

平成 21 年 6 月 15 日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19700252
 研究課題名（和文） 注視点計測を伴う視線走査統制による表情認知時間の計測と表情認知モデルの検討
 研究課題名（英文） Examination of facial expression recognition model and measurement of facial expression recognizing time by visual line scanning control with gazing point detection
 研究代表者 米村 恵一（YONEMURA KEIICHI）
 木更津工業高等専門学校・情報工学科・准教授
 研究者番号：90369942

研究成果の概要：

提案した表情認知モデルに対し、より妥当な表情認知時間の計測と表情認知モデルの再検討を行った。非接触・無拘束型注視点座標検出システムの導入により誘導型視線走査統制課題における訓練終了判定システムと表情認知課題遂行監視システムを構築した。表情に非注意的な人物識別課題の結果、人物認知過程と表情認知過程が並列的に進む中での意識に上ることのない表情認知による人物認知への影響を見出すことで、人物・表情認知過程間に存在する相互作用の可能性を示唆する結果を得た。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	3,200,000	0	3,200,000
2008 年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	60,000	3,460,000

研究分野：認知科学

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：表情認知，人物認知，顔認知，注視点，視線走査，相互作用，顔認識モデル

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年の科学技術の発展により、人間が顔を認知するメカニズムの解明を目的とした研究は、非侵襲的脳機能検査法が主流になりつつある。このような手法は万能ではなく、時間分解能と空間分解能における制約があるため得意、不得意な解析が存在する。したがって、複数の手法を組み合わせ（例えば MEG と fMRI など）解析が行われている（柿木他、人が顔を認知するメカニズム、2003）。

(2) 顔認知については次のことがわかっている。まず、時間分解能の高い MEG を用いた解析によって、視覚刺激提示後 100～120[ms] で後頭葉の第 1 次視覚野に活動が見られる。この刺激が顔の場合、さらに 50[ms] 後すなわち刺激提示後 150～170[ms] に側頭葉下面の紡錘状回顔領域（FFA）が活動する。

(3) しかしながら表情認知の解析となると、脳における複数の領域が複雑に関連または

干渉し同時に活動していると考えられているため、EEG や MEG で解析することが困難になる。そこで 500[ms]以降の脳活動は、空間分解能が高く、複数の領域の複雑な活動を解析することが可能な PET や fMRI で解析することになる。その結果、感情や情動を司る扁桃体が表情認知に大きく関与していることが分かっている。

(4) このように、ある感覚刺激が脳に送られた直後、おそくとも 300~500[ms]までの脳活動の解析には EEG や MEG が優れており、その後の脳活動の解析には PET や fMRI が優れている。ここで問題となるのが、顔表情を認知するのに要する厳密な時間である。fMRI などによる結果から扁桃体が活動していることに間違いはないと思われる。しかし、顔認知における刺激提示後 150~170[ms]の FFA の活動と、その後表情を認知する際の fMRI によって得られる扁桃体の活動との間には、測定できていない空白の時間帯があると考えられる。すなわち刺激提示後 170~500[ms]の期間である。研究代表者は、この空白の時間帯における表情認知に関する脳活動の可能性を探ることに成功した。

(5) 注視点と視線走査を統制しながら表情認知課題を行った結果、無表情 184[ms]、喜び 197[ms]、嫌悪 212[ms]、悲しみ 196[ms]という表情認知時間が得られた。無表情に関する結果は、MEG を用いた研究による 150~170[ms]という顔認知時の潜時と類似しており、実験手法の有用性と結果からの脳活動の検討の妥当性を示している。したがって、表情認知モデルを提案することができた。

2. 研究の目的

(1) 上述のものと同様の手法により表情認知モデルの再検討を行う。前回の実験では、視線移動時間の傾きにおける個人差を少なくすることが課題として残っており、そこに注視点計測ユニットを用いて、より信頼性の高い視線走査統制を実現し、さらに表情認知モデルの検討を進める。

(2) もう一つの課題として、各表情課題の難易度の均一性の検討がある。解決策として、各表情課題における難易度による調整を表情課題の結果に反映させるために、刺激として倒立顔表情を用いることを考えている。これらの課題の解決から、より信頼性の高くなった認知時間(本テーマの実験結果)を Haxby らの顔認知神経機構モデルに適用し、表情認

