

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 7 日現在

機関番号：34504

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25730171

研究課題名(和文)人間の顔に対する知覚的鋭敏さを利用したLED警光灯の高視認性点滅パターンの開発

研究課題名(英文)Visibility Study on Design Pattern of Car Tail Lamp Using Perceptual Sensitivity on Face Recognition Abilities

研究代表者

飛谷 謙介(Tobitani, Kensuke)

関西学院大学・理工学部・講師

研究者番号：50597333

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：人間の怒り表情に対する知覚優位性を車のリアデザインに応用することで、高視認性を有するリアデザインを設計できる可能性を、以下の3つの指標を用いて多角的かつ段階的に示した。1. 感性指標：主観評価実験によって導出した車のリアデザインに対する印象構造、2. 行動指標：視覚探索課題時の反応時間、3. 視覚探索課題時の事象関連電位におけるN2pc成分

研究成果の概要(英文)：We indicated possibility for development of design pattern of car tail lamp with high visibility by applying perceptual sensitivity on face recognition abilities to the design pattern using following three indices. 1. Kansei index : Impression structure of the design pattern derived by subjective evaluation experiment. 2. Behavioral index : Reaction time on visual search task. 3. Physiological index : N2pc of ERP on visual search task.

研究分野：感性情報学、コンピュータビジョン

キーワード：車のリアデザイン 主観評価実験 視覚探索課題 事象関連電位 N2pc成分 反応時間

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、衝突被害軽減ブレーキに代表される乗用車の事故被害を回避・軽減する予防安全技術に対するニーズが高まっている。さらに、EU においては 2013 年からすべての新型商用車に対して衝突被害軽減ブレーキの搭載を義務化した。今後は、エアバックのように、衝突被害軽減ブレーキだけでなく、様々な予防安全技術が国際的に義務化していくと予想される。

(2) 人間は人の顔に対して特異的に反応する特性を持っている。本研究では、その特性を緊急車両(パトロールカー等)の走行支援装置である警光灯の点滅パターンに応用し、高い視認性を持つ警光灯点滅パターンの開発を行う。

(3) 緊急車両の警光灯はこれまで回転灯が用いられてきたが、現在 LED を用いたものが増えている。LED は光の点滅パターンを自由に設計できる利点があるが、警光灯の製造現場では従来の点滅パターンを踏襲する形で設計が行われている。円滑な緊急走行のため、遠距離でも視認性の高い点滅パターンの設計が求められている。

2. 研究の目的

前述の背景のもと、本研究では後方からの乗用車の衝突事故を回避・軽減を実現するため、高い視認性を有する乗用車のリアデザインの提案を目的とする。その際、人間が人の顔に対して特異的に反応する性質に着目する。さらに、怒りを想起させる表情は、幸福を想起させる表情よりも検出が素早く行われるという結果が報告されている。そのため、人間の怒り表情に対する知覚優位性を乗用車のリアデザインに、特に近年 LED 化が進み設計自由度が上がっているテールランプのデザインに応用することで高視認性のリアデザインを設計でき、後方からの衝突事故を未然に防ぐことが可能になると考えられる。本研究の概要を図 1 に示す。

