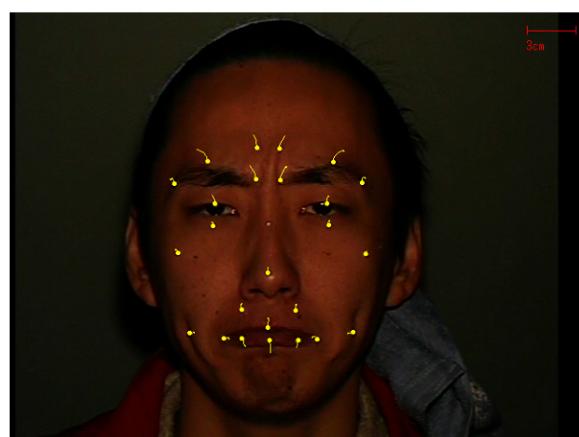
1 フレーム

2 フレーム



3 フレーム

4 フレーム



5 フレーム

図 4. 2 「怒り」各フレームマーカの動き

4. 2 動きの解析

以下の図は①, ②より出された「喜び」と「怒り」の移動距離と角度である。

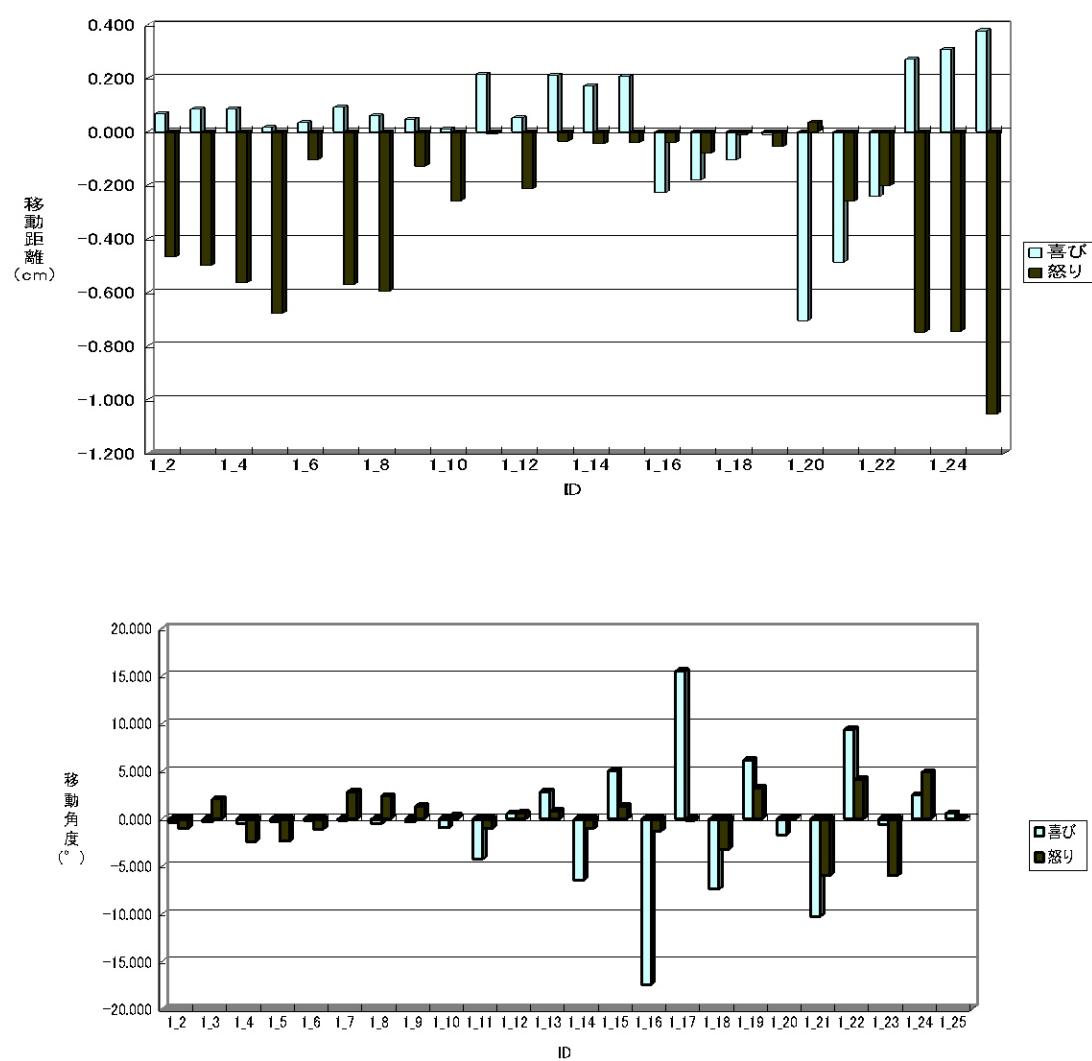


図 4. 3 ①より検出された「喜び」と「怒り」の移動距離と角度

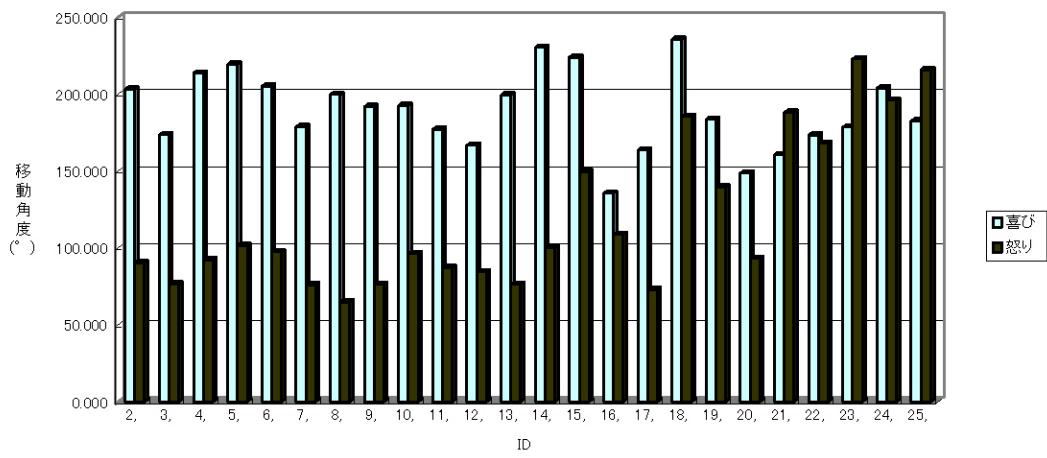
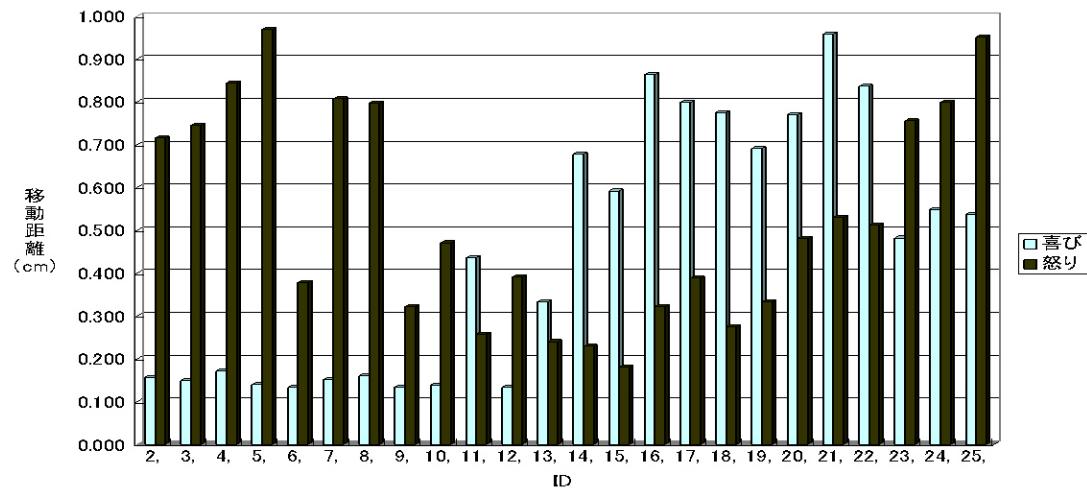


図4. 4 ②より検出された「喜び」と「怒り」の移動距離と角度

4. 3 考察

解析方法①, ②より以下のような特徴的な結果の違いがでた.

喜び

- 頬が上がる
- 頬が上がることにより下まぶたが上がり, 目が細くなる
- 口が開くことにより下唇が下がる
- 眉はほとんど動かない

怒り

- 眉間, 眉が内による
- 眉が内によることにより上まぶたが下がり, 目が細くなる
- 下唇が下がる
- 頬はほとんど動かない

以上の結果より, 「喜び」と「怒り」という顔表情は明らかに違う動きをするということが分かった.