知モデルの検討を目指す。現時点で得られている結果は、マルチシステム説(相貌認知と表情認知の乖離、さらには表情認知内部での乖離が注目されており、そこから一部の基本情動に特化した神経機構が存在する)(川村他、表情認知の神経機構、2006)との整合が認められるため、この説を含めた新たなモデルの検討が期待できる。

3. 研究の方法

(1) 被験者として、裸眼もしくは矯正で健全な視力を持つ 10~30 代の男女 11 人に協力していただいた。

(2) 本実験で使用した CPU は Pentium(R) D CPU 2.80GHz, 2.79GHz であり、ディスプレイは 17 インチ液晶のもので、解像度は 1280×1024 であった。目からディスプレイまでの距離が 70cm となるように被験者は顎を顎台に固定した。また、注視点計測ユニットとして nac 社製の EMR-AT VOXER を使用した。注視点検出周波数は 60Hz である。検出は片眼であり、被験者の利き目に設定して実験を行った。

(3) 人物識別を目的とした表情顔画像識別実験で用いる表情顔刺激画像は、実験の被験者とは別の 20 代男性 5 人の正面無表情顔から、Face Tool を用いて作成した。輪郭を除いた顔部分のみを扱い、表情の識別に問題のない強度に調整した。以前、筆者らは Face Tool による基本 6 表情の再現性について評価を行っている。今回もそれに倣い、再現性の高い嫌悪、悲しみ、笑顔及び無表情の 4 表情を用いた。したがって、表情顔画像識別実験で使用した表情顔画像は計 20 枚であった。

(4) 実験は、視線走査統制訓練、視線動作反応計測実験、表情顔画像識別実験の順に行った。視線動作反応計測実験では、視線動作に関する時間を得ることが目的である。この時間を、表情顔画像識別実験において得られる反応時間から除くことで、人物識別に必要な時間を得ることが可能となる。表情顔画像識別実験では、表情に非注意的な人物識別実験を行う。被験者には表情情報を持った見本刺激の人物を覚えてもらい、連続提示される妨害刺激群の中から、見本と同じ人物の刺激を検出してもらう。視線走査統制訓練は、解析データの欠損を可能な限り低減させることを目的として行う。

① 視線動作反応計測実験

白く塗りつぶしたディスプレイの中央に

注視点を提示した。注視点は縦横とも視角 0.66° であった。被験者が注視点に視線を固定した状態でスタートボタンを押すと、550～1050ms 後に、赤、緑、青のいずれかの円（視角 4.3° ）が注視点の位置に提示され、3種類の円の提示頻度は同じであった。円の提示後、被験者はできるだけ速く視線を円の外に動かすことを要求された。視線が円の外に移動すると円は消去された。以上を1試行とし、33試行を1セットとした。円が提示されてから視線が円の外に移動するまでを反応時間として計測した。

② 表情顔画像識別実験

白く塗りつぶしたディスプレイの左側に注視点（視角 0.66° ）を提示した。被験者が注視点に視線を固定した状態でスタートボタンを押すと、500ms 後に、注視点の位置に見本が1s 提示された。見本は使用した20枚の表情顔画像の中から同じ頻度で選択された。また、スタートボタンを離すことで回答となるため、回答するまではボタンを押したままの状態を保持してもらった。見本提示後、1s の ISI があり、その間画面上の見本は消去された。ISI 後、見本と同じ表情の同一人物の顔画像もしくは見本と同じ表情の別人物の顔画像が提示された。被験者は、この画像が見本と同じ人物かどうかを判断することを求められた。被験者が画像を注視してから150ms 後、すなわち、被験者が1枚目の画像の判断をしている期間に、次の顔画像が提示された。この顔画像についても表情は見本と同じで、人物に関して同一か異なる顔画像であった。1枚目の画像を判断している間、この画像は消えることはないため、2枚目の顔画像が提示されている状態となる。ここで、1枚目の画像に対し同じと判断した場合、ボタンを離して回答し、2枚目の画像に対しての判断は行われず、注視点提示の状態に戻る。1枚目の画像に対して異なると判断した場合には、1枚目の画像の判断終了後、2枚目に視線を移動させて、画像の判断を続けた。2枚目の画像に視線が移ると、1枚目の画像は消去された。さらに、2枚目の画像を注視してから150ms 後、3枚目の画像（画像の条件は1枚目、2枚目に従う）が提示されるが、被験者は2枚目の画像を判断し、見本と同一人物であればボタンを離し回答し、そうでなければ3枚目に視線を移動した。以下同様に、見本と同じ人物の画像を発見しボタンを離すまで、順次画像が提示された（最大5枚連続提示されるが、同時に提示されるのは2枚までである）。見本や妨害刺激は視角 4.3° で