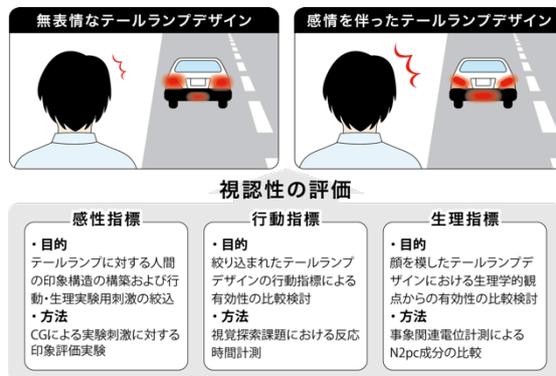


図 1 本研究の概要

3. 研究の方法

(1) 感性指標による印象評価実験

① 目的 本研究は、視認性の高い車のリアデザインを実験的に探索し、提案することを目的としている。そのため、効率的な探索のためには人が車のリアデザインに対しどの

ような印象構造を持っているか検討する必要がある。その際、本研究では車のリアデザインによって喚起される情動に着目し実験を行った。

② 実験方法 本実験に先立って、車のリアデザインを評価するのに適した形容詞(代表評価語)を収集・選定した。本代表評価語群を用いて図 2 に示す実験刺激画像に対し SD 法による主観評価実験を行う。また得られた評価データに対し因子分析(主因子法・バリマックス回転)を行うことで、車のリアデザインに寄与する因子を明らかにすると同時に次に行う視認性評価実験に使用する刺激画像(代表画像)の選定を行う。

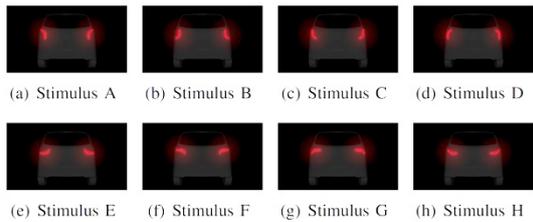


図 2 実験刺激画像

(2) 行動指標による視認性評価

① 目的 本実験では、代表画像を使用した視覚探索実験を行い、その探索時間を行動指標とし、喚起される情動によって違いがあるかどうかを検証する。

② 実験方法 実験刺激は 3 種類の代表画像の内、無表情をディストラクタ、友好顔と脅威顔をターゲットとして、固視点を中心とした視角 3.44° の円上に代表画像の中心がくるように 6 つ配置した画像(以下刺激画像)を用いた。刺激画像内に配置された 6 つの代表画像の内 1 つだけターゲットが含まれる刺激画像をターゲット有画像、すべてディストラクタで構成される画像をターゲット無画像として、それぞれ図 3 に示す。

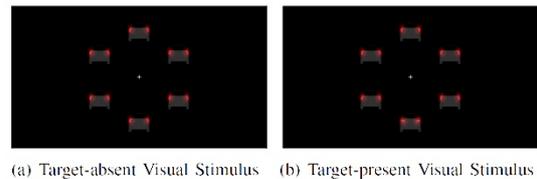


図 3 刺激画像

実験参加者は呈示された刺激画像内にターゲットが含まれているか否かをできるだけ早く回答(スイッチを押下)する視覚探索課題を行う。その際の単純反応時間を行動指標とし、ターゲット間(脅威顔-有効顔)で違いがあるのかを統計的に解析する。

試行回数はターゲット有画像、ターゲット無画像それぞれに対し 240 回とした。ターゲット有画像の場合、ターゲットの出現位置が 6 種類、ターゲットが 2 種類(友好顔と脅威顔)であるため、1 つの刺激画像に対し 1 実験参加者あたり 20 試行の計測結果を得ることができる。また、その際刺激画像の呈示順序は

ランダムとした。実際の実験手続きを図4に示す。

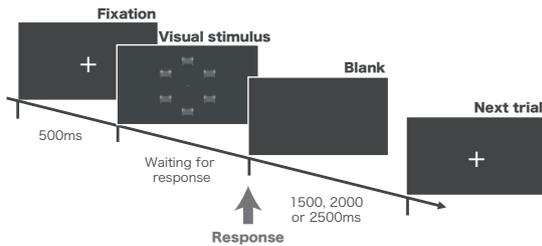


図4 実験手続き

(2) 生理指標による妥当性検証

① 目的 視覚探索課題中の事象関連電位を観察することで、脅威顔を想起させるリアデザインの方がより視認性が高いという本研究の仮説における生理学的観点からの妥当性を検証する。