結果から明らかに喜びと怒りでは違った動きが出た. しかし, 今回は被験者に表情を作ってもらったデータを解析したため, 実際の感情とは違ったデータが出るかもしれないという問題点がある. 普段, 作っていない「喜び」や「怒り」の感情が今回の実験で使われた動きと違うかどうかが今後の課題である.

また, 2通りの解析方法の結果であるが, ②の方が今回の研究では良い解析方法だと考えられる. それは, ①は中心点を取っていないため顔ぶれによるノイズが多い. そのため正確なデータが得られなかつた. しかし, 顔表情そのものでは顔のぶれはノイズとして見えるが, 今回ぶれというのもひとつの感情を表す要素であることが分かった. これは個人差があるのだが, 被験者は「怒り」の表情を作るときに毎回あごを引くという習性見られた. 今回の被験者だけにかかわらず表情を作るときに顔を横へ傾げるなどといった動きをする人もいる.

今後の研究では顔表情とともに顔の全体的な動き自体も要素として取り入

れていかなければならない。

また、聴覚障害者には手話とともに読み唇術で言葉を読み取る場合がある。実際の手話では顔の表情に話している口の動きを考えて表情を解析していかなければならない。

また、本研究では「喜び」と「怒り」の2表情の解析を行なったが、これ以外の基本6表情すべてを解析していかなければならない。また、これら以外のもと細かい感情を解析していく必要がある。

第5章

結論

本研究では、喜びと怒りの顔表情の特徴的な動きの解析を行った。今回の研究の結果、2つの感情には大きな違いが現れた。しかし、今後の課題として作った表情ではなく普段何気に出る表情を研究の題材とし解析を行っていかなくてはならない。また、顔全体の動きと言葉を発しているときの口を顔の表情とともに1つの要素と考えて解析を行っていかなくてはならない。そして、基本6表情すべての解析を行い、基本6表情以外の細かい感情を解析していかなければならない。

この結果を利用し今後、将来的に認識システムの確立が期待される。また、このデータを基にCGなどの顔表情作成への利用にも期待される。

謝辞

本研究は完成させるに当たり、主査である岡田守教授、副査の竹田史章教授、篠森敬三助教授方の親切なご指導、心から深く感謝申し上げます。

また、お忙しい中協力いただいた岡田研究室の仲間である、麻生太郎氏、鎌倉崇之氏、田畠博紀氏、安友一秋氏、川島亨介氏、藤村和人氏、山本拓氏にも感謝申し上げます。

最後に、両親や家族の愛情と理解、協力に心から深く感謝いたします。

参考文献

- [1] “「Move-tr/2D」動画計測ソフトウェア User's manual”
株式会社 ライブラリー
- [2] P・エクマン, W・V・フリーセン=著, 工藤力=訳, “表情分析入門”
誠信書房
- [3] “素敵な表情”
<http://village.infoweb.ne.jp/~fwhw6619/index.htm>
- [4] 石川貴博, 世良元, 森島繁生, “2次元マーカ移動量からの顔面筋パラメータ自動推定”, 成蹊大学工学部
- [5] 山野彰, 黒川晋哉, 松浦 洋司, “頭部の表情生成に関する研究”ロボット科学研究所
<http://www.rs.cs.meiji.ac.jp/head/face.html>

付録

以下の図、表は解析方法①、②より解析した「喜び」と「怒り」の各移動距離、移動角度である。

表1 「喜び」 鼻先端の中心点と各マーカとの2点間の間隔距離

ID	移動距離					
	1フレーム	2フレーム	3フレーム	4フレーム	5フレーム	合計
1_2	0.000	0.010	0.035	0.004	0.019	0.068
1_3	0.000	0.026	0.039	0.003	0.015	0.084
1_4	0.000	0.006	0.049	0.004	0.026	0.086
1_5	0.000	-0.012	0.019	-0.018	0.027	0.015
1_6	0.000	-0.010	0.017	-0.001	0.027	0.033
1_7	0.000	0.026	0.039	0.004	0.022	0.091
1_8	0.000	0.017	0.019	0.015	0.008	0.059
1_9	0.000	0.022	0.017	0.010	-0.001	0.047
1_10	0.000	-0.008	0.013	-0.020	0.025	0.010
1_11	0.000	0.030	0.123	0.050	0.012	0.216
1_12	0.000	0.020	0.022	0.001	0.008	0.052
1_13	0.000	0.044	0.100	0.060	0.008	0.211
1_14	0.000	0.067	0.064	0.007	0.033	0.171
1_15	0.000	0.082	0.073	0.051	0.002	0.207
1_16	0.000	-0.099	-0.118	-0.025	0.014	-0.228
1_17	0.000	-0.050	-0.084	-0.043	-0.002	-0.180
1_18	0.000	-0.085	-0.042	0.001	0.021	-0.105
1_19	0.000	-0.013	-0.011	0.005	0.009	-0.010
1_20	0.000	-0.195	-0.349	-0.163	0.003	-0.705
1_21	0.000	-0.217	-0.193	-0.083	0.006	-0.487
1_22	0.000	-0.091	-0.093	-0.046	-0.011	-0.242
1_23	0.000	-0.017	0.153	0.167	-0.033	0.270
1_24	0.000	0.022	0.166	0.158	-0.039	0.307
1_25	0.000	0.010	0.259	0.142	-0.034	0.377

