

機関番号：82626

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21730607

研究課題名（和文） 顔情報処理における他人種効果：分類画像法と視線解析法を用いた検討

研究課題名（英文） Other race effect in face processing: using classification image and eye tracking techniques

研究代表者

永井 聖剛 (NAGAI MASAYOSHI)

独立行政法人産業技術総合研究所・ヒューマンライフテクノロジー研究部門・主任研究員

研究者番号：00415720

研究成果の概要（和文）：本研究では視線解析と分類画像法とを組み合わせ、自人種顔弁別、他人種顔弁別時の視覚情報処理特性を詳細に示すことにより、他人種効果の原因を明らかにすることを目的とした。より精密な刺激提示、並びにデータ解析に必要な実験システム（高精度色彩輝度計の導入等）を確立した。実験では、反応一貫性分析を導入することにより反応決定に関わる内部ノイズを調べることにより、試行毎に異なるストラテジーを行ったか否かを検討した。まず、コントラスト閾値については明確な他人種効果は認められなかった。加えて、内部ノイズについても一貫した差異が認められなかった。このことから、他人種効果は CI 法、反応一貫性分析で捉えることのできない、顔情報の非線形的な利用による可能性が指摘される。この非線形的な方略については、今後継続的に視線解析を利用した実験を行い、検証していく。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to find factors to produce other race effect with multiple experiment techniques: classification image and eye tracking. We developed the more detailed and precise stimuli presentation than our previous experiment system. We also introduced response consistency method to investigate the internal noise in response decision process. The results showed that contrast threshold and response did not support other race effect. Thus, it was suggested that non-linear information processing was involved in other race effect, which could not be captured with classification image and response consistency analysis. We need eye tracking technique to explore these non-linear face processing strategies that could be related with other race effect.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：顔認知他人種効果，分類画像法

## 1. 研究開始当初の背景

これまで顔情報処理における他人種効果を検討した研究では、現象を記述的に報告するだけで（e.g., Furl, Phillips, & O'Toole, 2002; Kalocsai, von der Malsburg, & Horn,

2000), 他人種効果がなぜ生じるかを検討したものは見当たらない。

申請者はマクマスター大学 Allison Sekuler, Patrick Bennett 両教授と共同で、分類画像法という最新の実験手法を用い、こ

れまでのどの心理学実験手法よりも詳細に、顔に関する人間視覚情報処理の空間特性を明らかにしてきた。本手法を用いて、自閉症者と定型発達者との顔情報処理を比較した研究では（日本学術振興会 二国間交流事業 日本-カナダ保健・医学協力事業 [2006-2008年]、代表者＝本課題申請者）、自閉症者と定型発達者の差異を示した。加えて、顔認知の他人種効果を示唆する結果も同時に得た。この研究ではカナダ人顔のみを刺激とし顔弁別を課題としたため他人種効果を適切に検討したわけではないが、日本人定型発達者はカナダ人定型発達者と比較して弁別成績が低く、顔弁別において有効な手がかりと考えられる（Sekuler *et al.*, 2004）目領域を手がかりとしていないことが明らかとなった。また、申請者はグラスゴー大学 Carl Gaspar 博士と共同で（日本学術振興会 外国人特別研究員（欧米短期）、[2008年10月-12月]、受入研究者＝本課題申請者）、顔情報処理における他人種効果を空間周波数チューニング（どの周波数帯にウェイトをかけて顔弁別を行うか）によって説明できるか否かを検討した。その結果、空間周波数チューニングが自人種顔、他人種顔で異なることを示唆するデータは得られなかった。しかしながら、他人種顔と他人種顔では目領域の処理ウェイトを示唆するデータを得た。

## 2. 研究の目的

本研究では視線解析と分類画像法（classification image technique, 図1参照。詳細は後述）を組み合わせて、自人種顔弁別、他人種顔弁別時の視覚情報処理特性を詳細に示すことにより、他人種効果の原因を明らかにすることを目的とする。具体的には、自人種顔、他人種顔弁別間で、視線分布に違いがみられるか、および、手がかりとする領域が違いかどうか（分類画像法により画像ピクセル単位の高空間精度で解析）を明らかにすることを目的とする。

## 3. 研究の方法

分類画像の測定に必要な実験制御コンピュータ、刺激提示用 CRT ディスプレイ、視線解析装置は現有設備を用いる。本研究では分類画像の実験で通常よりもピクセルサイズが大きい刺激を用い、データ解析には計算速度の速いコンピュータ（Apple, MacPro）が必要となるため、申請予算にて購入する。さらに、本研究では従来よりも精密に輝度測定し、より正確なガンマ補正を行う必要がある。これまで使用してきた簡易輝度計（Eizo, ErgoColor C100）では測定精度が充分でないため、新たに高精度色彩輝度計（Photo Research, PR650）を購入することとする。