② 実験方法 これまでに、視覚探索課題中、選択的注意が起きた場合、事象関連電位におけるN2pc成分が増大することが分かっている。本研究ではこの知見に基づき、N2pc成分の強さ、およびその反対側性について観察しターゲット間（脅威顔-有効顔）で違いがあるのかを統計的に解析する。

本実験において脳波計はBioSemi社製ActiveTwoを使用した。頭部に貼付した電極は10/20国際法64チャンネル、顔部には6extraチャンネル貼付した。その際計測サンプリングレートは1024Hzとした。

4. 研究成果

(1) 感性指標による印象評価実験

① 評価語による印象空間の構築

多次元尺度構成法により収集した評価語を二次元空間にマッピングした。図5にマッピング結果を示す。

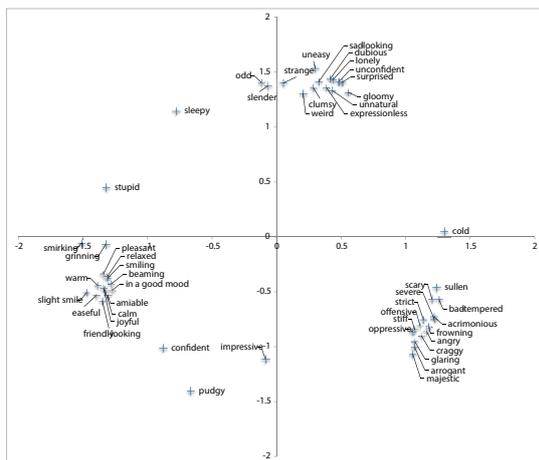


図5 評価語による印象空間

図5中の横軸に注目した場合、「怒った」、「むっとしてる」、「機嫌の悪い」が高い値を取り、「笑っている」、「微笑んだ」、「感じの良い」が低い値を取っていることが分かる。このことから、横軸が快適性（不快-快）に対応していると推測され、同様に縦軸に注目すると、「悲しげな」、「驚いた」、「不気味な」が高い値をとっていることから、縦軸が活動性（高-低）に対応していると考えられる。これらの二軸は一般的な感性評価実験の結

果において表れる代表的な二軸であり、本実験の結果が妥当であることを示唆している。

② リアデザインの印象における因子構造

印象評価実験によって得られた評定データに対し、主因子法とバリマックス回転による因子分析を行った。因子数の決定については固有値が1以上であることを基準とした。因子分析によって得られた、各形容詞対の因子負荷量を表1に示す。因子分析の結果、第3因子までで、累積寄与率は69.302%となり、固有値は1.893となった。

表1 因子分析結果

Key words	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
smiling	.896	-.295	.016	.012
pleasant	.866	-.246	-.105	-.169
smirking	.861	-.291	.117	.026
joyful	.833	-.320	-.093	-.047
sad-looking	-.720	-.221	.150	.235
friendly-looking	.624	-.317	-.481	.221
majestic	-.133	.921	.017	.040
strict	-.199	.897	.040	.029
acrimonious	-.099	.798	.085	-.053
severe	-.343	.754	.225	.057
bad-tempered	-.579	.601	.224	-.108
weird	.030	.042	.791	.011
dubious	.029	.256	.708	.027
gloomy	-.396	-.085	.616	.134
expressionless	-.070	.021	.044	.534

第1因子は「笑っている」、「にんまりした」、「愉快な」、「楽しい」の因子負荷量が.600以上と高いこと、「悲しげな」が低いことから「喜び因子」、第2因子は「厳しい」、「とげとげしい」、「険しい」、「威厳のある」、「機嫌の悪い」が高いことから「怒り因子」、第3因子は「怪しい」、「不気味な」、「陰気な」が高いことから「恐れ因子」と解釈した。また、第4因子は「無表情な」のみで構成され、独立因子となった。

