

# 表情変化知覚に関する心理生理学的研究

## 学位論文内容の要旨

### 1. 序

表情は相手の情動状態を推測するための重要なシグナルであり、迅速で正確な知覚が必要とされる視覚情報である。我々は、日常生活において短い時間の中で変化し続ける顔の動き中から表情を知覚しており、静止画像からは認識しづらいわずかな表情の違いも、動きの中では正確に捉えることが出来る。光点の動きを用いた Biological Motion の研究では、顔そのものが認識できない場合であっても、動き情報のみで表情が識別可能であること、また静止画表情の認識に障害を持つ脳損傷患者であっても、光点の動きからは表情認識が可能であることが示されており、表情知覚における動き情報の重要性が示唆される。

しかし、表情認識に関わる実験的研究のほとんどは静止画像や図形顔を用いて行われており、動きを伴う表情の処理については未解明の部分が多い。空間分解能に優れる神経生理学的指標を用いた研究では、静止表情の認識には、扁桃核、眼窩前頭皮質、前部帯状回、後側頭皮質が関わることを示されているが、近年では、後側頭皮質内の上側頭溝が、視線方向や口など顔の動きの知覚に重要な役割を果たすことが報告されている。一方、時間分解能に優れた事象関連脳電位（ERP）を指標とした表情研究では、静止表情刺激に対する反応の違いは、潜時約 300ms という比較的遅い時間帯で生じることが報告されている。しかし、刺激提示時点を情報処理開始時点として加算平均を行う測定上の制限から、動的な刺激を用いた電位の測定が困難なため、動きを伴う表情処理の時間的側面に関する知見は得られていない。

そこで本研究では、同一人物の表情の異なる 2 枚の顔刺激を刺激間隔なしで連続提示することにより、表情の動きと類似した知覚を誘発した場合の電位反応を測定し、動きを伴う表情の知覚がどのような時間帯で行われるのかについて検討を行った。さらに、本研究で得られた結果と、これまでの神経生理学的、電気生理学的知見とをあわせ、動きを伴う表情知覚処理過程について考察を行った。

### 2. 実験的検討

実験 1 では、連続して提示される 2 つの顔刺激間で、同一人物の表情が真顔から笑顔へと変化した場合（表情変化）と、表情が同一で人物が変化した場合（人物変化）、表情・人物ともに変化した場合（両変化）に対する電位反応を比較した。その結果、人物変化、両変化と比較して表情の動きの知覚を誘発する表情変化に対して、後側頭部位において潜時約 170ms で惹起する顔選択的成分 N170 の増強がみられた。一方、動きを伴わない第 1 刺激では、N170 に表情の効果は生じ

なかった。また、表情等の顔の認識を阻害するとされる倒立顔で表情変化の提示を行った場合には、正立で提示した場合よりも N170 振幅は減衰した。これらの結果から、表情の動きの知覚によって、潜時約 170ms という早い潜時帯において電位変化が生じることが示された。

実験 2 では、実験 1 でみられた表情変化、人物変化、両変化間での物理的変化量の違いが N170 に影響を及ぼすのかを検証するため、真顔と笑顔を 50% の割合で混合した 50% 笑顔刺激を作成し、物理的変化量が異なる同一人物の表情変化間での反応を比較した。その結果、表情の物理的変化量の違いは N170 に影響を及ぼさないことが示された。また真顔から笑顔への表情変化と比較して、笑顔から真顔への表情変化に対しては N170 増強が見られなかったことから、表情変化に対する電位変動は、単に表情の動きの知覚に対して感度があるだけではなく、表情の動きの情動的意味の違いに対しても感度があることが示唆された。

実験 3 では、表情変化に対する N170 の増強が、表情の動きや変化に関連した処理を反映しているのか、あるいは表情の処理とは独立の、顔刺激に対する注意の喚起によるものであるのかを検証するため、表情変化、人物変化、あるいは顔以外の物体への変化に対して選択的注意を向けた場合の電位反応を比較した。その結果、表情変化に対する N170 は、選択的注意を向けているか否かにかかわらず常に最大振幅を示した。一方、人物変化に対する N170 は、選択的注意を向けた場合であっても増強がみられなかったことから、顔刺激変化後の N170 増強は単に顔刺激に対する注意の喚起を反映しているわけではなく、表情の変化に特異的な処理過程を反映していることを示唆した。

最後に実験 4 では、異なる情動的意味をもつ表情の動きに対する反応を比較するため、動きの知覚を伴う場合と伴わない場合での、笑顔と怒り顔に対する電位反応の比較を行った。その結果、動きを伴う表情変化に対しては、動きを伴わない場合と比較して N170 以前の潜時帯からより陰性のシフトが生じた。またこの陰性のシフトは、真顔から笑顔への表情変化で潜時約 132ms、真顔から怒り顔への表情変化で潜時約 108ms から始まり、表情の情動的意味の違いによって、処理の速度が異なることが示唆された。

### 3. 考察

先行研究では、N170 成分は顔認識過程における最も早い知覚処理段階を反映すると考えられており、静止画表情を用いた場合には N170 に表情の効果は生じないことが報告されている。また、静止表情刺激に対する電位変化が潜時約 300ms 以降で生じるとする先行研究結果と合わせると、本研究における表情変化に対する N170 近傍での電位変化は、動きを伴った表情の処理が静止画表情と比較して非常に迅速であることを示している。また先行研究では、N170 の発生源のひとつとして上側頭溝が指摘されていることから、動的な表情の処理が上側頭溝において行われていることが推測される。

