

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 9日現在

機関番号：33302

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21730598

研究課題名（和文） 顔面表情認知モデルの精緻化に関する実験的検討

研究課題名（英文） Experimental study of elaborating the model accounting for the recognition of facial expressions of emotion

研究代表者

渡邊 伸行（WATANABE NOBUYUKI）

金沢工業大学・情報学部・講師

研究者番号：90531848

研究成果の概要（和文）：本研究は顔面表情認知モデルの精緻化を目的として、実験心理学的研究により、モデルの未検討の課題の検証を行った。具体的には、(1) 顔の表情認知に関わる主成分（固有顔）と感情的評価の関係、(2) 自然な笑顔の判断に関わる顔の主成分、(3) 感情的評価と表情カテゴリ判断の関係、(4) 人物の姿勢が表情の判断に及ぼす影響、(5) 照明による陰影が表情の判断に及ぼす影響、の検討を実施した。以上の実験によって、表情認知モデルの検証と精緻化に関わるデータを収集した。

研究成果の概要（英文）：To elaborate the cognitive model accounting for our judgments of emotion from facial expressions, the present study tried to investigate experimentally the unquestioned issues on the model as follows: (1) the relationship between the principal components (eigenfaces) and affective judgments involved in the facial expression recognition, (2) the principal components of facial images involved in the judgment of emotional smile, (3) the relationship between the affective judgments and categorical judgments of facial expressions of emotion, (4) the contextual effect of postures on the judgment of emotion from facial expressions, and (5) the contextual effect of shades of the face on the judgment of emotion from facial expressions. Each experiment obtained the data for verifying and elaborating the cognitive model of facial expression recognition.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

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、表情、情動、認知モデル、主成分分析

## 1. 研究開始当初の背景

表情認知過程を説明した情報処理モデル（山田, 2000）によると、人が他者の顔から表情を判断する際、以下の3つの過程を経ると

説明されている。

[1]顔の視覚的構造変数（物理変数）の抽出

[2]感情的意味次元（心理変数）に基づく

## 評価

### [3] カテゴリー判断

当初、表情認知モデルでは、[1]の構造変数は“湾曲性・開示性”、“傾斜性”の2変数、[2]の感情的意味次元は“快—不快”、“活動性”の2変数とされてきた。その後の申請者らの検討 (Watanabe et al., 2007) から、構造変数は“湾曲性・開示性”、“口部傾斜性”、“眉・目の傾斜性”の3変数であり、それに相関する感情的意味次元も“快—不快”、“活動性”、“力量性”の3変数であることが示唆された。

以上の知見を踏まえて表情認知モデルを精緻化する際、以下のような未検討の問題が挙げられる。

- (A) 感情的意味次元 (3 変数) の頑健性の検証
- (B) 感情的意味次元 (3 変数) と カテゴリー判断の関係の検証
- (C) 3つの段階の順序性に関する検証
- (D) 文脈効果が感情的意味次元に及ぼす影響の検証

本研究では、以上の問題に取り組み、モデルのさらなる精緻化を試みることを目的とした。

## 2. 研究の目的

本研究では、表情認知の情報処理モデル (山田, 2000) のさらなる精緻化を試みることを目的とした。具体的には上記の未検討問題のうち、(A)、(B)、(D) に関わる実験を実施した。以下に5つの実験について報告する。なお、当初は(C)に関する研究も予定していた。研究開始後、表情の定量化の手法を当初の計画であった顔の特徴点移動量の解析ではなく、顔画像の主成分分析 (PCA) という新しい手法を導入した。その関係で時間的な都合により、(C)の検討には至らなかった。

(1) 未検討の問題のうち、(A)に関する問題の検証を目的として、顔の物理的変数 (情報処理モデルの[1]) と心理的変数 (同じく[2]) の関係について検討した。顔の物理的変数の抽出については、当初の計画では、顔の眉、目、口に設定する特徴点の変位量を計測する予定であったが、今回は顔画像の PCA (Chandrasiri et al., 2007) を導入して、顔の定量化を試みた。

(2) (1) における固有顔と心理評価の関係について、さらに検証することを目的として、笑顔 (喜び表情) に注目した検討を実施した。具体的には、自然 (情動的) な笑顔と演技 (社会的) の笑顔の顔画像を刺激として、自然な笑顔の判断実験を実施した。一方で (1) と同様に顔画像の PCA を実施し、笑顔に関わる固有顔の抽出を試みた。

