

ヒトの顔情報処理メカニズムにおける因果関係に関する研究開発 (102106001)

Exploring the brain mechanisms for facial-information processing

研究代表者

南 哲人 豊橋技術科学大学エレクトロニクス先端融合研究所

Tetsuto Minami Electronics-Inspired Interdisciplinary Research Institute (EIIRIS),
Toyohashi University of Technology

研究分担者

なし

研究期間 平成 22 年度～平成 24 年度

概要

脳波、fMRI といった統合的アプローチにより、ヒトの顔色・表情理解を中心とした顔情報処理ネットワークの解明の研究を進め、ヒトの顔色に対する反応が、顔選択的脳波成分 N170 において現れることを示した。さらに、後頭皮質領域の中でも、特に左の紡錘状回顔領域が顔色の処理に関係していることを fMRI 実験によって明らかにした。また、tDCS などの外部刺激により顔認知脳活動を変調させ、視覚刺激のコントロールにより、顔表情理解を促進させることにも成功した。

1. まえがき

ヒトとヒトとの間のコミュニケーションにおいて、顔の存在は非常に重要である。また、ヒトとコンピューターのコミュニケーションでも、対話型インターフェースやロボットの外観などを考えると、ヒトの顔情報処理メカニズムの解明は不可欠である。そこで、本研究開発は、ヒトの顔色・表情理解を中心とした顔情報処理ネットワークの因果関係の解明とその応用を目的とした。

2. 研究開発内容及び成果

われわれにとって、顔は重要な意味を持つ社会刺激であり、顔から非常に多くの情報を読み取ることで、円滑な社会生活を行っている。この日常生活に不可欠な顔情報処理に関して、これまでは、形状処理を中心に調べられてきた。しかしながら、近年、顔の形状情報以外に、顔色や反射特性など顔の表面情報も顔認知に重要な機能を果たしていることが示されてきている(Sinha, 2002; Yip and Sinha, 2002; Vuong et al., 2005; Russell et al., 2007; Caharel et al., 2009)。そこで、われわれは、これまで、顔の色情報顔認知処理にどのような影響を与えるのかを調べるために、通常の色(肌色)から逸脱した顔色の視覚刺激を見たときの、脳活動について、脳波成分を中心に調べてきた(図 1)。

この実験における被験者のタスクとしては、顔色とは無関係の刺激系列の中のターゲット刺激に注意を向けるというものであった。その結果、被験者の脳波の N170 という顔に特徴的に反応する成分が、意識を向けていないにもかかわらず、不自然な顔色に対して振幅が大きくなった。この差は、顔をランダム化した刺激では出なかったもので、単に「色」に反応したわけではなく、無意識に「顔色」に反応した結果であったといえる(Minami et al., 2011[3])。この実験で使用された顔色刺激は、見慣れた顔色(自然な顔色)と見慣れない顔色(不自然な顔色)と表現することができる。そこで、次に、顔の色(色相)を変化させた場合の N170 を計測し、顔色の色相変化と N170、および不自然さに対する心理尺度値(行動実験)との関係を明らかにすることにより、顔色認知機能メカニズムの解明を目指した。具体的には、見慣れた-見慣れないの 2 極ではなく、顔色の色相を段階的に変化させた顔画像に対して、N170 成分がどのような変調を見せるかを調査し、N170 に見ら