実験で用いた、顔刺激は 128 x 128 ピクセル（視角約 5 x 5 deg）とする。個人弁別実

験では、同性 2 人（個人 A or B）のニュートラル顔を弁別する課題を与える。顔刺激の提示時間は 400 ms、各試行では個人 A または B のいずれかがランダムに選択される。各試行ではランダムに発生された輝度次元のホワイトノイズフィールドを顔刺激に重ねる（大きさ：128 x 128 ピクセル、ピクセル毎にガウシアン分布から独立に抽出した輝度ノイズを割り当てる。ホワイトノイズが被験者の反応に影響を与えたかを調べることで、動的分類画像が算出される。データ処理の概略を述べると、ある時間フレームにおいて  $N_{AB}$  を個人 A の顔が提示され、個人 B が提示されたとき被験者が反応したときに提示されたノイズフィールド集合の平均とすると、動的分類画像は  $CI = (N_{AA} + N_{BA}) - (N_{AB} + N_{BB})$  によって求められる。すなわち、個人 A という反応を生ずるに関連する空間位置を  $(N_{AA} + N_{BA})$ 、個人 B という反応を生ずるに関連する空間位置を  $(N_{AB} + N_{BB})$  によって特定し、それらの差を取ることで被験者が個人 A, B の弁別に利用した空間部位を明らかにする。

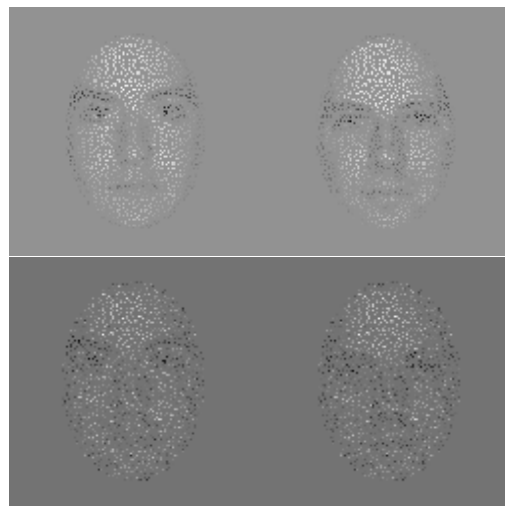


図1. 上段) 弁別すべき2つの顔刺激. 下段) ノイズを付加した顔刺激. ノイズ付きの顔刺激に基づき、被験者は顔弁別を行い、被験者の課題遂行に影響を与えるノイズ位置を可視化する。

分類画像は測定に相当数の試行数を必要とし、その数はおおよそ弁別する刺激イメージに含まれるピクセル数程度、すなわち 6 万 5 千試行となる。申請者がこれまでに開発した試行削減アルゴリズム（ランダム・サブサンプリング法、量子化法 [業績リスト 2]）を利用して、必要試行数を 10 分の 1 以下に削減することを目指す。

視線移動測定は現有設備である EyeLink II システムを用いる。視線解析は 20 試行毎にドリフト補正が必要となるだけで、分類画

像法との同時測定を行うにあたり、特別な手法を開発するには至らない。

同時測定・解析手法の確立で最も大事な点は、分析アルゴリズムの開発である。分類画像と視線分布との関連性を直感的に表示するために、両データを同様の構造で表現できるように工夫した。すなわち、視線停留位置を停留時間で重みづけすることによって、分類画像と同様のデータ構造で表現した。この表現法は停留時間による重みづけ以外にも、ある視線方向への潜時による重みづけ等幾通りかのバリエーションが考えられる。実際の測定データから、どの重みづけが適当かを判断した。

各セッションは1500試行から成り、各ペアに対して4セッション、計16セッションを1か月以内に行った。また、各セッションの前半750試行、後半750試行は全く同一のノイズ、顔の組み合わせを行った。この手続きにより、反応一貫性を調べた。

実験1では各3名の日本人被験者が実験に参加した。各被験者は、日本人顔ペア、西洋人顔2ペアを刺激とした弁別課題を行った。また、実験2では、日本人5名の日本人被験者を対象として実験を行い、各被験者は、2つの異なる日本人顔ペア、2つの異なる西洋人顔2ペアの弁別課題を行った。

#### 4. 研究成果

図2に分類画像法による実験データ例を示す。従来の一般的な研究手法では、例えば、顔画像が提示され個人弁別課題が与え、目と口のどちらを手がかりとして重みづけているかというように非常に大まかな顔情報処理ストラテジーを示すことしかできなかった。これに対して、本研究プロジェクトで用いている分類画像法を使えば、非常に詳細に分析することが可能となる。すなわち、顔のどの部分にどれくらい強く処理ウェイトをおくか、を画像ピクセル単位で明らかにすることができる。本研究では、この分類画像法の利点を用いて、顔情報処理の個人差を調べた。事前の予測では、自人種顔に比べて他人種顔認知成績が低下するのは、ストラテジーの差（顔のどの部分を用いて、顔弁別を行うのか）、内部ノイズの差（全く同一の刺激をみたときにも、被験者の反応が他人種顔弁別に一貫しないことが顕著になるのか）によって説明できるのではないかと予想された。実験の結果等、実験1において、自人種顔と他人種顔で明確なストラテジーの違いを示した被験者は1名ずつしかいなかった。先行研究においては、自閉症者と定型発達者で顔認知ストラテジーの違いを敏感に反映し、他人種効果の存在を示唆していたが、今回のプロジェクトではそれを確認するにはいたらなかった。また、古典的な指標であるコント