(3) 未検討の問題のうち、(B) の問題の検証を目的として、表情のカテゴリー判断実験を実施した。具体的には、基本6表情および無表情の顔画像に対する表情カテゴリー判断を実施し、(1) で得られた評価値とカテゴリー判断頻度の関係について検討を試みた。

(4) 未検討の問題のうち、(A) および (D) の問題について検討することを目的として、より日常場面に則した刺激を用いた検討を行った。具体的には、表情と姿勢を操作した人物を刺激として、評価実験を実施した。

(5) (4) と同様、(A) および (D) の問題について検討することを目的として、表情に陰影をつけた刺激を用いた検討を実施した。表情に照明を当てた刺激を作成し、照明の角度によって表情に対する印象がどのように変化するか、検討した。

## 3. 研究の方法

(1) 本実験では42点の表情画像を用いた。標準化された表情画像セットである Standard Expressor Version of JACFEE (Matsumoto, 2008) から、6名のモデルによる基本6表情 (喜び、驚き、恐れ、悲しみ、怒り、嫌悪) および無表情を選出して用いた。

顔の定量化の手法として、顔画像の PCA を導入した。前処理として、42点の顔画像の平均顔を作成し、各画像と平均顔画像の間でモーフィング処理を施して、Shape-free 画像を作成した。42点の Shape-free 画像をグレースケール化し、ピクセル単位の輝度値を用いて PCA を実施し、41の固有顔 (主成分) を抽出した。

評価実験では、42点の表情画像を提示し、3つの感情的意味次元を代表する形容詞対 (快—不快、活動的—非活動的、力強い—弱々しい) を用いて9件法で評価を求めた。実験参加者は大学生20名 (女性6名、男性14名) であった。以上の手続きによって得られた、各画像に対する3つの形容詞対の評価値の平均値を算出した。

表情認知における顔の物理変数と心理変数の対応関係を探るため、固有顔を説明変数、評価値の平均値を目的変数とする重回帰分析を、3つの感情的意味次元ごとに実施した。

(2) はじめに笑顔の撮影実験を実施した。20名の撮影協力者に、実験者の教示に基づいて笑顔の演技を求めた。撮影の合間に、実験者が撮影協力者に積極的に話しかけることで、自然な笑顔を引き出すようにした。いずれもデジタルHDビデオカメラレコーダで撮影し、撮影後に演技の笑顔と自然な笑顔の静止画像を抽出した。以上の手続きで収集した、20名分の無表情、演技の笑顔、自然な笑顔の静

止画、計 60 点を用いて、(1) と同様の手続きで PCA を実施した。

笑顔判断実験では、20 名分の演技の笑顔と自然な笑顔、計 40 点の顔画像を 1 枚ずつランダムに提示し、その笑顔が「自然な笑顔」か「社会的な笑顔」かの二肢判断を求めた。実験参加者は大学生 30 名（女性 13 名、男性 17 名）であった。

分析では各画像の「自然な笑顔」の判断頻度を算出した。そして、PCA によって抽出された 59 の固有顔（物理変数）と「自然な笑顔」の判断の一致率（心理変数）の相関係数を算出することで、両者の関係を確認した。

(3) 本実験では、(1) と同じ 42 点の表情画像を用いた。この画像を用いて、カテゴリー判断、すなわち 7 つの選択肢（喜び、驚き、恐れ、悲しみ、怒り、嫌悪、感情なし）のいずれかに分類する課題を実施した。実験参加者は大学生 310 名（女性 138 名、男性 172 名）であり、実験は大教室に集団式で実施した。

分析では、画像ごとに各カテゴリーの判断頻度を算出した。

(4) 実験刺激として、男性 1 名、女性 1 名をモデルとして、表情（無表情、笑顔 A [口を閉じている]、笑顔 B [口を開いている]、怒り）と姿勢（飲み物 [手に飲み物を持ち、顔と体が正面を向いている]、携帯 [携帯電話を片手で持ち、体は横向きで、顔だけ正面を向いている]、腕組み [腕を組んで、顔と体が正面を向いている]）を操作した人物の画像を撮影した。合計 24 点の画像を刺激とした。