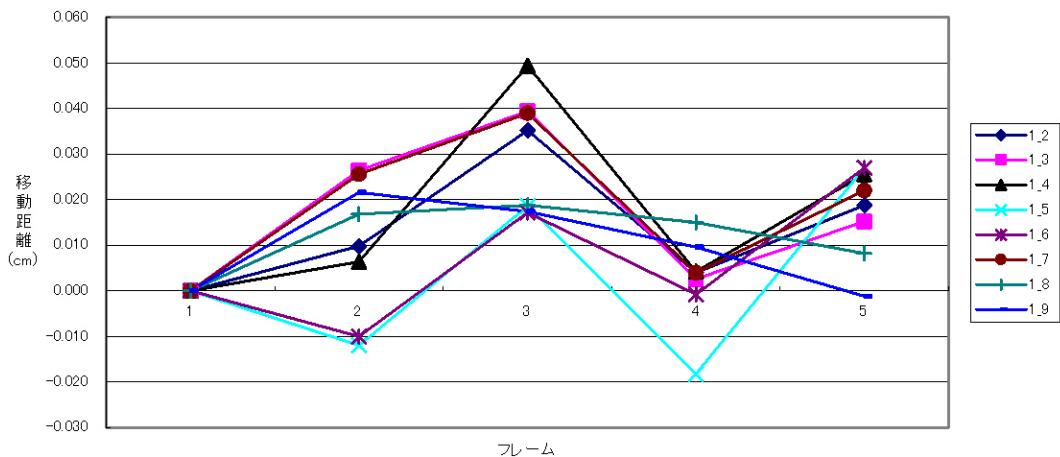


図1 「喜び」 ID 1 - 2 から 1 - 9 のフレーム移動距離折れ線グラフ

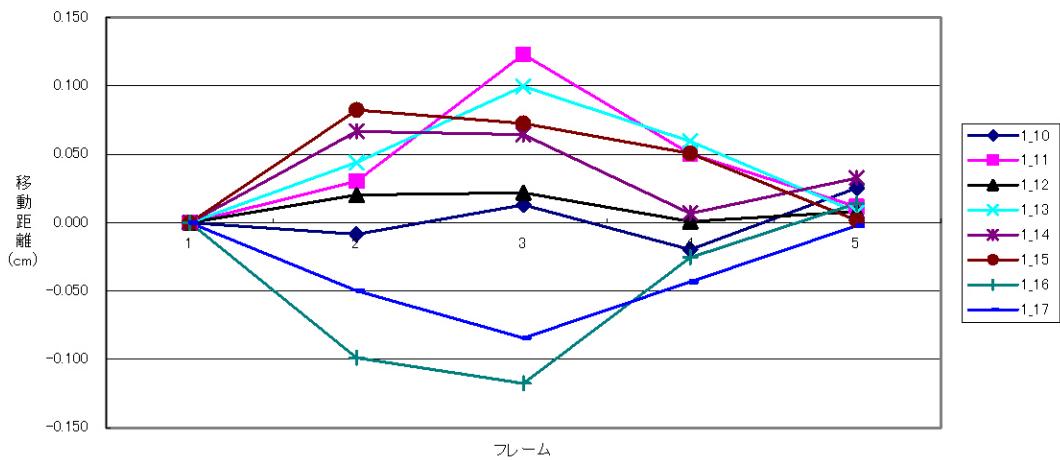


図2 「喜び」 ID 1 - 10 から 1 - 17 のフレーム移動距離折れ線グラフ

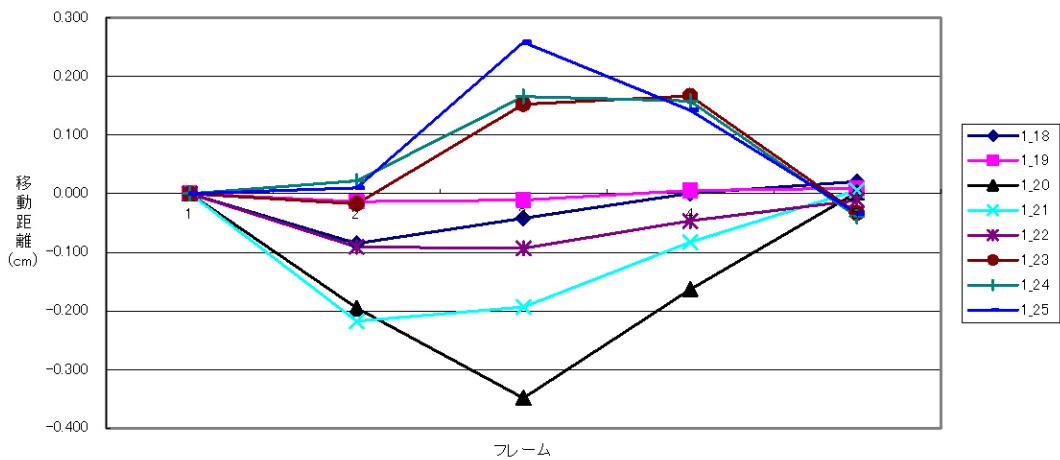


図3 「喜び」 ID 1 - 18 から 1 - 25 のフレーム移動距離折れ線グラフ

表2 「喜び」 鼻先端の中心点と各マーカとの2点間の移動角度

ID	移動角度					
	1フレーム	2フレーム	3フレーム	4フレーム	5フレーム	合計
1_2	0.000	-0.160	-0.009	0.065	0.126	-0.411
1_3	0.000	-0.128	0.054	-0.098	0.236	-0.311
1_4	0.000	-0.186	0.019	-0.065	0.346	-0.471
1_5	0.000	-0.106	0.005	-0.067	0.224	-0.318
1_6	0.000	-0.064	0.009	-0.031	0.076	-0.215
1_7	0.000	-0.029	-0.145	0.041	0.291	-0.176
1_8	0.000	-0.205	0.009	-0.054	0.361	-0.543
1_9	0.000	-0.155	0.059	-0.158	0.437	-0.323
1_10	0.000	-0.381	-0.036	0.259	0.173	-0.939
1_11	0.000	-0.921	-1.062	0.893	0.835	-4.248
1_12	0.000	-0.017	0.384	-0.354	0.181	0.557
1_13	0.000	0.445	0.741	-0.306	-0.533	2.860
1_14	0.000	-1.854	-1.016	1.535	0.936	-6.459
1_15	0.000	1.206	0.785	-0.556	-1.065	5.002
1_16	0.000	-5.695	-2.929	5.893	2.357	-17.422
1_17	0.000	4.100	2.631	-2.432	-3.911	15.517
1_18	0.000	-2.573	0.013	0.975	0.904	-7.399
1_19	0.000	1.746	0.398	-0.301	-1.410	6.165
1_20	0.000	-0.482	-0.810	1.136	0.401	-1.685
1_21	0.000	-3.197	-0.590	1.391	1.516	-10.259
1_22	0.000	2.627	0.788	-0.527	-2.414	9.404
1_23	0.000	0.014	-0.194	0.089	-0.254	-0.603
1_24	0.000	0.786	-0.049	-0.108	-0.292	2.492
1_25	0.000	0.283	-0.121	-0.009	-0.202	0.549

