

顔の認知研究における顔データベースの利用

Making Use of Face Database for Cognitive Research on Face Processing

加藤 隆
Takashi KATO

関西大学総合情報学部
大阪府 高槻市 霊仙寺町 2-1-1
Faculty of Informatics, Kansai University
2-1-1 Ryozenji-cho, Takatsuki-shi, Osaka 569-1095

ATR 人間情報通信研究所
京都府相楽郡精華町光台 2-2
ATR Human Information Processing Research Laboratories
2-2 Hikaridai, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto 619-0288

キーワード: 顔, 認知, 記憶, 顔データベース
Keywords: face, cognition, memory, face database

あらまし: 顔の認知研究は近年になって大きな進展を見せている。その重要な要因の一つとして、コンピュータ・グラフィックス技術の目覚ましい向上が挙げられる。すなわち、ワイヤーフレームモデルを用いた顔の変形操作やモーフィング技術を用いた顔の合成操作によって、それ以前には考えられなかった精巧で自然な顔刺激の作成が可能になり、様々な興味深い心理現象の発見と仮説検証を可能にしたことである。こうした合成顔を用いることは心理実験における的確な刺激統制という観点から望ましいことであるが、そのためには合成に用いる顔データベースの整備が不可欠である。本稿では、実験用の顔刺激の作成にモーフィング技術を用いた研究事例を取り上げ、顔の認知心理学的研究においては、実験で提示する顔がすべて実在のものである必要はないが非現実的な顔であってもならないこと、そして実験統制という観点からは仮説検証に関わる部分以外の刺激統制が要求されることを指摘し、顔データベースに対

する認知研究からの要求仕様について考察してみたい。さらに、研究目的から合成顔の使用が不適切な研究事例を取り上げ、モーフィング合成への適用も視野に入れた質の高い多量顔データベースへの期待を述べる。

Summary: This paper presents four examples of cognitive psychological studies on face processing to illustrate the nature of facial stimuli used in such experimental studies and to discuss “user requirements” for face databases that can be expected to facilitate cognitive research on face processing. The first two examples illustrate cases where research objectives necessitate the use of synthesized, rather than authentic, faces, whereas the third example shows a case in which availability of large database of authentic faces is essential to meet the research objective. The fourth example shows that well-controlled variations of the same individual faces would be needed to study the effects of visual changes in faces. The primary requirement for any face database suggested by these studies is that orig-

inal faces need be recorded under carefully and strictly controlled face and environmental conditions, regardless of whether authentic or synthesized faces are to be used. It is further suggested that in order to meet a wide variety of research objectives, large database of three-dimensional face models with good quality of color texture need to be constructed.

1 はじめに

顔は人間のコミュニケーションにとって極めて重要な情報の発信源である。したがって、顔についての興味は尽きず、顔に関する心理学的研究の歴史も古い。しかし、認知心理学においては、ごく最近までは決して活発な研究領域とはいえなかった。一つの理由は、実験における顔刺激の統制が困難であることから、厳密な実証的検証を重視する認知心理学者にとって、顔は正当な研究の対象として採用し難いものであったのであろう。そのため、ごく少数の研究者が顔の認知処理について継続的に研究を行う傍ら、顔の認知を主テーマとしないものの顔刺激を用いた実験の結果が時折発表されるという状況であった。しかしながら、英国の認知心理学者を中心に80年代から90年代にかけて顔の認知研究が徐々に盛り上がりを見せ、ここ数年は日本でも一種の顔ブームを呈するまでに変貌を遂げてきた。

この近年における顔研究の大きな進展にはコンピュータグラフィックス技術の目覚ましい向上が重要な要因の一つとして挙げられる。すなわち、ワイヤーフレームモデルを用いた顔の変形操作やモーフィング技術を用いた顔の合成操作によって、それ以前には考えられなかった精巧で自然な顔刺激の作成が可能になり、様々な興味深い心理現象の発見と仮説検証実験を可能にしたのである。こうした合成顔は心理実験における実験刺激的な統制という観点から極めて有用なものであるといえるが、同時に、その利便性と妥当性を高めるためには、合成に用いる顔データベースの整備が不可欠である。

本稿では、顔刺激の作成にモーフィング技術を用いた研究事例をいくつか取り上げ、顔の認知心理学的研究においては、実験で提示する顔がすべて実在のものである必要はないが、同時に非現実

的な合成顔であってはならないこと、また、実験統制という観点からは、仮説検証に関わる部分以外の厳密な刺激統制が要求されることを指摘し、顔データベースに対する認知研究からの要求仕様について考察してみる。さらに、研究の目的から、合成顔の使用が不適切な場合の研究事例を取り上げ、モーフィング合成への適用も視野に入れつつ、統制の取れた質の高い多量顔データベースの必要性を指摘し、今後の方向性について一つの示唆を提示してみる。