神経心理学的知見による顔認識モデルでは、表情の初期知覚処理経路には、有線皮質を通り詳細な視覚情報処理を行う後頭一側頭視覚皮質経路と、有線皮質を介さず上側頭溝など後側頭皮質へと情報を送る皮質下処理経路が存在することが指摘されている。本研究の結果から、我々は有線視覚皮質を経由する静止画表情の処理とは別に、重要な情報を自動的に処理する皮質下の経路を利用して、動きを伴う表情情報を迅速に知覚している可能性が示唆された。さらに、脅威信号

となる真顔から怒り顔への表情の動きに対してより早い反応が生じたことから、このような皮質下の処理経路は、生物にとっての情報の重要度によって処理のスピードを変容させる機能を持つことが示唆された。

# 学位論文審査の要旨

主 査 助 教 授 片 山 順 一

副 査 教 授 室 橋 春 光

副 査 教 授 諸 富 隆 (作新学院大学人間文化  
学部)

副 査 教 授 吉 川 左 紀 子 (京都大学大学院教育学  
研究科)

## 学位論文題名

### 表情変化知覚に関する心理生理学的研究

顔は多くの重要な情報を含んでいる。とりわけ、表情からもたらされる、相手がどうい  
う情動状態にあるかという情報をすばやく正確に認識することは、社会生活を営む我々に  
とって非常に重要である。本研究では、事象関連脳電位 (ERP) を指標として、表情知覚  
処理過程の検討を行っている。

従来 of 脳画像研究では、表情の認知に関わる脳部位が解明されてきた。他方、時間分解  
能に優れた ERP を指標とした研究では、表情の効果は刺激後約 300 ms から生じると報告  
されてきた。著者は、表情知覚における動き情報の重要性から、表情の変化に対する分析  
が重要であると考えた。しかし、動画刺激を用いると刺激呈示時点が不明確になり、ERP  
を解析することが困難となる。そこで、静止画像 2 枚を間隔なしで連続呈示することによ  
って見かけ上の動きを作りうることに注目し、2 枚目の刺激呈示時点を時間的基準点として  
ERP を分析することにより、これまで報告されてきたよりも早い潜時帯で表情の効果を得  
ることができることを示した。

先行研究のレビューである第 1 部に続く第 2 部は以下の 4 つの実験から構成されている。

実験 1 は上述の現象の発見である。すなわち、同一人物の真顔から笑顔への変化 (表情  
変化)、同一表情での人物の変化、および、表情・人物の両変化に対する ERP を比較し、  
表情の動きの知覚を誘発する表情変化に対して、後側頭部位において潜時約 170 ms で惹起  
する顔選択的成分 N170 が増強することを示した。さらに、表情等の顔の認識を阻害すると  
される倒立顔で表情変化の提示を行った場合には、正立で提示した場合よりも N170 増強が  
小さかった。これらの結果から、表情の動きの知覚によって、潜時約 170 ms という早い潜

時帯において電位変化が生じることを初めて示した。

実験2では、モーフィング手法により真顔と笑顔を同じ割合で混合した50%笑顔刺激を作成し、真顔・笑顔・50%笑顔刺激の各組み合わせを刺激として、刺激間での物理的変化量の効果、および変化方向の効果を検討した。その結果、物理的変化量の違いはN170増強に影響しないこと、また、表情変化に対するN170増強は、単に表情の動きの知覚に対して感度があるだけでなく、その情動的意味の違いに対しても感度があることを示した。

実験3では、この効果が表情の変化に関連した処理そのものを反映しているのか、あるいは表情の処理とは独立した表情変化への注意の喚起によるものであるのかを検証するため、選択的注意を操作した。その結果、表情変化に対するN170は、選択的注意を向けているか否かにかかわらず常に最大振幅を示し、顔刺激変化後のN170増強は顔刺激に対する注意の喚起を反映しているのではなく、表情の変化に特異的な処理過程を反映していることを明らかにした。

実験4では、実験2で示された情動的意味の違いに対する感度を検討するため、真顔から笑顔への変化と真顔から怒り顔への変化を検討した。ここでは、N170以前から効果が生じ、この効果は笑顔への変化よりも怒り顔への変化で早く生じた。すなわち、表情の情動的意味の違いによって処理の速度が異なることを見出した。

第3部では、これらの実験結果の総合考察を行い、本研究で得られた効果は、主要な視覚経路である有線視覚皮質を経由する処理ではなく、重要な情報を自動的に処理する皮質下経路の処理の反映であり、ヒトはこの経路によって動きを伴う表情情報を迅速に知覚している可能性を示唆した。さらに、脅威信号となる真顔から怒り顔への表情変化に対しての効果がより早く生じたことから、このような皮質下の処理経路は、生物にとっての情報の重要度によって処理速度が変容することを示した。

2枚の静止画を連続呈示することで表情の動きの知覚を誘発するパラダイムを用い、表情変化の効果が、従来報告されてきたよりも早い時間帯に後側頭部位で生じることを初めて示したことは高く評価できる。(実験1は国際誌に掲載された。Miyoshi et al. (2004) *Neuroreport*, 15, 911-914.) 続く実験では、この成果に基づき、この効果をもたらす要因の検討および表情の違いによる効果の違いを検討することにより、動きを伴う表情情報は皮質下の経路によって迅速に処理されている可能性を示し、さらに、生体にとっての情動的意味の違いに応じて処理速度が異なることを見出した。ERPの指標としての特性を十分に生かしたこれらの成果は、顔認識研究にとって重要な知見を付加した。

よって、著者は、北海道大学博士(教育学)の学位を授与される資格があるものと認める。