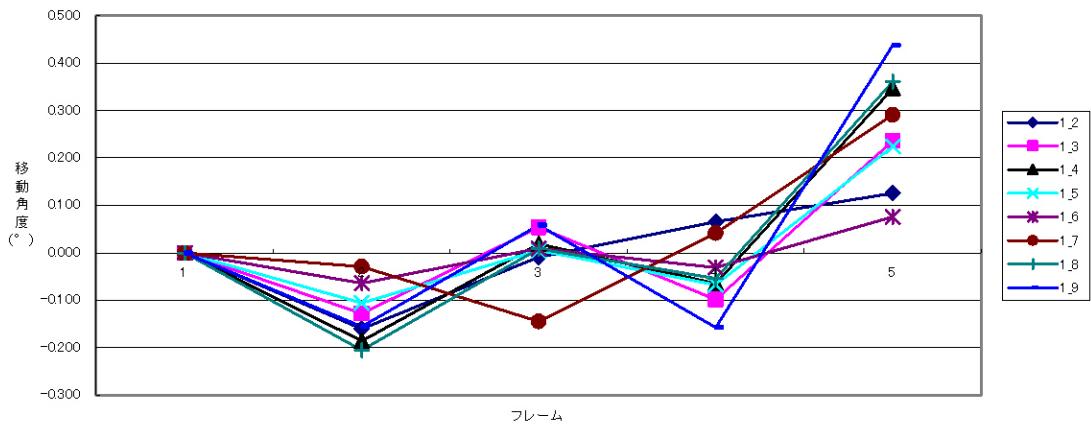


図4 「喜び」 ID 1 - 2 から 1 - 9 のフレーム移動角度折れ線グラフ

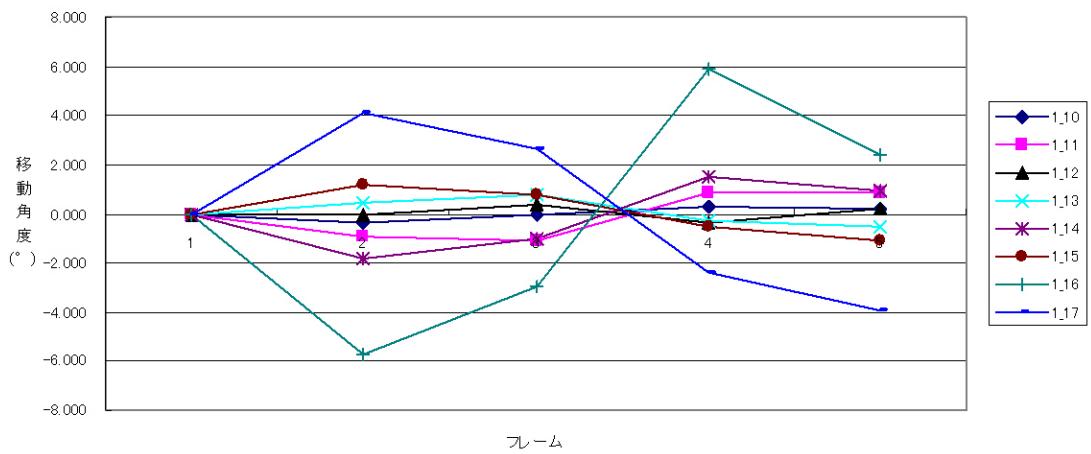


図5 「喜び」 ID 1 - 10 から 1 - 17 のフレーム移動角度折れ線グラフ

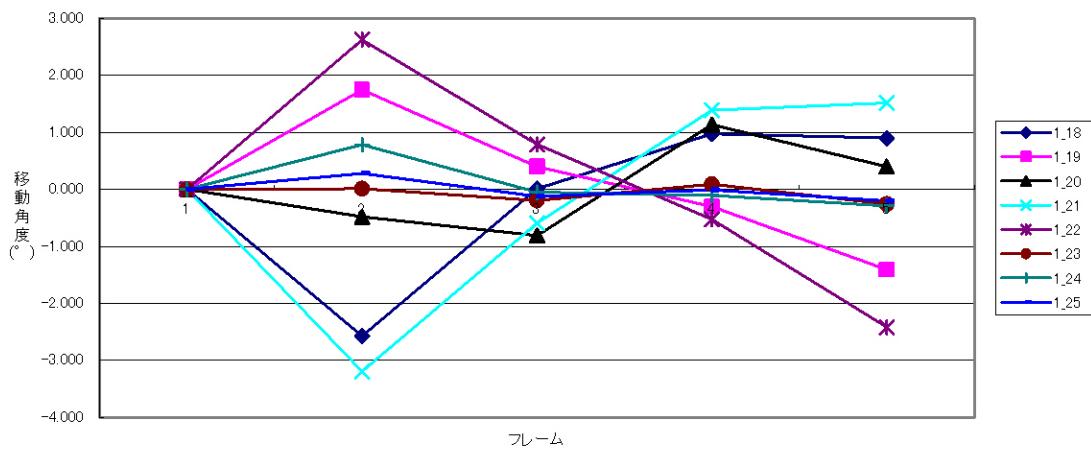


図6 「喜び」 ID 1 - 18 から 1 - 25 のフレーム移動角度折れ線グラフ

表3 「怒り」 鼻先端の中心点と各マーカとの2点間の間隔距離

ID	移動距離					
	1フレーム	2フレーム	3フレーム	4フレーム	5フレーム	合計
1_2	0.000	-0.152	-0.166	-0.121	-0.029	-0.467
1_3	0.000	-0.141	-0.177	-0.144	-0.038	-0.499
1_4	0.000	-0.178	-0.216	-0.133	-0.036	-0.563
1_5	0.000	-0.214	-0.281	-0.153	-0.031	-0.679
1_6	0.000	-0.028	-0.061	-0.018	0.003	-0.104
1_7	0.000	-0.144	-0.225	-0.151	-0.051	-0.570
1_8	0.000	-0.123	-0.216	-0.193	-0.063	-0.595
1_9	0.000	-0.029	-0.040	-0.056	-0.003	-0.128
1_10	0.000	-0.089	-0.137	-0.039	0.008	-0.257
1_11	0.000	-0.012	-0.009	-0.009	0.021	-0.009
1_12	0.000	-0.055	-0.080	-0.076	-0.001	-0.212
1_13	0.000	-0.007	-0.021	-0.013	0.007	-0.035
1_14	0.000	-0.003	-0.023	-0.003	-0.016	-0.045
1_15	0.000	-0.007	-0.011	-0.032	0.010	-0.040
1_16	0.000	0.014	-0.007	-0.016	-0.031	-0.041
1_17	0.000	0.016	-0.029	-0.042	-0.025	-0.081
1_18	0.000	0.023	0.027	-0.005	-0.056	-0.011
1_19	0.000	0.020	0.031	-0.060	-0.047	-0.056
1_20	0.000	-0.014	-0.015	0.023	0.040	0.034
1_21	0.000	-0.008	-0.054	-0.119	-0.078	-0.259
1_22	0.000	0.023	-0.057	-0.100	-0.068	-0.202
1_23	0.000	-0.112	-0.366	-0.182	-0.087	-0.747
1_24	0.000	-0.132	-0.320	-0.211	-0.082	-0.745
1_25	0.000	-0.221	-0.442	-0.272	-0.119	-1.054

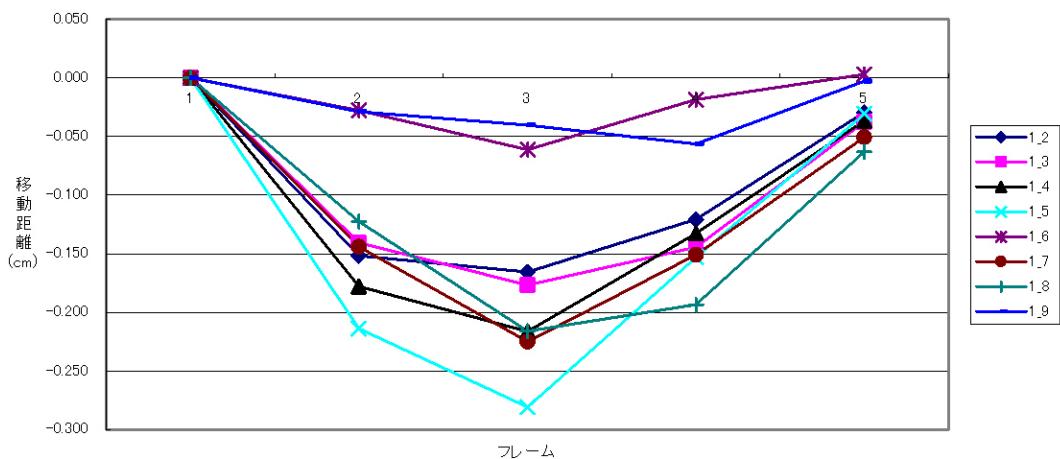


図7 「怒り」 ID 1 - 2 から 1 - 9 のフレーム移動距離折れ線グラフ

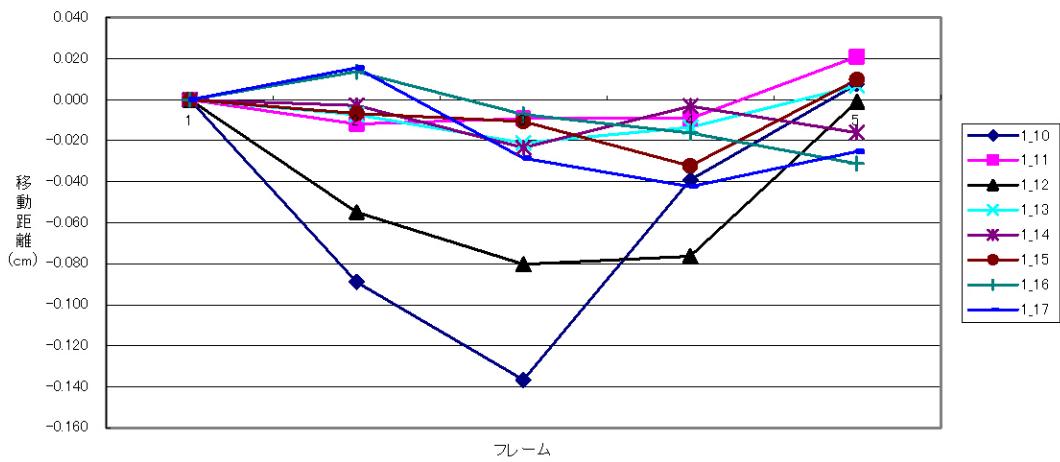


図8 「怒り」 ID 1 - 10 から 1 - 17 のフレーム移動距離折れ線グラフ

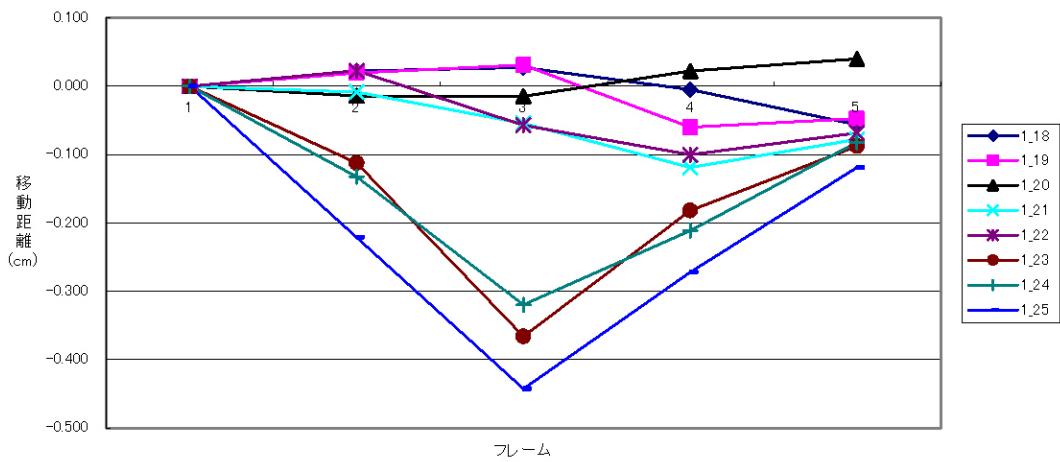


図9 「怒り」 ID 1 - 18 から 1 - 25 のフレーム移動距離折れ線グラフ

表4 「怒り」 鼻先端の中心点と各マーカとの2点間の移動角度

ID	移動角度					
	1フレーム	2フレーム	3フレーム	4フレーム	5フレーム	合計
1_2	0.000	-0.421	-0.482	-0.132	-0.028	-1.064
1_3	0.000	0.217	0.803	0.802	0.261	2.084
1_4	0.000	-0.971	-0.981	-0.409	-0.065	-2.425
1_5	0.000	-0.968	-0.881	-0.347	-0.155	-2.352
1_6	0.000	-0.407	-0.354	-0.110	-0.224	-1.095
1_7	0.000	0.306	1.042	1.096	0.390	2.835
1_8	0.000	0.428	0.788	0.813	0.366	2.396
1_9	0.000	0.157	0.453	0.430	0.245	1.285
1_10	0.000	0.272	0.168	0.131	-0.295	0.277
1_11	0.000	0.053	-0.796	-0.040	-0.220	-1.004
1_12	0.000	-0.166	0.074	0.541	0.143	0.592
1_13	0.000	-0.080	0.194	0.389	0.322	0.825
1_14	0.000	0.049	-0.216	-0.509	-0.355	-1.030
1_15	0.000	-0.030	0.383	0.332	0.616	1.301
1_16	0.000	-0.220	-1.308	-0.438	0.658	-1.308
1_17	0.000	0.275	1.085	-0.989	-0.533	-0.162
1_18	0.000	-0.227	-0.923	-1.222	-0.852	-3.224
1_19	0.000	0.341	0.990	0.997	0.899	3.227
1_20	0.000	0.002	0.630	-0.527	-0.025	0.080
1_21	0.000	-0.769	-2.277	-2.050	-0.850	-5.947
1_22	0.000	0.504	2.023	0.870	0.738	4.135
1_23	0.000	-1.219	-2.457	-1.665	-0.657	-5.998
1_24	0.000	1.239	2.612	0.729	0.308	4.888
1_25	0.000	0.073	0.327	-0.438	0.043	0.005