あった。回答は、ボタンを離したときの被験者の注視位置により判定した。以上の流れの中でボタンを離し回答するまでを1試行とし、180試行を1セットとした。正答画像の提示順序及び選択時の妨害刺激の提示位置はランダムとした。また、正答画像の提示位置の頻度は1枚目から順に1:1:3:3:1とした。この頻度は、解析に利用するデータ数の確保と被験者の負担を考慮して決定した。被験者が画像を注視、すなわち、画像の提示領域に視線が入ってから視線を外すまでを、その画像に対する識別（反応）時間として計測した。

③ 視線走査統制訓練

以下にあげるエラーが少なくなるように、また、実験の操作に慣れるために訓練を行った。

- ・見本検索時の瞬きエラー
- ・再判断エラー

実験では、注視点計測ユニットを用いて被験者の注視位置の検出を行った。瞬きエラーでは、瞬きにより正確な座標データが得られなくなるため、解析対象から除外した。再判断エラーは、ある画像を判断し終え、視線をこの画像から一旦外し次の画像についての識別を開始したにもかかわらず、再び一つ前の画像に視線を移した場合に発生するエラーである（しかしながら、この時既にひとつ前の画像は消えている）。これは、一度下した判断に迷いを覚えている、すなわち正確な判断を行っていないことを示しているため、解析対象から除外した。訓練と表情顔画像識別実験との違いは、画像が四角や丸などの単純な図形であること、正答画像の提示位置の頻度が全て等しいこと、25試行で1セットであること、の3点であった。各被験者は、2セット連続でエラー数が一定の値以下になるまで訓練を行った。

(5) 解析には見本検出時の識別（反応）時間（以下、yes 時間）ではなく、それに至るまでの妨害刺激の識別（反応）時間（以下、no 時間）、すなわち、見本と異なるという判断に要した時間を用いた。これは、反応時間と正解率とのトレードオフの関係から、被験者の心理的要因により yes 時間にばらつきが発生し、反応時間の信頼性が失われるためである。また、具体的には、正答画像が3枚目に提示されたときの2枚目の no 時間と、4、5枚目に提示されたときの2、3枚目の no 時間を用いた。これは、1枚目は見本と同じ位置に提示されるため、能動的な流れの中での画像識別ではないという点で他の位置とは得られた反応時間が含む要因が異なるからで

ある。さらに、正答（見本）画像が5枚目に提示されたときの4枚目のno時間には、4枚目が正答画像でないため5枚目に正答画像がある、という思考が入る可能性があるため、解析から除外した。したがって、定常状態におけるno時間のみ解析に用いたことになる。課題の正答率としては無表情 91.5%、嫌悪 91.9%、悲しみ 91.7%、笑顔 91.3%が得られており、この正答時のno時間を解析に用いた。解析に使うno時間には、判断後に視線を動かす時間が含まれている。また、視線動作反応計測実験による反応時間には、第一次視覚野を経て、視線を動かすまでの時間が含まれている。よって、視線動作反応計測実験による反応時間から第一次視覚野まで信号が達する時間120msを引くことで、視線を動かすために要する時間と視線の実際の移動時間（以下、これらを併せて視線動作時間とする）が得られる。次に、被験者毎にno時間から視線動作時間を引くことで、刺激注視後からno判断が終わるまで、すなわち、人物識別時間が得られる。

4. 研究成果

(1) 人物識別時間を求めた結果、無表情は 238.9 ± 87.4 ms (mean \pm SD)、嫌悪は 253.0 ± 92.3 ms、悲しみは 243.2 ± 86.4 ms、笑顔は 242.8 ± 91.5 ms となった。あらゆる視覚刺激に対して、刺激提示後約120msで後頭葉の第一次視覚野が活動し、さらに視覚刺激が顔の場合、刺激提示後約190msで側頭葉下面の紡錘状回が活動する。これらの活動は知覚レベルのものであり、識別レベルとしては刺激提示後約250msの活動が報告されている。Haxbyらによるモデルに従うと、人物識別に関与するのは後頭回から外側紡錘状回への経路を伴う神経機構である。得られた人物識別時間の全体的な枠組みは、顔の持つ情報がこの機構で処理されたことによる結果であると考えることができ、用いた実験手法の正当性を示唆する。