2 多量の顔刺激を必要とする場合

多数の提示刺激を要求する認知心理学的実験の一例として、顔の潜在学習に関する研究事例を紹介する。潜在学習とは、学習の意図や意識を必要とすることなく、変化する外界刺激の背後に存在する規則性について暗黙的な知識を獲得することを言う。こうした現象を実験的に検証するためには、同じ規則性を持つ数多くの刺激を提示する必要がある。同時に、比較対象となる統制条件においては、同じ規則性を持つ刺激と規則性を持たない刺激を提示する必要がある。したがって、実験全体で必要となる刺激の数がかなりのものとなる。

研究事例¹では、数的に限りのある顔データベースに対して、2つの顔の平均顔をすべての組み合わせについてモーフィング合成するという方法を適用し、実験刺激として使用できる顔の数を飛躍的に増大させている。この実験研究では、提示する顔がすべて実在のものである必要はないものの、人工的な線画ではなく実画像という生態学的妥当性を高めた刺激を用いるという目的からは、顔が非現実的なものであってはならないという制約があった。2つの実在の顔の平均顔を合成するという方法は、少ない数のオリジナルから十分な数の実験刺激を確保するという目的と、規則性を容易に操作するという目的に合致したものであり、同時に、合成された顔が妥当なバリエーションの範囲に納まることを保証しているともいえる。

¹ 研究事例1は[6]を一部改変して転載した。より詳しい研究報告は[4]にある。

2.1 研究事例1：顔の視覚的類似性に関する潜在学習

人間が一生を通じて数多くの顔と出会い、その過程で、典型的な顔とか特異な顔といったカテゴリを獲得するようになるのも、明示的な学習というよりは暗黙的な学習の結果であると考えられる。こうしたカテゴリの特徴は、カテゴリを規定する要因が単一のパラメータ値で限定されるのではなく、ある許容範囲を持つところにある。また、カテゴリの獲得が様々な視覚的ノイズ（規則に無関連な特徴における様々な変化）のもとで行われるところにも特徴がある。本実験の主目的は、こうした顔のカテゴリに関する知識が潜在学習 [11] によって獲得される暗黙的なものであることを示すことである。

そのためには、定義された規則性の有無によって分類された数多くの実面の顔を用意する必要がある。これについては、定義された規則の正事例（あるいは負事例）の顔を、それぞれ他の正事例（負事例）の顔と対にして生成された『対平均顔』を用いることで対応した。対平均顔を用いる長所は、少ないオリジナル顔から多数の顔を生成できることだけでなく、生成された対平均顔がすべて定義された規則に則っているため、少ないオリジナル顔を計測するだけで、生成された数多くの平均顔については計測する必要がないことである。ただし、対平均顔の集合には同一顔の半分が「オリジナル顔の数-1」個分出てくるため、後述のような統制が必要である。

実験では、始めに、顔の直後再認を偶発学習課題として用い、その後、未提示の正事例と負事例の対を提示して、どちらが再認課題で見た顔と類似の規則性を持っているかを判断させた。顔刺激の作成では、まず、オリジナル顔を正事例群と負事例群とに分け、それぞれの中でさらに、再認記憶課題用と規則性判断課題用とに分けた。そして、4通りの集合の中に含まれるオリジナル顔だけを用いて生成された対平均顔を当該の条件で用いた。つまり、再認記憶課題用の対平均顔に用いられたオリジナル顔と、類似性判断課題用の対平均顔に用いられたオリジナル顔には重複が一切ない。これは、類似性の判断が規則性に依らずに特定の顔の記憶に影響される可能性を除外するために行った統制である。

本実験では、目-鼻-口で囲まれる面積と眉-頬-顎で囲まれる面積の比を規則として採用した。規則性に比較的広い許容範囲を持たせるために、各オリジナル顔の持つ値が母集団の平均より大きいか小さいかで正/負事例に分けた。このような面積比は、各パーツの特徴およびパーツ相互の配置関係と相関を持つものであるが、問題は、そうしたパーツ（間）の様々なバリエーションにもかかわらず、面積比という規則性を学習できるかである。

2.1.1 方法

被験者. 男女学部生 72 名を各 36 名からなる 2 群に分けた。

実験刺激. 上述のような統制のもとに生成された対平均顔を実験刺激として用いた。刺激はすべて 236x236 ピクセルのフルカラー画像として提示した。正/負事例ともに、再認課題用として 435 個、類似性判断課題用として 21 個の対平均顔を、それぞれ 30 個のオリジナル顔、7 個のオリジナル顔から生成した。