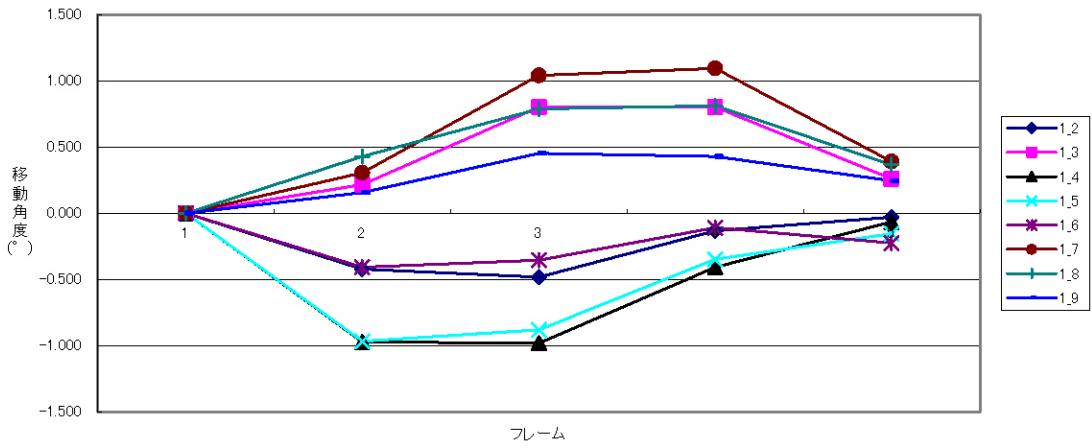


図 1 0 「怒り」 ID 1 - 2 から 1 - 9 のフレーム移動角度折れ線グラフ

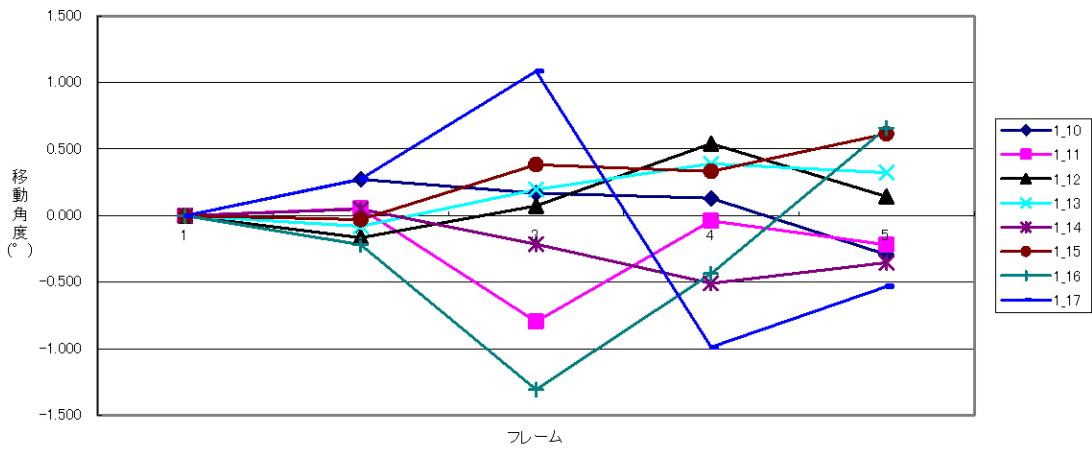


図 1 1 「怒り」 ID 1 - 1 0 から 1 - 1 7 のフレーム移動角度折れ線グラフ

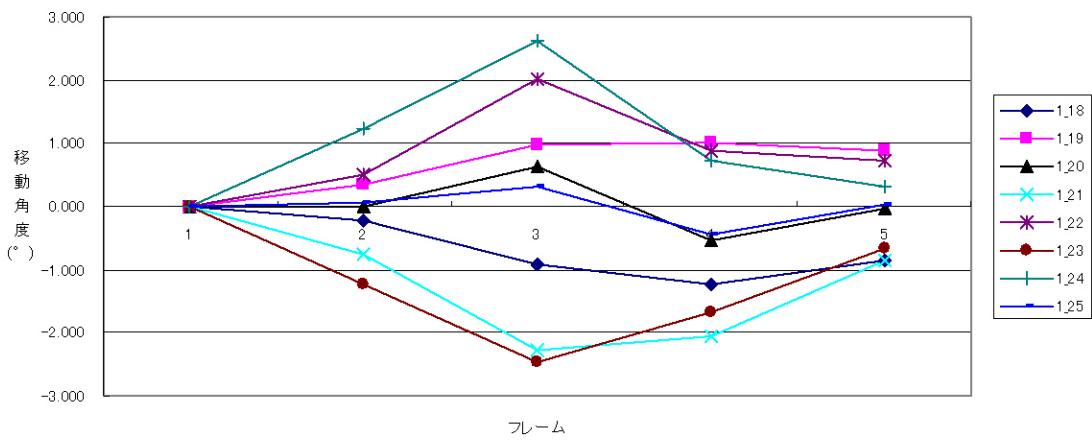


図 1 2 「怒り」 ID 1 - 1 8 から 1 - 2 5 のフレーム移動角度折れ線グラフ

表5 「喜び」 中心点を取らずに各マーカ単体を追った移動距離

ID	移動距離					
	1 フレーム	2 フレーム	3 フレーム	4 フレーム	5 フレーム	合計
2	0.000	0.053	0.033	0.039	0.033	0.157
3	0.000	0.043	0.031	0.047	0.028	0.149
4	0.000	0.052	0.036	0.057	0.027	0.172
5	0.000	0.032	0.040	0.044	0.023	0.140
6	0.000	0.047	0.036	0.039	0.011	0.133
7	0.000	0.043	0.045	0.032	0.031	0.151
8	0.000	0.045	0.044	0.050	0.021	0.160
9	0.000	0.035	0.040	0.042	0.017	0.134
10	0.000	0.046	0.040	0.035	0.018	0.139
11	0.000	0.090	0.185	0.115	0.046	0.436
12	0.000	0.033	0.043	0.039	0.019	0.133
13	0.000	0.074	0.124	0.114	0.021	0.333
14	0.000	0.195	0.287	0.153	0.043	0.678
15	0.000	0.150	0.219	0.185	0.037	0.592
16	0.000	0.289	0.402	0.144	0.028	0.863
17	0.000	0.208	0.327	0.222	0.040	0.798
18	0.000	0.282	0.257	0.183	0.053	0.775
19	0.000	0.186	0.225	0.217	0.063	0.691
20	0.000	0.204	0.337	0.180	0.049	0.770
21	0.000	0.332	0.342	0.219	0.066	0.958
22	0.000	0.234	0.292	0.258	0.053	0.836
23	0.000	0.070	0.188	0.170	0.054	0.482
24	0.000	0.115	0.214	0.164	0.056	0.549
25	0.000	0.054	0.285	0.136	0.062	0.537