評価方法として、SD 法を採用した。先行研究や予備実験に基づいて、22 項目の形容詞対を選出した。実験参加者は大学生 30 名（女性 9 名、男性 21 名）であった。実験では、顔画像をランダムに 1 点ずつ提示し、22 の形容詞対を用いて 7 件法で評価するよう求めた。その際、実験参加者には「あなたは画像に写っている人と二人で話をしています。画像の人の表情を見て、評価用紙に印刷されている形容詞対を用いて評価してください。」と教示した。

分析では、24 点の画像に対する 22 項目の評価値の平均値を用いて、因子分析を実施した。最尤法により分析し、プロマックス回転を適用した。

(5) 実験刺激として、50 点の顔画像を用いた。より具体的には、男女 1 名ずつをモデルとして、喜び、驚き、悲しみ、怒り、の 4 つの表情と無表情を撮影した。その際、照明条件として、天井光で撮影した条件（照明なし）、およびモデルの真正面から真横に向かって、 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$  の位置に照明を設置する条件を設定した。

評価方法として、SD 法を採用した。先行研究や予備実験に基づいて、15 項目の形容詞対を選出した。実験参加者は大学生 34 名（女性 7 名、男性 27 名）であった。実験では刺激をランダムに 1 点ずつ提示し、15 項目の形容詞対を用いて 7 件法で評価するよう求めた。

分析では、50 点の画像に対する 15 項目の評価値の平均値を用いて、因子分析を実施した。最尤法により分析し、プロマックス回転を適用した。

#### 4. 研究成果

(1) 固有顔（物理変数）と評価値（心理変数）の関係を重回帰分析により確認したところ、固有顔と感情的意味次元の対応関係が確認された。具体的には、“快—不快”を目的変数とした場合、第 4 固有顔（.558,  $p < .001$ ）、第 25 固有顔（-.354,  $p < .01$ ）の回帰係数がそれぞれ有意であった。“活動性”を目的変数としたところ、第 9 固有顔（-.559,  $p < .001$ ）、第 10 固有顔（-.308,  $p < .01$ ）、第 18 固有顔（.312,  $p < .001$ ）などの回帰係数がそれぞれ有意であった。“力量性”を目的変数としたところ、第 6 固有顔（.412,  $p < .001$ ）、および第 9 固有顔（-.342,  $p < .01$ ）がそれぞれ有意であった。個々の固有顔を精査すると、例えば第 4 固有顔は口角および頬の上昇といった、喜び表情に関わる顔面筋動作を示す固有顔であった。また、第 6 固有顔については、眉が寄せられ、目が見開くといった、怒り表情に関わる顔面筋動作を示す固有顔であった。PCA によって得られた固有顔の例を Figure 1 に、評価実験によって得られた評価値、活動性、力量性の平均値を感情的意味次元にプロットした図を Figure 2 に示す。



(a) 第 4 固有顔 (b) 第 6 固有顔

Figure 1. 基本 6 表情の PCA で出力された固有顔

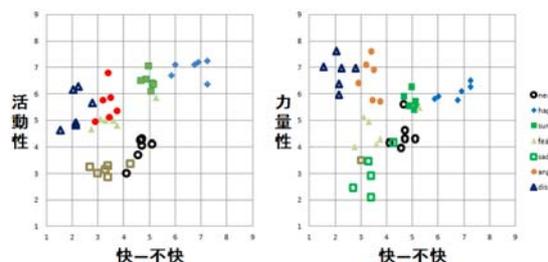


Figure 2. 感情的意味次元における表情の布置

以上の研究によって、顔画像の主成分分析

によって表情認知に関わる顔の物理変数を抽出できる可能性、得られた固有顔と心理的評価の関係を定量化することができる可能性が示された。特に後者については、感情的意味次元の3次元性を支持する結果であったと考える。

従来の表情認知モデルの検討においては、顔の眉、目、口に設定した特徴点の変位量を計測して定量化する手法が取られてきた。一方で今回採用した顔画像のPCAの手法は、特徴点変位量には反映されなかった顔のテクスチャの情報を分析するものであり、この分析においても表情認知の物理変数と心理変数の対応関係を確認できた。今後の課題として、顔画像のPCAと特徴点変位量計測の両者のデータを統合するような分析を検討したい。