手続き. 被験者は、始めに、直後再認課題を 48 試行与えられた。各試行において、8 個の顔が同時に 10 秒間提示され、その直後にテスト顔が提示された。被験者は、テスト顔が直前に提示された 8 個の顔のいずれかと同じかどうか判定するように求められた。実験条件では、再認課題で用いられた顔はすべて正事例であり、統制条件では、正事例と負事例が同数提示された。被験者は、次に、再認課題で用いられた顔には、すべてある規則性があったことを知らされた。そして、これから提示される顔の対のどちらが、それらの顔と同じ規則性を持っているか判断するように求められた。この類似性判断課題は計 10 試行与えられた。終了後、被験者は、再認課題で見た顔に共通する規則性について思いつくことを何でも自由に記述するように求められた。

2.1.2 結果と考察

直後再認におけるヒット率と虚報率は、それぞれ、実験条件では 0.56, 0.31, 統制条件では 0.53, 0.24 であった。虚報率についてのみ有意な傾向が見られた： $F(1, 70) = 3.45, 0.05 < p < 0.1$ 。類似性判断課題において正事例が選ばれた割合は、実

験条件では 68%、統制条件では 49%であり、この差は有意であった：『中のパーツ（目、鼻、口）が、顔全体に比べて小さすぎない』と答えている以外は、面積比に多少とも関係のある記述は実験／統制条件ともに皆無であった。

これらの結果は、面積比という、複雑であり、かつ、他の特徴要因と比べて顕著性に乏しい視覚的規則性について、実験条件の被験者が暗黙的な知識を獲得したことを示している。重要なのは、この視覚的規則性が単一のパラメータ値で規定された限定的なものではなく、かなり広い許容範囲を持った規則性であることである。しかも、カラー画像のリアルな顔が数多く提示されたため、肌の色合いなどを含めた数多くの要因における様々な変化がすべて学習におけるノイズとして作用していたことである。

2.2 顔データベースへの要求

実験的検証の目的に合致した的確なモーフィング合成を行うためには、検証対象に関係のない部分についての統制が重要である。上記の実験研究においては、髪型の異なる 2 人の顔を合成した時に、2 人の髪が重ならない部分に「ゴースト」が生じた。この実験研究においては、髪型は規則性の中に定義されておらず、むしろ、規則性の潜在学習におけるランダムな刺激変化として位置付けられていたため、特に問題にはならなかった。

しかし、顔の好感度などを評定させる場合などは、こうしたモーフィング合成の「副作用」は取り除いておく必要がある。頭の部分については、例えば、輪郭部分に沿って顔以外の部分を黒く塗りつぶすなどの方法でゴーストも消去することができる。しかし、顔の一部として提示しなければならない額部分については、そもそも顔データベース作成の段階で、モデル全員に髪を上げさせて撮影するという統制が必要である。

また、上記の実験研究を展開していく際に実際に経験したことであるが、連言形の規則を定義しようとする、100 人程度の顔データベースでは、正事例と負事例に十分な数の顔を確保することが困難になる。可能な組み合わせすべての対について平均顔を合成することによってオリジナルの数よりもはるかに多くの実験刺激を得ようとする方法も、組み合わせを作る元のオリジナルが少数で

あつては効果が望めない。やはり、多数の顔を集めたデータベースの整備が望まれるところである。

3 顔データの厳密な質的統制が要求される場合

ここでは、研究の目的から、モーフィング合成そのものが要求された研究事例²を紹介し、髪形等の外部特徴の統制以外に、撮影時の照明や化粧の有無、また画質そのものについても厳密な統制が必要となるケースを取り上げる。

この研究事例における興味は、顔の魅力度の判断に影響を与えるパーツ（部位）が特定できるかということであった。その実験的検証の方法は、魅力度の高い（あるいは低い）顔の部位を魅力度の低い（あるいは高い）顔の部位とモーフィング合成により入れ換え、合成された顔の魅力度を判定させるというものであった。

3.1 研究事例 2：顔の魅力度判断におけるパーツの魅力の影響

本研究は、顔の魅力の社会的意味合いについて検討するものではなく、魅力という感性情報の判断に対して、顔のどのような視覚情報がかかわっているかについて検討を加えるものである。特に、顔の魅力を決める特定のパーツが存在するのか、あるいは、顔の全体的配置がより重要であるのかという観点から実験的検証を試みようとしたものである。そのために、評価対象の顔のパーツを別の顔のパーツと交換するという操作を行うことにした。たとえば、魅力度の高い顔の目を魅力度の低い目と入れ換えたときに、他のパーツの操作に比べて魅力度が著しく低下すれば、目が他のパーツよりも魅力度に重要な役割を果たしているといえる。

しかし、単純に、魅力度の低い顔に魅力度の高い目や口を入れれば顔全体の魅力度が上がり、逆に、魅力度の高い顔に魅力度の低い目や口を入れれば顔全体の魅力度は下がるのだろうか。あるいは、個々のパーツの魅力は顔全体の魅力にそれほど影響を与えるものではなく、顔全体のバランスがむしろ魅力を決めるのであろうか。ここで