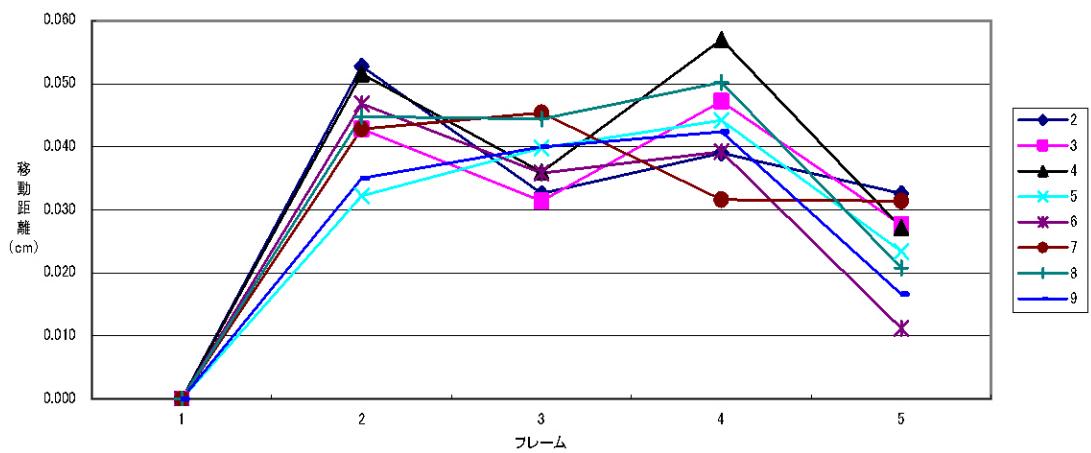


図 1 3 「喜び」 ID 1 から 9 のフレーム移動距離折れ線グラフ

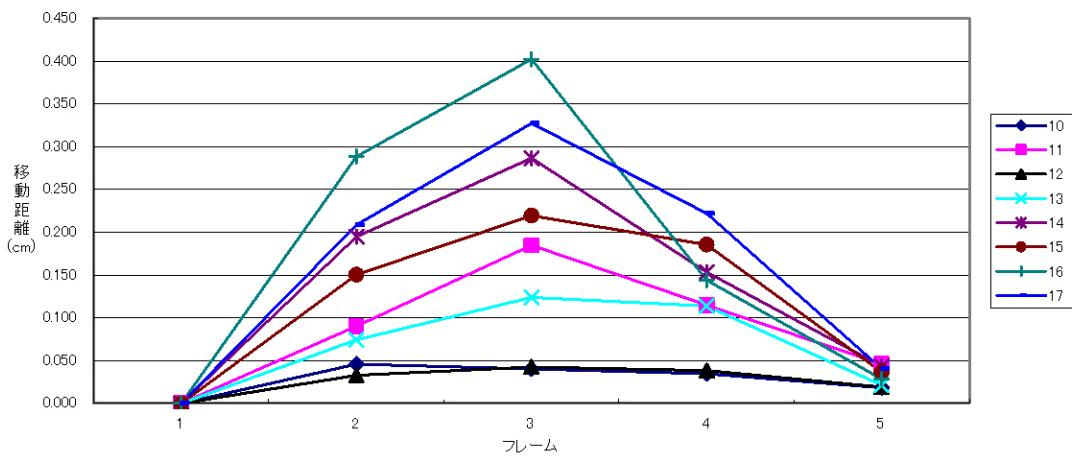


図 1 4 「喜び」 ID 1 0 から 1 7 のフレーム移動距離折れ線グラフ

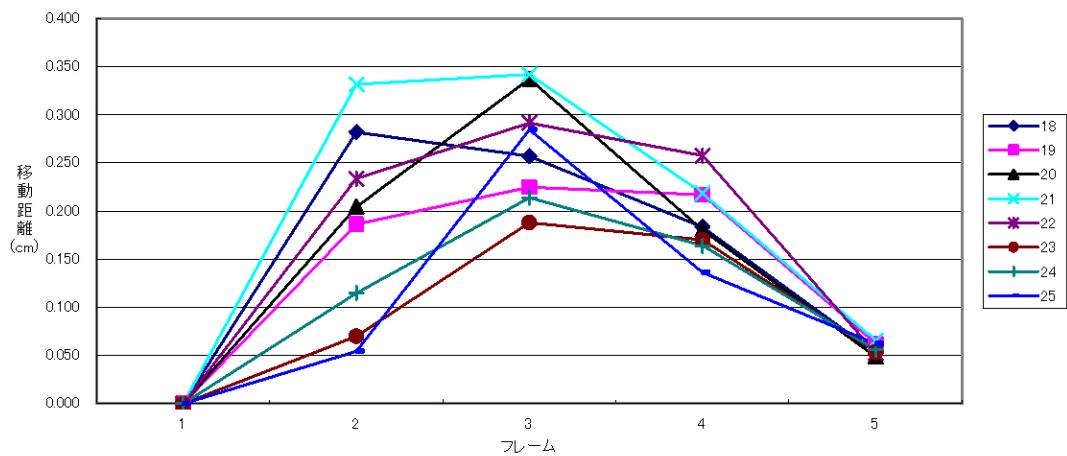


図 1 5 「喜び」 ID 1 8 から 2 5 のフレーム移動距離折れ線グラフ

表 6 「喜び」 中心点を取らずに各マーカ単体を追った移動角度

ID	移動角度					
	1 フレーム	2 フレーム	3 フレーム	4 フレーム	5 フレーム	合計
2	0.000	185.895	-0.194	-21.719	39.131	203.112
3	0.000	248.477	-62.898	-25.116	13.132	173.596
4	0.000	172.379	83.011	-23.472	-18.181	213.738
5	0.000	95.276	85.007	45.379	-6.266	219.396
6	0.000	110.938	30.556	78.484	-14.811	205.167
7	0.000	197.528	-26.414	-34.200	41.790	178.705
8	0.000	155.542	19.104	-21.183	46.261	199.724
9	0.000	94.568	75.088	-15.431	37.711	191.935
10	0.000	184.095	-4.894	-12.270	25.836	192.768
11	0.000	192.742	75.939	-5.056	-86.455	177.169
12	0.000	154.571	24.106	32.981	-44.837	166.820
13	0.000	205.719	61.893	10.486	-78.844	199.254
14	0.000	280.687	-9.889	-7.494	-32.763	230.542
15	0.000	256.463	9.718	3.568	-45.651	224.097
16	0.000	306.431	-4.901	-4.152	-161.764	135.613
17	0.000	232.196	9.308	5.500	-83.438	163.566
18	0.000	294.022	8.933	2.565	-69.775	235.745
19	0.000	241.969	-1.756	0.939	-57.669	183.483
20	0.000	216.259	68.633	-8.433	-127.749	148.710
21	0.000	294.993	4.172	1.756	-140.326	160.594
22	0.000	237.275	-0.946	0.652	-63.582	173.400
23	0.000	164.808	-104.612	2.174	116.158	178.528
24	0.000	163.948	-26.706	38.139	28.453	203.834
25	0.000	127.425	-25.544	-17.194	97.819	182.506