(2) 固有顔 (物理変数) と評価値 (心理変数) の相関係数を求めたところ、第5固有顔 ( $r=.41, p<.01$ ) および第13固有顔 ( $r=.41, p<.01$ ) において、中程度の有意な相関が示された。第5固有顔を Figure 3 に、第5固有顔を軸とする固有顔空間における顔の布置を Figure 4 に示す。



Figure 3. 第5固有顔

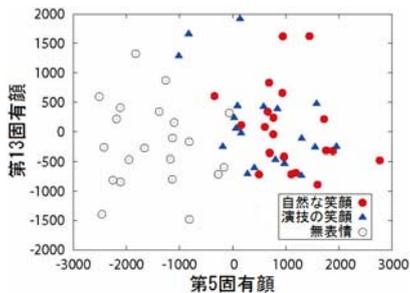


Figure 4. 固有顔空間における笑顔の布置

第5固有顔 (Figure 3) は頬の上昇の重みが高い固有顔である。この第5固有顔を軸とする固有顔空間における自然な笑顔、演技の笑顔、無表情の分布を確認したところ、第5固有顔を軸に沿って、3種類の顔が分かれて分布していることが示された (Figure 4)。このことから、第5固有顔は自然な笑顔の判断に関わる固有顔であること、自然な笑顔の判断において、笑顔に関わる顔面筋動作の強度が重要な手掛かりになることが示された。また、以上の結果は表情認知モデルにおける物理変数と心理変数の関係を支持するものと

考える。

なお、(1) では個々の固有顔において、基本6表情のいずれかを代表する、複数の顔面筋動作が確認されたが、本実験においては個々の固有顔が単一の顔面筋動作 (口角の引き上げ、頬の上昇) を表現している可能性が示された。このことは、PCAの入力画像における表情の種類や数によって、出力される固有顔に示される顔面筋動作も異なってくる (単独か複合動作か) というを示すものである。

(3) 各画像に対する判断データを収集し、(1) で収集した感情的意味評価のデータと比較検討したところ、感情的意味次元における表情の布置とカテゴリ判断の関係が示唆された。ただし、本実験において、当初予定していた統計的分析には至らなかった。今後の検討課題として、感情的意味評価のデータを説明変数、カテゴリ判断頻度を目的変数とする多変量解析を実施し、両者の関係をより詳細に調べることになる。また、(1) で収集したデータと合わせることで、表情認知モデルの[1]~[3]のデータが揃う。これを用いたニューラルネットワークモデルによるシミュレーションを行うことで、3つの段階の関係性を定量的に把握することが期待できる。

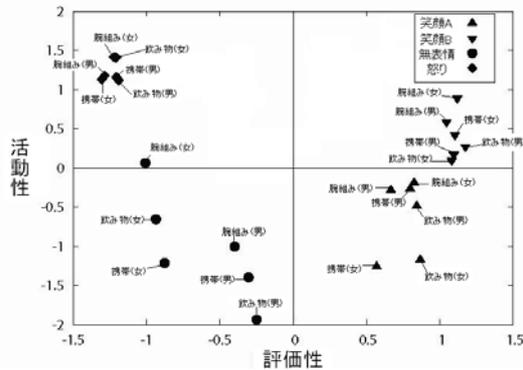
なお、本実験の結果、ターゲットとなるカテゴリの判断頻度が低い刺激や、ターゲット以外のカテゴリの判断頻度がターゲットカテゴリよりも高い刺激がいくつか見られた。このことから、本実験で用いた、海外で標準化された刺激を日本人の実験参加者に用いることの可能性についても、事前に検証しておく必要があることが示唆された。

(4) 本実験の結果から、感情的意味次元の頑健性が部分的に示された。また感情的意味次元における文脈効果の影響が示唆された。

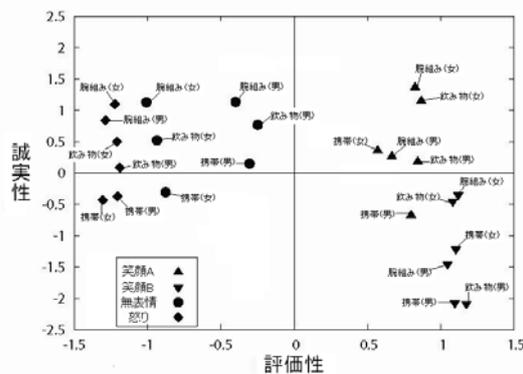
因子分析の結果、“評価性”、“活動性”、“誠実性”と命名できるような3因子が抽出された。Figure 5 に、3つの因子を軸とする感情的意味次元における刺激の布置を示す。