² 研究事例 2 は [9] を一部改変して転載した。

は、こうした点についても検討を加えるために、別のパーツを100%入れ換えるモーフィング操作と、オリジナルを50%残すモーフィング操作とを用いた。これは、50%混合のモーフィング操作の方が100%入れ換えるモーフィング操作よりも、ももとのバランスが保持されると考えたからである。

3.1.1 方法

被験者. 被験者は男女学生計56名である。被験者は以下に示す4つの提示リスト条件に男女比が平等になるように14人ずつ無作為に配置された。

実験刺激とデザイン. 評定の対象には20代女性32名の特定の表情を持たない正面顔を用いた。操作した顔のパーツは、眉を含む目の部分、鼻、口、内部特徴（眉、目、鼻、口）、耳を含まない輪郭、の5種類であった。予備実験で得られた評定結果をもとに、45人の顔モデルと各パーツをそれぞれ魅力度の高い順にランクづけた。

顔モデル（これをベースと呼ぶことにする）の魅力度、入れ換えるパーツの種類、パーツの魅力度、モーフィングの割合の4要因を検討するために、各パーツごとに、魅力度の高いベースに魅力度の高い/低いパーツを入れ、魅力度の低いベースに魅力度の高い/低いパーツを入れる操作を行った。このとき、ベースのパーツを別のパーツと完全に入れ換える条件と、ベースのパーツと別のパーツを50%混合する条件を用いた。

パーツの入れ換えにあたっては、当然のことながら、同じ人物のベースとパーツの組み合わせを用いても意味がない。ここでは、一つの提示リストでは同一のベースを繰り返し用いないこととし、上記の各操作条件で2種類のベースとパーツの組み合わせを用意することにした。その結果、モーフィング割合を被験者間要因とした計4種類の提示リストが作成された。上記の制約を満たすために、魅力度の高いベースは上位10位以内のものを、魅力度の低いベースは下位9位以内のものをを用いることとし、入れ換えパーツについては、魅力度の高いものと低いものとを、それぞれの上位5位以内と下位5位以内から無作為に選択して用いた。

実験手続き. 顔画像はすべて512x512ピクセルの約32,000色のカラー画像として17インチモニター上に提示した。被験者は、各顔画像を4秒間

提示され、その後、1～7（1=魅力的でない、7=魅力的である）の7段階で魅力度を評定するように求められた。被験者が評定値を入力すると、次の顔画像が表示され、また4秒後に評定を求められるというように評定が進められた。各リストの20枚の顔画像は被験者ごとにランダムサイズされて提示された。

3.1.2 結果と考察

詳細な結果の分析は原著[9]に譲るとして、ここでは結果の概要と全体的な傾向を指摘するにとどめる。

全体的に、鼻と口は魅力度の高い顔の重要なパーツとは言えないという結果が示されている。それに対して、目と眉はかなり重要なパーツであることが示された。顔の輪郭は、魅力度の高い顔の場合には魅力度に影響するが、魅力度の低い顔の場合には魅力度に影響しないという結果が出ている。これは、顔の魅力度を高めるには、内部特徴の魅力度を上げる必要があるが、顔の輪郭だけでは魅力度の低下につながることを示唆している。このことは、魅力度の高い顔の内部特徴に大きな変化がなくても、たとえば、年齢とともに輪郭に変化が出てくれば、それが魅力度に影響を与えるということを示唆している。

今回の実験では、パーツを100%入れ換えるモーフィング条件とオリジナルを50%残すモーフィング条件とを用いて、顔全体のバランスが魅力度に影響を与えている可能性について、間接的ながらも手がかりを得ようと試みた。魅力度の高い顔の場合は、オリジナルのパーツを50%残してパーツの入れ換えを行う方が魅力度の評定値が高いという傾向を示した。これは、ベースのももとの平均評定値と比較して考えると、むしろ、魅力度の低下が少なかったと考えるほうが妥当であろう。また、内部特徴をすべて入れ換える場合でも、50%混合のほうが魅力度が高いということが示されている。こうしたことは、パーツの魅力度さえ高ければ何でもよいということではなく、バランスがやはり重要であるということを示しているのではないだろうか。特に、目と眉の入れ換え条件で、オリジナルを50%残す方が魅力度評定値が高い。これは、目と眉の全体に占めるバランスの影響を示しているものかもしれない。目と眉は化粧

で見た目の大きさや太さを変えることができるわけであるが、こうした化粧は全体とのバランスを考えながら施されているものなのかもしれない。

3.2 顔データベースへの要求

上記の実験研究におけるパーツの入れ換え操作の特徴は、異なる個人間でパーツ部分の入れ換えを行っているということである。このため、2つの顔のテクスチャが顕著に異なる場合には、パーツの輪郭部分についてグラデーションをかけたとしても、入れ換えたパーツの部分が顔の他の部分は異なる印象を与えてしまう可能性が出てくる。