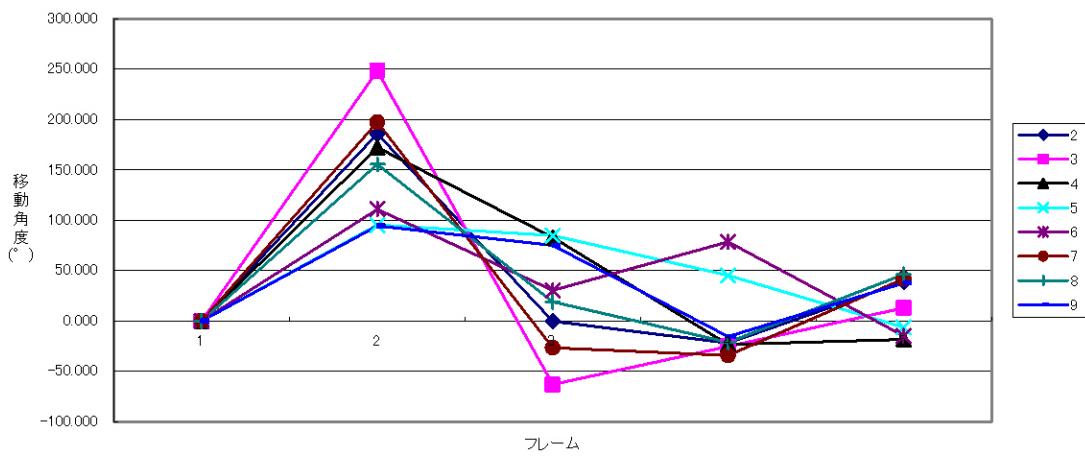


図 1 6 「喜び」 ID 2 から 9 のフレーム移動角度折れ線グラフ

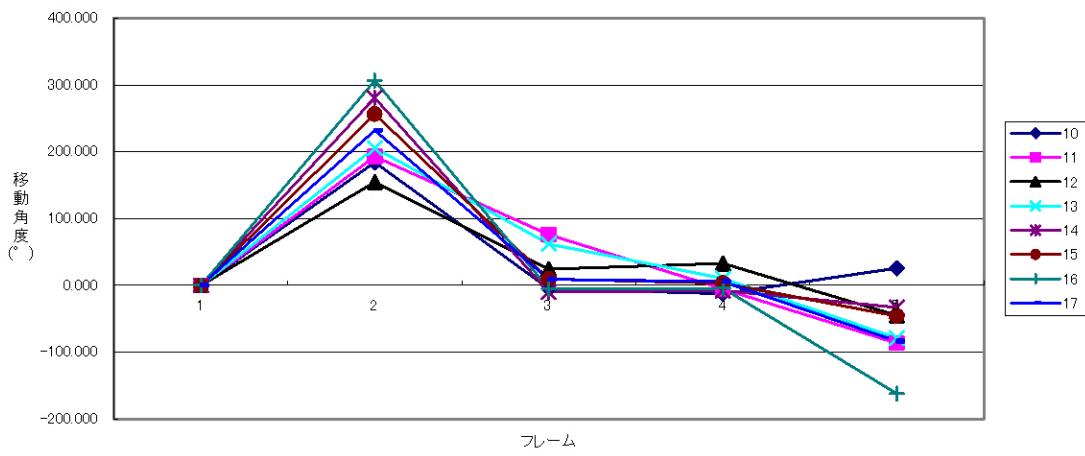


図 1 7 「喜び」 ID 1 0 から 1 7 のフレーム移動角度折れ線グラフ

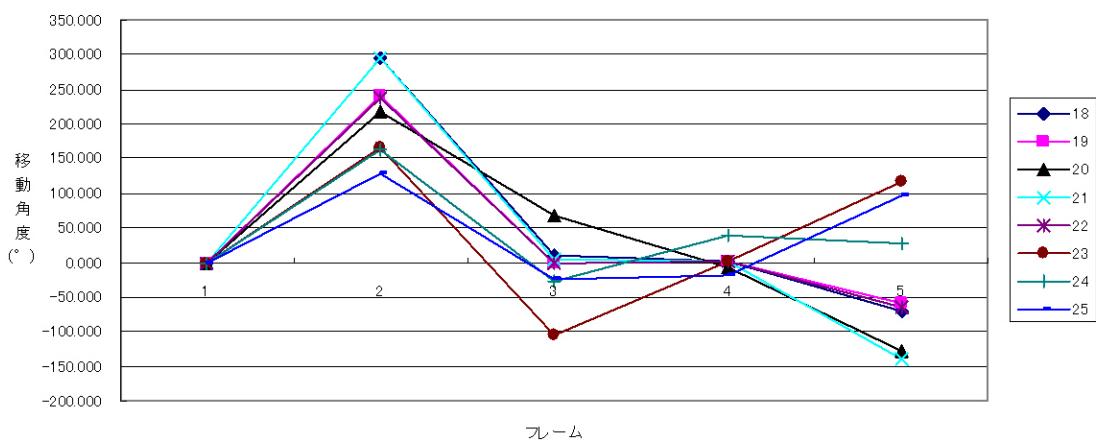


図 1 8 「喜び」 ID 1 8 から 2 5 のフレーム移動角度折れ線グラフ

表7 「怒り」 中心点を取らずに各マーカ単体を追った移動距離

ID	移動距離					
	1 フレーム	2 フレーム	3 フレーム	4 フレーム	5 フレーム	合計
2	0.000	0.160	0.207	0.205	0.143	0.715
3	0.000	0.138	0.221	0.234	0.153	0.745
4	0.000	0.205	0.267	0.222	0.150	0.844
5	0.000	0.261	0.333	0.239	0.136	0.969
6	0.000	0.083	0.104	0.096	0.094	0.378
7	0.000	0.137	0.264	0.239	0.167	0.807
8	0.000	0.127	0.248	0.259	0.164	0.797
9	0.000	0.049	0.075	0.103	0.095	0.322
10	0.000	0.091	0.163	0.123	0.094	0.471
11	0.000	0.025	0.045	0.099	0.089	0.258
12	0.000	0.057	0.106	0.133	0.095	0.391
13	0.000	0.033	0.048	0.068	0.091	0.240
14	0.000	0.023	0.063	0.055	0.088	0.229
15	0.000	0.027	0.043	0.058	0.053	0.181
16	0.000	0.016	0.097	0.095	0.114	0.322
17	0.000	0.042	0.087	0.141	0.118	0.388
18	0.000	0.045	0.119	0.074	0.037	0.276
19	0.000	0.072	0.142	0.071	0.047	0.333
20	0.000	0.050	0.081	0.192	0.157	0.481
21	0.000	0.083	0.246	0.147	0.055	0.531
22	0.000	0.099	0.221	0.120	0.073	0.513
23	0.000	0.167	0.387	0.137	0.065	0.755
24	0.000	0.192	0.388	0.156	0.063	0.799
25	0.000	0.237	0.423	0.197	0.094	0.951