③ 代表画像の選定

乗用車のテールランプの印象構造を考察するため、第1因子、第2因子、第3因子をそれぞれ二次元空間上の軸とし、実験刺激をマッピングした。(図6, 7, 8参照)。

第1因子をx軸と第2因子をy軸とした散布図から、第2因子である「厳しい」、「とげとげしい」、「険しい」の因子得点が高かったリアデザインは「刺激C」と「刺激G」と判断できる。このことから、テールランプの凸方向が外向きかつ下方向の場合怒りの印象を与えることがわかる。

次に、第1因子x軸、第3因子をy軸とした散布図からは、第1因子である「笑っている」、「にんまりした」、「愉快な」、「楽しい」の因子得点が高かったリアデザインは「刺激F」と「刺激G」であることがわかる。「刺激F」と「刺激G」は、第1因子の因子得点が共に高いが、凸方向が内向きか、外向きかによって第3因子の因子得点の正負が逆転する。図9に、これらの凸方向による因子得点の違いをまとめたものを示す。

以上の結果から、次節で述べる視覚探索実験で用いる、リアデザイン画像(代表画像)を決定した。(図10参照)

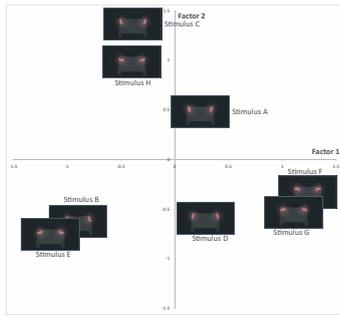


図6 因子1-因子2空間

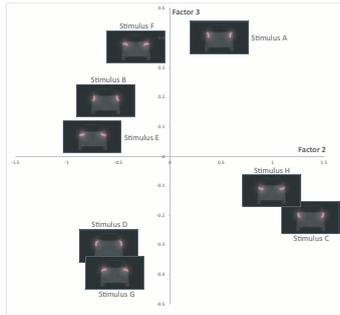


図7 因子2-因子3空間

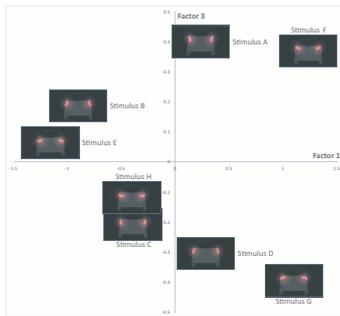


図8 因子1-因子3空間

Direction of Convex Side		Vertically long	Horizontally long
Inward	Upward	High "Scary" score	High "Happy" score
	Downward	Low "Happy" score	Low "Happy" score
Outward	Upward	"Expressionless"	High "Happy" score
	Downward	High "Anger" score	High "Anger" score

図9 凸方向による印象の違い



図10 代表画像

(2) 行動指標による視認性評価

視覚探索課題における正答率および応答時間の平均を図11, 12に示す。その際、不正解試行および反応時間が各実験参加者の平均反応時間の3SD以上の試行における値を異常値として取り除いた(除去試行率=1.94%)。

得られた結果それぞれに対して、ターゲットの種類およびターゲットの呈示位置を要因とした2要因反復測定分散分析を行った。分散分析の結果、正答率に関してはすべての要因において統計的に有意な効果がなかった。反応時間に関しては、ターゲットの種類に主効果がみられた ($F(1, 8) = 9.738, p < .005$) が、ターゲットの呈示位置には主効果はみられず、交互作用も確認できなかった。