例えば、厚化粧した顔の目元に化粧を施していない顔の目元を入れてしまうと、目元だけが化粧落ちしたような感じになるということである。したがって、特に女性の顔データベースを構築する場合は、顔モデルの化粧の度合いについても統制をはかる必要がある。もちろん、地肌が色白や小麦色といったように肌の色が異なる顔の間でパーツの入れ換え操作を行う場合も同様の問題が生じるが、これは仕方のないことであろう。この場合は、そうした組み合わせを除いて実験刺激を作成することになる。

また、照明を含む撮影時の様々な条件の違いから生じる顔の肌の色合いの違いも問題になる。例えば、全体に青みがかかった顔と全体に赤みがかかった顔の間で部位の入れ換え操作を行えば、顔の一部だけが肌の色合いが異なる「奇妙」な合成顔を生成してしまうことになる。したがって、顔モデルの肌の表面という内部要因だけでなく、撮影条件という外部要因についても十分に統制された顔を集めてデータベースを構築する必要がある。

4 数多くの実在の顔を必要とする場合

ここまでは、研究の目的から、妥当な顔であれば合成顔でも構わない場合と、逆に、モーフィングによる合成顔の生成を必要とする場合を見てきた。ここでは、合成顔を使用することが研究目的からは不適切であり、あくまでも実在の顔を用いて検証すべき場合を取り上げる。ここで紹介する

研究³の目的は、顔の全体的印象という感性的判断に影響を与える特徴が特定できるかということであった。したがって、顔刺激を実験的に操作して検証するというアプローチではなく、実在の顔にそうした特徴があるかどうかについて、むしろ調査方法的に検証する必要があったのである⁴。

4.1 事例3：顔の印象を規定する要因について

本研究の目的は、人間が顔の印象という感性的な分類判断を行う際に、どのような部分特徴なり配置情報を用いているかを検討するところにある。ここで用いた実験手法の特徴は、被験者に怖そうな顔とか優しそうな顔という印象に当てはまる顔を複数個選ばせるところにある。このような複数個の顔は、ある特徴要因については同じような大きさのパラメータ値を持ったり、別の特徴要因についてはばらつきの大きいパラメータ値を持ったりするかもしれない。しかし、被験者にとって重要な特徴要因については、被験者の妥協の程度が小さく、したがって、同じようなパラメータ値を持つ顔が集められるものと期待できる。つまり、被験者が集めた複数個の顔の各特徴要因について分散を求めれば、その大小の比較から、被験者が分類判断において（暗黙的に）重要視した要因が特定できるものと期待できる。

ここでの主な興味は、被験者が一般的にどのような具体的なパラメータ値を基準として用いたかではなく、被験者が一般的にどの特徴要因を重要視し、それぞれの選択の中で類似のパラメータ値を持つ顔を揃えたかということである。たとえば、被験者Aにとっては、幅の広い鼻が怖そうな顔の特徴であるかもしれないし、被験者Bにとっては、逆に鼻先の尖った顔が怖そうな顔であるかもしれない。しかし、鼻の先の形状が印象を判断する際に重要な特徴であるという点で共通しているならば、被験者が集めた複数個の顔の分散はそれぞれ小さいはずである。したがって、複数個の顔に見られる分散は、好みという個人差を超えて共通の重要な特徴要因を示唆する指標となり得るのである。

³ 研究事例3は[4]を一部改変して転載した。より詳しい報告は[6]にある

⁴ 顔刺激に対して同様の要求を持つ研究に[12]がある。

もちろん、各特徴要因のパラメータ値を持つ平均値を求めることで、被験者が抱いている印象の平均像が得られる。そして、2つの印象の間で平均値が有意に異なる特徴要因が特定できれば、それが印象判断を左右する特徴要因であると言えることができる。

4.1.1 方法

被験者. 40名の大学生を20名ずつの2群に分け、一方には、男性の怖そうな顔と優しいような顔の検索を、もう一方には、女性のきつそうな顔と優しいような顔の検索を課した。

実験刺激. 男性101名、女性102名の顔の実画像を用いた。肌の色合いや化粧の影響を抑えるために、カラーの原画像をグレースケール画像に変換して用いた。年齢は男女ともに20代と30代がほぼ同数である。なお、すべての顔について、規定の特徴ポイントの座標が計測されている。

実験手続き. 被験者は、コンピュータ画面に一度に10個表示される顔の中から検索課題に合致する顔を選ぶという基本操作を繰り返しながら、最終的に検索課題にもっとも合致する顔を8個集めるように指示された。検索は被験者のペースで、被験者自身の選択基準をもとに行われた。

4.1.2 結果と考察

検索結果の分析に先立って、分析の対象とする特徴や配置情報をパラメータとして定義し、各顔の計測データを基にパラメータ値を求めた。各顔がそれぞれわずかながら異なる距離から撮影されていることから、個々の顔に設定された基準値を100としたときの相対値として、各パラメータの値を求めた。基準値は、両目の中心を結んだ直線から口の中心に下ろした垂線の長さである。