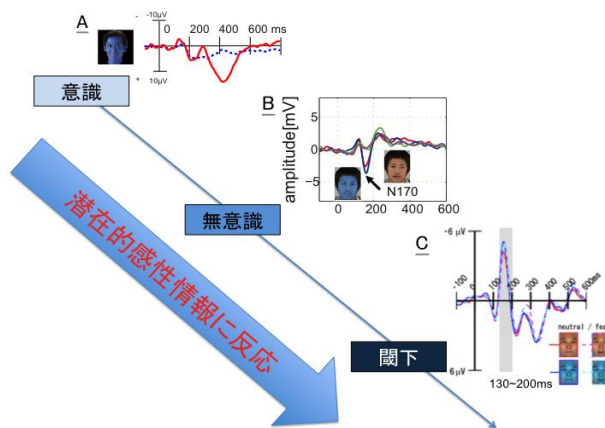


図 1：顔色に関する一連の研究

(A) 意識して不自然な顔色を検出する場合も、(B) 顔色以外に注意を向けている場合も、(C) 閾下で顔色が提示される場合も、脳波に違いが出る。

れる顔色の影響について検討を行った。その結果、左後側頭での N170 振幅の色相による変調は、色相がオリジナルカラーから遠くなるに従って振幅が大きくなる傾向が見られ、顔色の色相の違いが、敏感に N170 振幅に反映された。この結果は、Neuropsychologia 誌に掲載された(Nakajima et al., 2012[2])。引き続き、顔色と脳波に関しては、「顔色と表情の相互作用に関する脳波実験」と、「顔認知処理における顔の色情報と倒立の効果」、さらに、顔色に関連する詳細な脳活動部位を調べるために、機能的核磁気共鳴画像法(fMRI)計測を行った「fMRIを用いた顔色処理の脳内ネットワークの同定」は、すべて研究が完了しており、論文投稿中である。

このように、心理物理実験を始め、脳波や fMRI 等の神経科学的手法を用いて、統合的にアプローチし、顔色の処理が刺激呈示後 170ms に生じ、その処理に左の紡錘状回顔領域が関与することなどを明らかにしてきた。これまでの研究においては、顔色の変化に関しては、なるべく大きな脳反応の変化を検出するために、青色などの不自然な顔色に関する研究を中心に行ってきた。そこで、ヒトの顔色・表情理解の社会的応用を念頭に置くべく、より自然な顔色変化をターゲットとして実験を行い、顔色の調整によ

り、表情の認知がコントロールできることを実験的に示した。これらの結果は、今年度の国内学会(日本神経科学会2013)および国際学会(ECVP2013)で発表予定である。

さらに、顔情報処理に関する脳活動の計測に加えて、脳活動の制御の研究を行った。情報環境におけるヒトの行動を促進することを目的として、計測系(脳波)と制御系(tDCS)を組み合わせて、顔情報に関するプライミング現象について研究を行い、潜在的な閾下処理においても刺激の意味的な処理が行われている仮説を支持する結果が得られた。この研究に関しては、Neuroscience letters 誌に掲載された(Kongthong et al., (2013)[1])。

この一連の研究の過程で、非常に単純な感性情報が、脳波に影響を与え、認知に影響を及ぼしていることが分かった。つまり、刺激以外の環境コンテキストにおける潜在的な感性情報も、ヒトの感性判断に影響を与えているはずであり、潜在的感性情報の影響を解明することは、ヒトの情報理解やコミュニケーションを円滑にすることに役立つと考えられる。そこで、潜在的感性情報の脳波への影響を調べる上で、「つり橋効果」に代表されるような、感情の状態により対象への感情判断が誤って帰属される現象「感情誤帰属」(Payne et al., 2005) に関して研究を行い、感情誤帰属の神経基盤を明らかにした。この結果は、Plos One 誌に掲載された(Hashimoto et al., 2012)。

このように、高密度脳波測定法、機能的核磁気共鳴画像法、および、経頭蓋刺激法を用いて、ヒトの顔色・表情理解を中心とした顔情報処理ネットワーク、および、感情処理ネットワークを調査し、研究成果を国内学会および国際学会にて発表し、さらに論文発表を行ってきた。論文発表に関しては、英語論文4本を含む10本の論文発表を行い、当初の目標は達成できた。現在準備中のものを含めると、今後も、さらに論文発表が進むと考えている。

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

現在、脳活動から情報を読み取ることにより、コミュニケーションを円滑にしようとしたり、また、ヒトの情報処理機構から学んで、それを情報通信に生かそうとしたりという試みが進んでおり、脳科学・神経科学と情報通信環境に関する研究は切り離せないものとなりつつある。