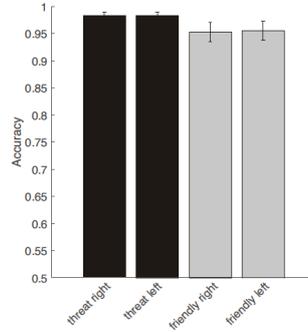


図11 正答率

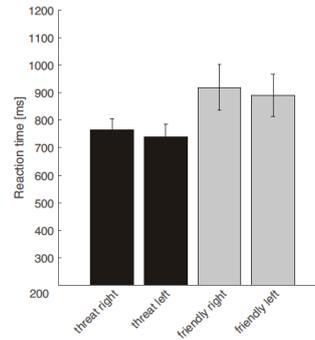


図12 反応時間

分散分析から得られた結果の内、正答率に関しては、いずれの要因にも統計的に有意な効果がなかったことから、本視覚探索課題においてターゲットの種類や呈示位置による難易度の差がなかったことがわかる。一方で、反応時間に関しては、ターゲットの種類において主効果が確認された。本結果は、車のリアデザインにおいても、顔と同様に怒り顔の知覚有意性を有する可能性を示唆している。(3) 生理指標による妥当性検証

計測した事象関連電位における、ターゲットの種類毎のN2pc成分(振幅)の反側-同側差分値の平均を図13に示す。

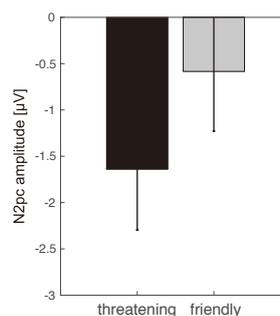


図13 N2pc成分

本結果に対し、解析要因としてターゲット

の種類（脅威的・友好的）、ターゲットの呈示位置（右視野・左視野）および電極の側性の3つを設定し、3要因反復測定分散分析を行った。その際、不正解トライアルおよび各被験者の平均反応時間の3SD以上の試行を除外した。分散分析の結果、ターゲットの呈示位置要因と電極の側性要因との交互作用が有意であり、本実験においてN2pc成分特有の反対側性が生じていることが確認された。また、3要因の交互作用については有意傾向を示しているため、N2pc成分は有効顔ターゲットよりも脅威顔ターゲットの方がより増大し、選択的注意を促進する可能性を示唆する結果を得た。

以上の結果から、人間の怒り表情に対する知覚優位性を車のリアデザインに応用することで、高視認性を有するリアデザインを設計できる可能性を感性指標、行動指標、生理指標の3つの指標から多角的かつ段階的に示した。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 5件)

- ① Tobitani, K., Nakajima, K., Katahira, K., Nishijima, K., and Nagata, N., Visibility Study on Design Pattern of Car Tail Lamp Using Perceptual Sensitivity on Face Recognition Abilities, Proc. 22nd Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision (FCV2016), pp.356-361. 2016年2月17-19日、ひだホテルプラザ(岐阜県・高山市)
- ② 飛谷謙介, 中島加恵, 片平建史, 西島勝仁, 長田典子, 顔に対する知覚的鋭敏さを利用した視認性の高いテールランプデザインに関する検討, ビジョン技術の実利用ワークショップ (ViEW2015) 講演論文集 CDROM, 423-430. 2015年12月3-4日、パシフィコ横浜(神奈川県・横浜市)
- ③ 飛谷謙介, 中島加恵, 片平建史, 西島勝仁, 長田典子, 顔に対する知覚的鋭敏さを利用した視認性の高いテールランプデザインに関する検討, フォーラム顔学2015, 第20回日本顔学会大会予稿集, 132. 2015年9月12-13日、中京大学(愛知県・名古屋市)
- ④ 飛谷謙介, パーソナルファブリケーションを促進する感性指標化技術, 精密工学会画像応用技術専門委員会2014年度第5回研究会. 2015年1月6日、中央大学(東京都・文京区)
- ⑤ 飛谷謙介, 斎藤拓哉, 長田典子, 顔に対する知覚的鋭敏さを利用した視認性の高いLED警光灯配置パターンの検討, 電気学会研究会資料, 知覚情報・次世代産業システム合同研究会, IIS-14-56, 53-57. 2014年3月28日、中京大学(愛知県・名古屋市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

飛谷 謙介 (TOBITANI, Kensuke)
関西学院大学・理工学部・講師
研究者番号：50597333

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

片平 建史 (KATAHIRA, Kenji)
関西学院大学・理工学部・講師
研究者番号：40642129