各被験者の検索結果について2つの基本データを集めた。1つは、それぞれの個別特徴や配置特徴について、検索された8個の顔のパラメータ値の標準偏差を求めた。このような標準偏差は、被験者が選択した8個の顔に見られる反応の揺れを示すものである。反応の揺れを各特徴要因間で直接的に比較できるように、各顔のパラメータ値を母集団（男性101名、女性102名）における標準スコアに変換した上で、このような標準偏差を求

めた。

もう1つのデータは、検索された8個の顔のパラメータ値の平均値である。これは、異なるカテゴリに分類された顔が、特にどのような特徴要因において際立って異なるかを見るためである。

今回の分析に用いた特徴要因は、個別特徴（眉の傾き、目の横幅、顎の尖り具合など23種類）、位置関係特徴（左右眉頭の距離、眉と目の距離、口の端と顎先を結ぶ直線の傾きなど16種類）、面積特徴（両眉尻と両目尻で囲まれた面積、両目尻と口の両端で囲まれた面積など6種類）の3グループに分類し、それぞれの分類に対して2要因（顔の印象×特徴要因）の分散分析を行った。

分散分析において交互作用が有意であったことから、単純主効果の分析を基に、怖そうな顔と優しいような顔の特徴について具体的に検討した。その結果、男性の怖そうな顔とは、目が細く、カーブの鋭い眉で、眉と眉の間隔が狭く、下唇が厚く、眉と鼻や口との間隔が短く、両眉頭と両目頭で囲まれる面積が小さいという像が浮かんできた。男性の優しいような顔は、目が丸めで、眉が下がり気味、上唇は薄い、下唇が厚く、目と目の間隔は短く、眉と鼻や口との間隔は長いというものである。

女性のきつそうな顔は、データの比較的はっきりした像が出てきた。それによると、眉が上がっていて、目が細くて上がり気味、口が小さくて、顔が細く、内部特徴が縦方向に狭い範囲に収まっているが、眉と目の間隔は開いていて、両眉頭と両目頭で囲まれる面積が小さいという顔である。女性の優しいような顔も特徴がはっきりしていて、眉が長くて下がり気味、目が大きく口も大きい、上唇は薄く、顔が大きくふくよかで、内部特徴が縦方向に広く配置されていて、鼻が長いというものである。

先に線画の顔で同じような主観的分類実験を行ったことがあるが、そのときの結論として、優しいような顔は『顔のタイプ』として認識され、怖そうな顔は『顔の表情』として認識されているのではないかという考察を提示した。今回の実画像の実験結果でも同じような傾向が読み取れる。すなわち、標準偏差値データを見ると、優しいような顔の場合に比べて、怖そうな（きつそうな）顔の場合には、分散が全体的に大きい。つまり、被験者が集めた怖そうな（きつそうな）顔は被験者内でバリエーションが大きく、一つのタイプに集約

されていないことを示唆している。ところが、表情に関係しそうな目と目の間隔については被験者内の揺れが特に小さくなっている。

4.2 顔データベースへの要求

顔データの質的統制という意味では、先の2つの場合と同様に、研究目的とは関係のない部分における統制が必要である。研究の目的が顔の全体的印象を決める内部特徴の同定にあるのであれば、髪型の違いや撮影条件による肌の色合いの違いなどは除去されなければならない。

しかし、こうした調査的研究の場合は、顔データの質的統制に加えて、結果の外的妥当性（一般性）を高めるために、より多くの実在の顔を集めたデータベースの使用が望まれる。研究結果が、データベースに収められた少数の顔に限定されたものではなく、上記の事例で言えば、20代から30代の男性あるいは女性の顔に共通した特徴であることを示したいからである。

5 同一の顔モデルの多様な顔が必要な場合

人の顔は多種多様な変化を見せる。表情として部位の形状や布置情報の変化を示したり、顔の向きによって異なる視覚情報を提示したりする。そうした変化の有りが顔が豊かな情報源であることを保証しているといえる。そこで、同じ人物の顔でありながら、観察条件によって顔の認知がどのように異なるかについての興味湧いてくることになる。ここで紹介する研究⁵の目的は、同じ表情の顔でありながら、顔の見える向きによって観察者が受ける印象が異なるかを検証するものであった。そこで、(微妙ではあっても)表情という研究目的とは関係のない要因を統制するために、同じ人物の顔を同時に異なる角度から撮影した顔刺激を用いる必要があった。

⁵ 研究事例4は[10]を一部改変して転載した。

5.1 研究事例4：顔の印象形成における顔向きの影響

日本の伝統芸能である『能』では、同じ能面でありながら、その角度を変えることによって様々な「表情」を伝えようとする。人間の顔もこれと同様に、同じ表情であっても見る角度の変化によって印象が異なるのではないかと考え、観察者の視点と印象形成の関係について実証的検討を試みることにした。