“評価性”は表情認知モデルにおける“快—不快”に相当するものである。したがって、第1因子および第2因子については、従来の表情認知研究と同様の感情的意味次元が抽出された。また、Figure 5a における刺激の布置を確認したところ、笑顔と怒りについては、従来の表情認知研究と同様の布置が示された。このことは、表情認知研究における“評価性 (快—不快)”、“活動性”の頑健性を示すものと思われる。一方で第3因子については、本実験では“力量性”ではなく“誠実性”が示された。また、“誠実性”を軸とする感情的意味次元における表情の布置を確認すると、姿勢によって、分布が異なることがわか

った。このことから、“誠実性”はより社会的な場面を取り入れた刺激において用いられる評価次元であることが示された。また、同一表情であっても姿勢によって感情的意味次元における布置が異なることから、顔以外の文脈情報が、表情の評価に影響していることが示唆された。



(a) 横軸: 評価性、縦軸: 活動性



(b) 横軸: 評価性、縦軸: 誠実性

Figure 5. 感情的意味次元における刺激の布置

(5) 本実験の結果から、(4)と同様、感情的意味次元の頑健性が部分的に示され、また感情的意味次元における文脈効果の影響が示唆された。

因子分析の結果、“評価性”、“活動性”と命名できるような2因子が抽出された。また、この2因子を軸とする感情的意味次元における刺激の布置を確認したところ、従来の表情認知研究と類似した布置が示された。このことは、上記の2因子の頑健性を示すものと思われる。ただし、本実験では第3因子が示されなかった。これは、表情認知の基底となる感情的意味次元は3次元ではなく2次元である可能性を示すものである。ただし、本実験では(4)と比較して形容詞対が少ない。このことによって、因子のみ抽出されたと考えられる。

照明の角度と表情の評価の関係を検討したところ、照明によってできる陰影が、顔や表情の印象を変えることが示唆された。

Figure 6に一例として、女性モデルの怒り表情の布置を示す。全体的な傾向として、照明条件が30°の時は比較的ポジティブな印象を与え、顔に陰影が広がる90°の条件ではネガティブな印象を与える傾向が示された。このことは、顔に当たる照明やそれによってできる陰影の情報が、表情の評価に影響を与え、具体的には感情的意味次元における評価を変えることが示唆され、本実験においても文脈効果が感情的意味次元に及ぼす影響を確認することができた。

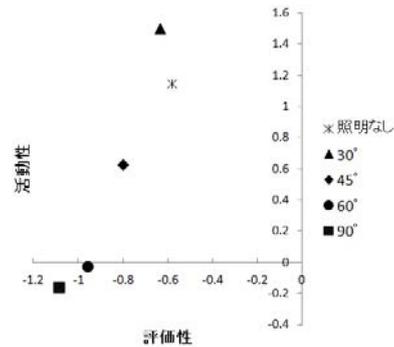


Figure 6. 感情的意味次元における刺激の布置の一例(女性モデルの怒り表情)

以上、5つの実験とその成果について報告してきた。最後に、以上の成果に基づいて、表情認知モデルの検証と精緻化について考察したい。

(1)と(2)の結果から、表情認知モデルの[1]と[2]の関係が示された。今後の課題として、顔の特徴点変位量の計測、および顔画像のPCAの2つの定量的な手法を合わせた検討の必要がある。前者は顔の眉、目、口の変位を捉えたものであり、表情に伴う肌のテクスチャの情報は反映されない。一方、後者は顔のテクスチャ情報の変化を定量的に捉えたものであるが、Shape-free画像にすることで、顔の部位の情報が反映されない。両方の情報を相補的に活用することにより、従来のモデルでは捉えられなかったテクスチャ情報も説明できるモデルの構築が期待できる。

未検討の問題の(A)については、(2)の結果、Figure 2に示される感情的意味次元における布置は、申請者らの検討(Watanabe et al., 2007)と類似するものであった。このことは、感情的意味次元の3次元性を支持するものとする。一方、(4)および(5)の検討によって、“快—不快(評価性)”、“活動性”と解釈できる因子が示された。この2因子は表情認知研究で繰り返し確認されてきたものであり、また本研究における表情認知モデルの第1次元と第2次元に相当するものである。したがって、“快—不快”、“活動性”の2変数については、頑健性が示されたと言える。一方で、(4)の第3次元は“誠実性”であり、