(2) 扁桃体は表情認知に関する神経機構の中核を成す。扁桃体障害が恐怖、怒り、嫌悪、悲しみ、喜びの表情認知に支障をきたす結果は、表情認知に扁桃体が関与している有力な証拠である。ここでMEG研究において、表情から感情を判断する際に、刺激提示後140~170msでの後上側頭皮質における活動と刺激提示後220msでの右扁桃体における活動を認める報告がある。Haxbyらによるモデルでは、表情認知内部での乖離については詳細を明確にしていない。しかしながら、一部の基本情動に特化した表情認知の神経機構が存在する、というマルチシステム説が近年提案されている。特化した神経機構の一つとして、上側頭溝領域や扁桃体と密接な線維連絡を

持つ島皮質と、嫌悪表情認知の関連が報告されている。今回得られた表情間における人物識別時間の差は、この特化したシステムとの相互情報伝達に伴い発生したと考えることができ、人物認知過程と表情認知過程が並列的に進む中で意識に上ることのない表情認知が人物認知に影響を与えていることを示唆する。以上より、人物・表情認知過程間に存在する相互作用の可能性を示唆する一つの結果を示すことができたといえる。

(3) これまでの知見と共に、本研究で得られた人物認知における表情認知の影響を考慮することで、顔認識モデルを検討する。表情顔画像提示後、信号は下後頭回を経由し、上側頭溝、両側紡錘状回に分離する。可変的側面の知覚を担う上側頭溝から表情認知の中核である扁桃体へ情動に関する信号が達する。さらに、嫌悪に関しては島領域との連携が生じる。人物識別時間の差は、各表情が持つ情報とその処理経路の違いによる連携作用の差である。以上の考え方より、Haxbyらによる拡張システムとの協調を伴う分散モデルを基礎とし、人物・表情認知過程間の相互作用の一環としての人物認知における表情認知の影響を考慮した顔認識モデルを示すことができた。前回提案したモデルに対し、協調分散処理性の導入、各部位での活動時間の詳細化、という点で拡張を実現した。特に、扁桃体と島領域における連携作用での10msは、以前の報告においても得られており、信頼性を高めた実験によりモデルの再検討を行い、より妥当なモデルを提案するという目的を達成した。

(4) 今後の展望として、マルチシステム説における特化した神経機構の検討を様々な表情に関して進め、多くの連携作用について調べていくことがあげられる。特に、広く研究が進められている恐怖に関する情動系に着目し、実験・検討を行う。恐怖に焦点をあてた情動と記憶のメカニズムに関する研究ではLuDouxの回路が代表的なものであろう。この回路では、扁桃体への2つの経路が示されており、視床から直接扁桃体へ行くもの（低位経路）と視床から皮質を経由して扁桃体へ行くもの（高位経路）がある。また、今回行った実験は、表情認知における人物認知の影響についての検証が可能な手続きになっていないため、人物認知と表情認知の相互作用に関しても、さらなる調査が必要である。現段階では、相互に作用しているという考えが主流となりつつあるが、Foxらの順応を用いた研究では、非対称性が示されており、この検証も踏まえて研究を進めていく。以上のように、無意識的、意識的な処理経路や、表情認知における人物認知の影響も考慮に入

れた実験を行うことにより、現状のモデルを拡張していく形でさらに広い範囲において正当性の高い顔・表情認識モデルの提案を目指す。

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1件)

- ① 篠崎健育, 米村恵一, 杉浦彰彦, 表情認知との相互作用を考慮した顔認識モデル, 電子情報通信学会論文誌A, Vol. J92-A, No. 5, 2009, 397 -402, 査読有.

[学会発表] (計2件)

- ① 山口貴広, 篠崎健育, 米村恵一, 杉浦彰彦, 誘導型視線走査統制による顔表情認知特性の検討, 電子情報通信学会2009年総合大会, 2009年3月17日, 愛媛大学(城北地区).
- ② 篠崎健育, 米村恵一, 杉浦彰彦, 誘導型視線走査統制を用いた表情認知時間の計測, 電子情報通信学会2008年総合大会, 2008年3月20日, 北九州学術研究都市三大学(北九州市立大学).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

米村 恵一 (YONEMURA KEIICHI)
木更津工業高等専門学校・情報工学科・
准教授
研究者番号: 90369942