本実験では、心の感情状態に関する印象として「たのしい-かなしい」の次元を用い、顔の形態的特徴に関する印象として「やさしそう-こわそう」の次元を用いた。これは、顔の観察角度の影響が評定する印象によって異なる可能性を見るためであり、そうした違いは一時的な印象と永続的な印象との間で起こりやすいと考えたからである。

なお、顔の動画刺激を用いた先行研究[3]によれば、普通の表情は、下方から撮影された場合よりも上方から撮影された場合に、より悲しく見えることが示されている。彼らの実験では、上下それぞれ40°という比較的大きな角度から撮影された顔が刺激として用いられている。本実験で用いた顔の撮影角度は、上下それぞれ20°と半分の大きさになっていて、こうした緩やかな角度の差による顔の見え方の違いが印象に影響を与えるかどうか注目された。また、本実験では、左斜め45°の上・水平・下から撮影した顔も用いており、視角の違いの影響をより広く検討するものとなっている⁶。

5.1.1 方法

被験者。大学生男女計60名が後述の12の提示リスト条件に各5名ずつ無作為に配置された。

実験素材。20代の男性24名の顔を6つの角度から撮影したカラーの顔写真を実験刺激として用いた。これらの顔はいずれも特定の表情を表すものではなく、眼鏡、口ひげ、アクセサリ等は一切つけていないものであった。6つの撮影角度は、正面上、正面水平、正面下、(顔の)左斜め上、左斜め水平、左斜め下であった。左斜めの角度は水

⁶ 著者たちが本研究を行った時点(1998年)では、この先行研究はすでに発表されていたが、残念ながらその存在を知ることなく実験を終了した。したがって、ここで述べられている先行研究との比較は、実験終了後の考察に基づくものである。

平方向に45度であり、上下の角度はそれぞれ垂直方向に約20度に統一されていた。また、垂直方向の3つの角度については3台のカメラで同時に撮影されていた。

実験デザインと手続き。1つの提示リストでは、同じ顔が一度しか現れないようにし、6つの角度条件がすべて同じ回数だけテストされるようにした。さらに、すべての顔が6つの角度条件で均等にテストされるように、合計6つの提示リストを作成した。次に、24名の顔を角度条件が等しくなるように2つのグループに無作為に分け、1つのグループの顔については「1. やさしそう～7. こわそう」の尺度で、残りのグループの顔については「1. たのしい～7. かなしい」の尺度で評定するように被験者に指示した。評定尺度の順序についてもカウンターバランスするために、最終的に12の提示リストを作成し、被験者間で均等に用いた。なお、提示リストの各グループ内の顔は被験者ごとにランダム化して提示した。

被験者は提示される顔の印象を与えられた尺度に基づいて評定するように指示された。各試行において、顔は2秒間提示され、続いて、評定尺度を示す画面が表示された。被験者がここで評定値をキーボードから入力すると次の顔が表示されるというように実験が進められた。始めの12の顔についての印象評定が終わると、評定尺度の変更を示す教示画面が現れ、被験者がここで定められたキーを押すと実験が再開された。なお、顔画像はすべて384x384ピクセルの約32,000色のカラー画像として17インチモニター上に提示された。

5.1.2 結果と考察

評定尺度ごとに、撮影角度を要因とする1元配置の分散分析を行ったところ、「やさしそう～こわそう」の尺度では有意な結果は得られなかった($F(5, 295) = 1.98, MSe = 1.00, .05 < p < .1$)が、「たのしい～かなしい」の尺度では有意な結果が得られた($F(5, 295) = 7.37, MSe = .78$)。「たのしい～かなしい」の評定値に対してTukey-Kramer法による多重比較を行ったところ、正面水平から撮影した顔は、左斜め上から撮影した顔をのぞく他の4つの顔と有意に異なる評定値を示していることがわかった。また、左斜め上から撮影した顔の評定値は、正面水平から撮影した顔の評定値と有

意に異なることがわかった。

これらの結果は、「やさしそう～こわそう」という顔の常態的な印象については顔の角度の影響を受けないが、「たのしい～かなしい」という心の一時的な状態を示す印象については顔の角度による影響があることを示している興味深い。具体的には、相手の顔を上から見る場合、すなわち、顔が下を向いているように見える場合に、顔から受ける印象が「かなしい」方向に揺れることを示している。しかし、下から撮影された顔については、水平方向から撮影された顔に比べて、特に印象が「たのしい」方向に揺れたわけではなかった。つまり、類似の印象評定を用いた先行研究[3]とは異なり、視角の影響は上から見る場合に限られていた。この原因が実験刺激に対して用いられた撮影角度の大小の違いによるものなのかどうか現状ではわからないが、少なくとも上方から見た場合の視覚的变化に対して印象形成における感度が高いことが示唆される。