(5) では第3次元は示されなかった。ただし、(4) で用いた表情は笑顔(喜び)と怒り、(5) では喜び、驚き、悲しみ、怒りの4表情であった。(4) と (5) で“力量性”の次元が示されなかったのは、基本6表情を用いなかったことによるものなのか、あるいは感情的意味次元は2変数で十分なのか、という点について、今後さらなる検討が望まれる。

未検討の(D)の問題については、(4) および (5) の検討によって、しぐさや陰影といった顔以外の文脈情報によって、Figure 5 および 6 に示されるように、感情的意味次元における表情の配置が異なることが示された。表情認知モデルにおいて、文脈情報は[2]の感情的意味次元に基づく評価に影響する、と説明されてきた。(4) および (5) の結果は、以上の説明を支持するものである。今後、他の文脈情報を付与した表情の認知について検討し、文脈情報と感情的判断の関係について、より詳細に検討していきたい。

未検討の(B)と(C)については、本研究では着手に至らなかった。(B)の感情的意味次元とカテゴリ判断の関係については、分析方法の検討を早急に行い、(3)のデータの分析を行う予定である。(C)に挙げた、表情認知モデルの3つの段階の順序性の問題についても、(1) および (3) のデータを用いたニューラルネットワークモデルによるシミュレーションを試み、検討していきたい。また、当初計画していた表情刺激を用いたプライミングや順応の実験を実施し、各段階の関係について検証することが、今後の課題である。

本研究によって、表情認知モデルの部分的な検証を実施し、精緻化の可能性について検討を試みた。本研究で示された新たな課題、および未検討の課題を実施し、より説明力の高い表情認知モデルの構築を試みたい。また、本報告書では詳細を報告していないが、本研究と連動して表情認知テストの作成(渡邊他, 2009)、および実験用刺激の作成(木村他, 2009)を試みた。こういったツールも活用しつつ、上記の問題に取り組む予定である。

## 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3件)

①岡田梢、渡邊伸行、日常場面における無表情の印象、日本顔学会誌、査読有、11巻、2011、73-80

②木村あやの、鈴木竜太、吉田宏之、渡邊伸行、續木大介 (他5名)、平均顔を用いた実験用日本人表情刺激作成の試み、日本顔学会誌、査読有、9巻、2009、53-69

③渡邊伸行、鈴木敦命、山田寛、線画表情図

形を用いた表情認知テスト作成の試み、日本顔学会誌、査読有、9巻、2009、139-147

[学会発表] (計5件)

①渡邊伸行、橋本健司、ヴィジュアル系バンドのメイクの分類と印象評価の関係、第16回日本顔学会大会(フォーラム顔学2011)、2011年9月24日、日本歯科大学新潟生命歯学部(新潟県)

②渡邊伸行、増川麻美、自然な笑顔の判断に関わる顔の主成分、日本心理学会第75回大会、2011年9月17日、日本大学文理学部(東京都)

③Watanabe, N., Takahashi, N., Suzuki, R. (他3名)、The relationship between eigenface and affective dimension involved in the judgment of emotion from facial expressions、34th European Conference on Visual Perception (ECVP2011)、2011年9月1日、Toulouse (France)

④渡邊伸行、高橋望、鈴木竜太(他4名)、表情認知における顔画像の主成分と感情的意味評価の関係、日本基礎心理学会第29回大会、2010年11月28日、関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス(兵庫県)

⑤高橋望、吉田宏之、木村あやの、鈴木竜太、渡邊伸行、山田寛、Find画像の示差性評価、第14回日本顔学会大会(フォーラム顔学2009)、2009年11月1日、鹿児島大学郡元キャンパス(鹿児島県)

[その他]

金沢工業大学 研究者情報

<http://kitnet10.kanazawa-it.ac.jp/researcherdb/researcher/RAIAIF.html>

ReaD & Researchmap マイポータル

[http://researchmap.jp/n\\_wtnb/](http://researchmap.jp/n_wtnb/)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

渡邊 伸行 (WATANABE NOBUYUKI)

金沢工業大学・情報学部・講師

研究者番号：90531848

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：