代表的なものとしては、機能的核磁気共鳴画像法(fMRI)により計測された脳活動から、ヒトの知覚内容を読み取る技術が急速に発展してきている。本研究は、潜在的感性情報を、解読・制御することによって、ヒトにやさしい適応的な情報環境の基盤技術となるものを目指すものであり、これまで行われてきた研究より、個別的・深層的な潜在的感性情報へのアクセスに挑戦するものであり、より個人適応型のコミュニケーションへの貢献度は高いと考えられる。

本研究の成果は、従来型の高齢者等のコミュニケーション支援システムに代表されるBMI/BCIシステムにとどまらず、利用者の感性をくみ取って動作するマン・マシン・インタフェースや、直接会って話すのと同じくらいの雰囲気やニュアンスの伝わる遠隔コミュニケーションシステムなどの発展につながる可能性を秘めている。具体的には、オンライン会話において、伝わりにくい感情の変化を、文章や会話の内容から感情を読み取り、画面上の顔色を調整して提示することにより、より臨場感のある会話にするなどの技術が考えられる。

それを受けて、これまで、脳活動のオフライン処理ですべて研究を進めてきたが、応用システムを念頭に置くと、脳活動のリアルタイム処理が必要になる。また、脳波計測

システムも大型で高価なものでなく、安価で小型のものを利用してのシステムが求められる。そこで、Emotiv社などの簡易脳波計測システムを用いて、リアルタイム処理システムの構築を進めているとことである。こういった試みが、情報通信基盤に有効であることが示されれば、産業的にも、簡易型脳波計や簡易型tDCS装置の開発などを促進し、現状のキーボード・マウスなどに加えて、新たな情報インターフェースとして広まっていくことも期待される。

また、表情理解に関係する感情処理として、「感情誤帰属現象」の神経基盤の研究を行ったが、表情意外に顔に係る「感情」として、顔に対する「好き嫌い」の感情がある。本研究開発でも、意識に上らない閾下の顔色・感情情報について扱ったが、今後は、閾下における情報提示による好みの影響なども研究対象としていく予定である。

さらに、医療の分野に目を向けると、自閉症など表情から来る感情を読み取るのが困難・苦手なヒトに対して、顔色の変化によりサポートしつつ、感情理解の訓練をするなどの応用も考えられる。

また、本研究開発では、顔色は、不自然な顔色と表情変化によるものを対象としたが、世界的に見ると、一番顔認知における影響が大きいのは「人種」と考えられる。このことから、顔色による効果には、文化的影響が大きいと考えられる。このことから、本研究開発の結果は、表情認識における顔色効果に関わる比較文化的研究への発展へとつながると考えられる。

4. むすび

脳波、fMRIといった統合的アプローチにより、ヒトの顔色・表情理解を中心とした顔情報処理ネットワークの解明の研究を進め、ヒトの顔色に対する反応が、顔選択的脳波成分N170において現れることを示した。これは、N170は顔処理の初期段階である構造的符号化過程を反映することから、顔色の処理が顔処理の早期段階に左後側頭部で行われることを示唆している。さらに、後頭皮質領域の中でも、特に左の紡錘状回顔領域が顔色の処理に関係していることをfMRI実験によって明らかにした。その他、「顔色と表情の相互作用に関する脳波実験」と、「顔認知処理における顔の色情報と倒立の効果」などの研究も行い、多角的に顔処理の解明を進めた。

【誌上発表リスト】

[1] Kongthong, N., Minami, T. and Nakauchi, S., Semantic processing in subliminal face stimuli: An EEG and tDCS Study, Neuroscience letters, Vol.544 No.7, pp141-146 (2013年6月)

[2] Nakajima, K., Minami, T. and Nakauchi, S., The face-selective N170 component is modulated by facial color, Neuropsychologia, Vol. 50 No.10, pp.2499-2505 (2012年8月)

[3] Minami, T., Goto, K., Kitazaki, M. and Nakauchi, S., Effects of color information on face processing using event-related potentials and gamma oscillations, Neuroscience Vol. 176, pp. 265-273 (2011年3月)

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.vpac.cs.tut.ac.jp/jp/index.php>