5.2 顔データベースへの要求

上記の実験では、上下3方向については同じ中間表情を同時にとらえていて、印象の差異は顔の角度の差異に一応帰属することができる。しかし、正面方向と左斜め方向の顔については、同じ中間表情が同時に撮影されているわけではなく、印象の違いが見られたとしても、これを撮影方向の違いだけに帰属することはできない。

もちろん、同じ人物が短い時間間隔で同じ表情条件で撮影されていることから、これらの中間表情に大きな差異はないものと期待できる。しかし、研究のそもそもの目的が、顔の微妙な視覚情報に対する人の敏感さを見るものである以上、たとえ僅かな差異であったとしても、その影響がないと安易に仮定することは自己矛盾を意味する。

6 おわりに

様々な人の顔や同じ人物の顔の変化に対する認知処理について実証的検討を加えるためには、ここまで述べてきたように、注意深く厳密に統制された顔刺激を用いる必要がある。しかし、将来の研究の方向性をすべて予測して顔データベースを

構築することは不可能であろう。例えば、眼鏡や口髭などをつけたときの印象の変化を調べようとすれば、そうした条件での顔も事前に同様の条件で撮影しておかなければならない。化粧の濃さの影響を見るときに、化粧の度合いを変えたいいくつかのバリエーションを撮影しておかなければならない。しかし、具体的にどのような化粧の濃さの度合いを条件として設定しておけば良いのか事前に予測することは困難である。また、顔の角度の影響を調べる研究に備えるにしても、はたして何度刻みで撮影しておけば良いのかという疑問がでてくる。

こうしたことを考えると、顔データベースとして整備できることには限界があることがわかる。今後は、基礎となる実在の顔をコンピュータグラフィックス技術を用いて変形操作するという方向を一層追及していく必要があるだろう。例えば、顔の角度の問題にしても、3次元レーザ・スキャナーでとらえた顔データを基にすれば、それを3次元空間上で自由自在に回転させることで、様々な角度からの見え方を検証することができる。こうした3次元顔データを実験刺激として用いた研究も既に行っているが [8, 1], データ収録時の顔モデルの負荷を含め技術的な課題があり、特にカラー・テクスチャ情報の質に不十分な点がある。今後、こうした課題が解決され、一つの顔データから様々な現実感のある顔刺激が合成できるようになれば、顔の認知研究もさらに発展を見ることであろう。

謝辞

本稿で紹介した研究事例は著者が客員研究員として ATR 人間情報通信研究所と共同で行ったものである。常に快適な研究環境を提供していただいた一瀬 裕社長、東倉洋一前社長、ならびに赤松 茂第二研究室長に深く感謝致します。

参考文献

[1] 蒲池みゆき・加藤 隆・赤松 茂 (1997). 顔の再認における視点依存性の左右非対称性— virtual view の観点から —. 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J80-A, No. 8, 1273-1278.

- [2] Kappas, A., Hess, U., Barr, C. L., & Kleck, R. E. (1994). Angle of regard: The effect of vertical viewing angle on the perception of facial expressions. *Journal of Nonverbal Behavior*, 18, 263-280.
- [3] 加藤 隆 (1994). 人間の顔の特徴認識. 人工知能学会研究会資料 SIG-J-9402-1, pp. 1-8.
- [4] Kato, T. (1995). Implicit learning of complex visual regularity in faces. *ATR Technical Report TR-H-150*, ATR Human Information Processing Research Labs, Kyoto, Japan.
- [5] Kato, T., Oda, M., Yamaguchi, M. K., & Akamatsu, S. (1995). Facial features and configurations affecting impressions of faces. In Y. Anzai, K. Ogawa, & H. Mori (Eds.) *Symbiosis of human and artifact*, 485-508. Amsterdam, Holland: Elsevier Science B. V.
- [6] 加藤 隆 (1995). 顔の類似性の潜在学習について. 日本心理学会第 59 回大会論文集, p. 640.
- [7] 加藤 隆・山口真美・赤松 茂 (1996). 顔の性識別における特徴要因の顕著性と視点依存性. 電子情報通信学会ソサイエティ大会論文集, pp. 336-337.
- [8] 加藤 隆・阿磨大介・森岡久美子・赤松 茂 (1998). 顔の魅力度判断におけるパーツの魅力の影響, 信学技報, HIP97-53, pp. 17-22.
- [9] 加藤 隆・佐伯昌子・宅間三起・亀井美砂・向田 茂・赤松 茂 (1999). 微妙な顔情報に対する人の感受性について—類似性判断と印象形成の観点から—, 信学技報, HIP99-51, pp. 25-30.
- [10] Reber, A. S. (1993). *Implicit learning and tacit knowledge: An essay on the cognitive unconscious*. New York: Oxford University Press.
- [11] 山口真美・加藤 隆・赤松 茂 (1996). 顔の感性情報と物理的特徴との関連について—年齢/性の情報を中心に—, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J79-A, No. 2, 336-337.