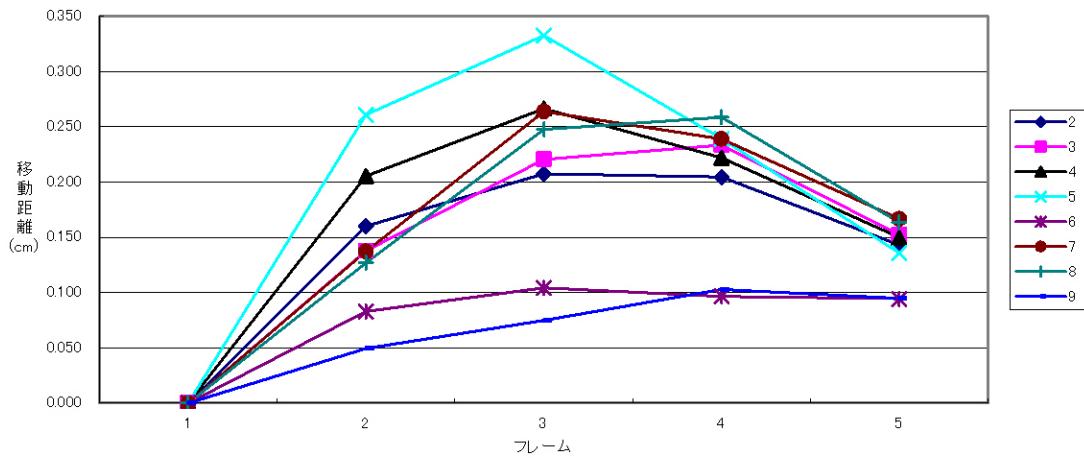


図 19 「怒り」 ID 2 から 9 のフレーム移動距離折れ線グラフ

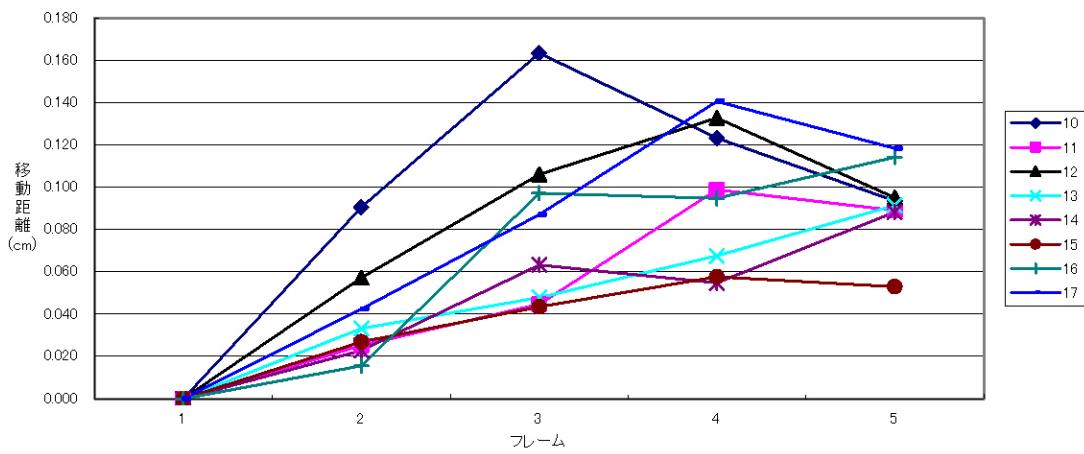


図 20 「怒り」 ID 10 から 17 のフレーム移動距離折れ線グラフ

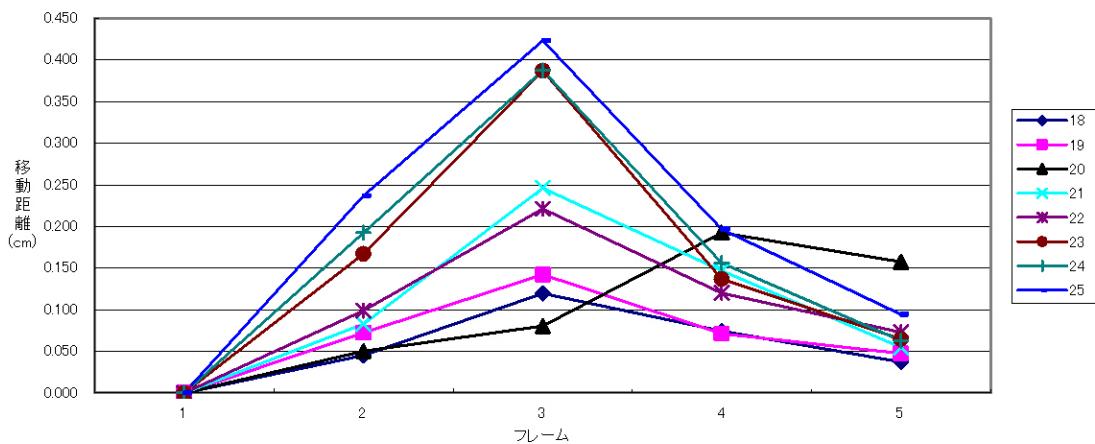


図 21 「怒り」 ID 18 から 25 のフレーム移動距離折れ線グラフ

表8 「怒り」 中心点を取らずに各マーカ単体を追った移動角度

ID	移動角度						合計
	1 フレーム	2 フレーム	3 フレーム	4 フレーム	5 フレーム		
2	0.000	117.574	1.047	-14.544	-13.643	90.434	
3	0.000	82.456	-25.118	7.660	11.549	76.547	
4	0.000	135.345	-11.753	-12.302	-18.807	92.483	
5	0.000	156.833	-15.905	-17.090	-22.094	101.744	
6	0.000	197.482	-34.825	-41.639	-23.360	97.658	
7	0.000	79.826	-18.722	1.593	13.524	76.222	
8	0.000	36.878	-1.492	11.264	18.310	64.960	
9	0.000	189.359	19.497	-164.300	31.950	76.506	
10	0.000	124.673	-3.358	-12.460	-12.582	96.273	
11	0.000	169.049	-17.965	-57.933	-5.809	87.341	
12	0.000	85.323	18.981	-29.982	10.285	84.607	
13	0.000	221.568	-117.644	-30.773	3.211	76.362	
14	0.000	212.165	-45.811	-24.216	-41.601	100.536	
15	0.000	247.640	-90.079	-19.969	11.972	149.564	
16	0.000	93.385	-2.090	53.898	-36.376	108.817	
17	0.000	149.626	38.092	-94.449	-20.127	73.141	
18	0.000	214.467	-31.713	84.092	-81.457	185.389	
19	0.000	215.193	-28.796	40.713	-87.587	139.522	
20	0.000	223.653	-42.865	-42.798	-44.759	93.232	
21	0.000	271.424	-126.275	101.439	-58.468	188.120	
22	0.000	211.868	9.041	-0.087	-52.949	167.873	
23	0.000	262.560	21.452	5.069	-66.128	222.952	
24	0.000	218.461	33.471	32.758	-88.709	195.981	
25	0.000	252.863	12.090	11.068	-60.137	215.884	

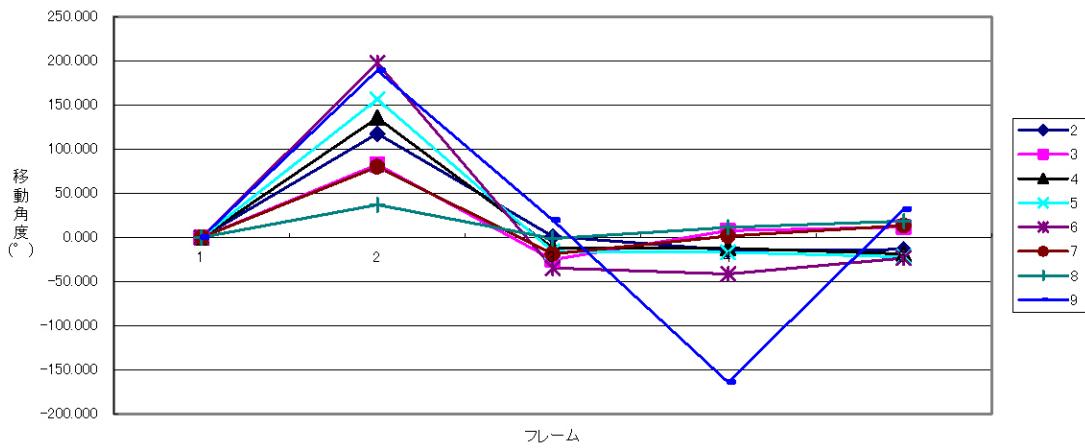


図 2 2 「怒り」 ID 2 から 9 のフレーム移動角度折れ線グラフ

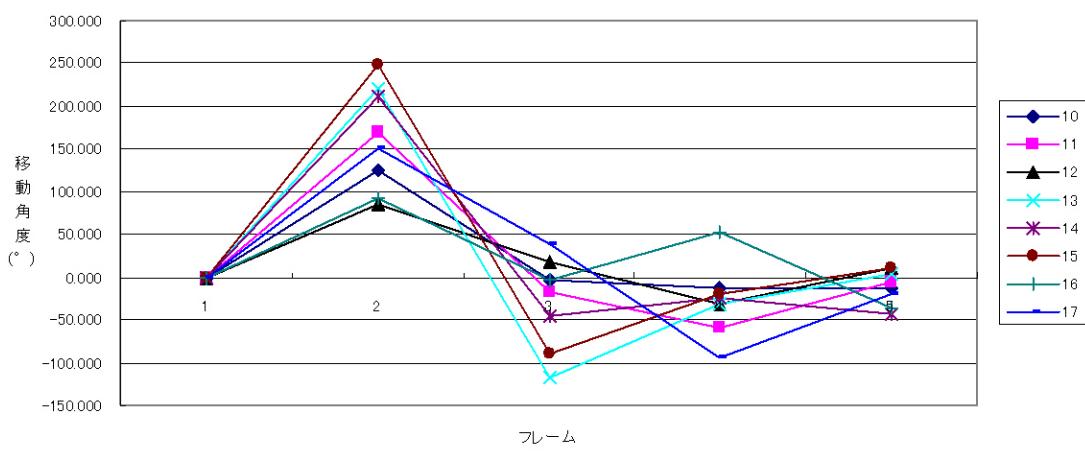


図 2 3 「怒り」 ID 1 0 から 1 7 のフレーム移動角度折れ線グラフ

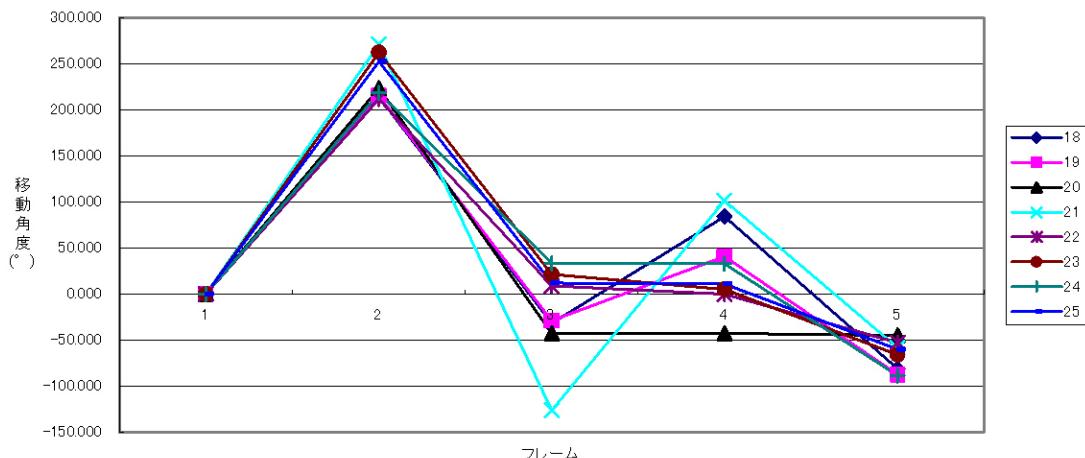


図 2 4 「怒り」 ID 1 8 から 2 5 のフレーム移動角度折れ線グラフ