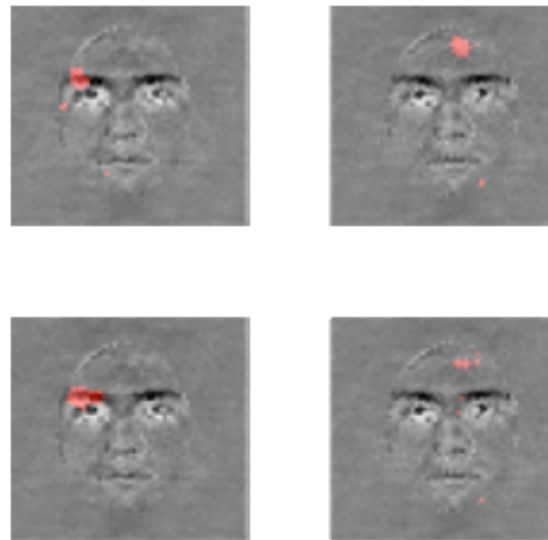


図2. 分類画像によるデータ例。

ラスト閾値でも、他人種効果の存在を安定して示すことはできなかった。ただし、この指標については、被験者数を増やした場合には、統計的な差が見られる可能性が高い。続いて、反応一貫性分析に関しても他人種効果を示唆するデータを得ることはできなかった。

実験1では刺激として用いた顔刺激が各人種で1セットしかなく、結果が再現できなかったのが、特殊な刺激セットに起因する可能性もあり、各人種2セットに増やし、また新しい被験者をリクルートして実験を行った。しかしながら、実験1と同様に安定した他人種効果を得ることはできなかった。

このような結果を得た原因として、刺激セットに対する過学習が生じたのが原因ではないかと考えられた。すなわち、分類画像法を中心に据えた今回の実験では、同一に顔刺激セットを連続して、6000試行も観察することにより、弁別している刺激セットが他人種顔であっても高度な学習が進み、他人種顔に対してもよい成績が得られた可能性がある。分類画像を得るには3000試行ほど必要となるため、学習開始直後、学習が進んだ後の比較を行うのが難しい。しかし、今後必要試行数をさらに削減できるようになれば、このような比較も可能となり、これは今後の研究課題となろう。

今回の計画では基本的な他人種効果が得られなかったため、視線解析の分析に進むことはできなかった。しかしながら、同時計測システムは確立しているため、今後継続的に視線解析を利用した実験を行い、検証していき、先述した過学習の視点も含んだ、他人種効果の原因について、さらに研究を進めることが可能であり、これを今後の重要な課題と位置づけている。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計4件)

- ① Masakura, Y., Nagai, M., & Kumada, T. (2010). Effective visual cue for guiding people's attention to important information on a computer display. *Kansei Engineering International Journal*, 査読有, 9(2), 51-56.
- ② Hidaka, S, Nagai, M., & Gyoba, J. (2009). Spatiotemporally coherent motion direction perception occurs even for spatiotemporal reversal of motion sequence. *Journal of Vision*, 査読有, 9(13):6, 1-12.
- ③ Endo, N., Nagai, M., & Kumada, T. (2009). Objective Estimation of State of Content Understanding by Near-Infrared Spectroscopy (NIRS). *Japanese Journal of Psychonomic Science*, 査読有, 28(1), 2-16.
- ④ Noritake, A., Uttl, B., Terao, M., Nagai, M., Watanabe, J., & Yagi, A. (2009). Saccadic Compression of Rectangle and Kanizsa Figures: Now You See It, Now You Don't. *PLoS ONE*, 査読有, 4(7), e6383, 1-11.

[学会発表] (計3件)

- ① 永井聖剛 (2010). 自閉症・自閉傾向者の顔情報処理ストラテジーおよび動作インタラクション特性. 京都大学霊長研, 2010年12月.
- ② 永井聖剛・Gasar, C. M. 顔認知における他人種効果: 顔特徴による検討. 日本認知心理学会. 立教大学, 2009年7月.
- ③ 永井聖剛 (2009). Classification imageによる顔情報処理ストラテジーの可視化—定型発達者と自閉症者の比較—. 平成21年生理学研究所研究会「視知覚研究の融合を目指して—生理、心理物理、計算論」. 自然科学研究機構 岡崎コンファレンスセンター, 2009年6月.

[図書] (計1件)

- ① Nagai, M., Suganuma, M., Nijhawan, R., Freyd, J. J., Miller, G., Watanabe, K. (2010). Conceptual influence on the flash-lag effect and representational momentum. In Nijhawan, R. & Khurana, B. (Eds), pp.366-378, *Space and Time in Perception and Action*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

永井 聖剛 (NAGAI MASAYOSHI)

独立行政法人産業技術総合研究所・ヒューマンライフテクノロジー研究部門・主任研究員

研究者番号: 21730607