

幼児期における顔処理様式の発達に関する研究動向

杉村 智子 (帝塚山大学 現代生活学部 こども学科, sugitomo@tezukayama-u.ac.jp)

A review of developmental studies on facial processing in young children

Tomoko Sugimura (Department of Child Studies, Tezukayama University, Japan)

Abstract

We reviewed experimental studies examining inversion or composite effects to understand the holistic processing of faces. Early studies reported a shift from analytic to holistic face processing with age. Young children's inability to use holistic information was believed to explain their inferior performance in facial processing. However, recent research has revealed that even 3-year-olds and infants show sensitivity to holistic information, similarly to adults. We discuss methodological problems of these studies, including the lack of whole-face images in the stimuli tested. Previous studies commonly used facial stimuli created by cutting out only an internal area of a face, or by excluding external areas (i.e., hair). These manipulations have caused an overestimation of children's ability to identify and recognize faces. Finally, we present a new approach for clarifying developmental changes in face processing. Young children have a tendency to process a whole visual area, including areas that are inappropriate for accurate identification of faces (i.e., external areas), and have an inability to limit visual processing to useful internal areas and facial components.

Key words

young children, facial processing, inversion effect, holistic information, developmental change

1. はじめに

顔は、顔以外の他の視覚刺激と異なり、全体処理や形態処理が優位になされることを示した倒立効果の研究 (Yin, 1969) 以来、成人だけでなく、子どもを対象とした顔の処理様式の発達に関する数多くの研究が行われてきた。それらの研究の多くは、顔全体をひとつのまとまりとしてとらえたり、顔のパーツ間の距離関係の違いを検出するような形態処理と、目や鼻などの顔の部分を個別的に処理する部分処理の発達の様相について検討を行ってきた。その際の、形態処理の指標とされてきたのが倒立効果や合成効果などの現象である。本稿では、主に幼児期を対象とした顔認識研究のうち、倒立効果等を中心とした近年の研究をレビューし、その成果と検討課題を考察する。

なお、本稿では未知顔に対する顔認識に焦点を絞った議論を行うこととし、“顔”という用語は、“未知顔”を指すものとする。また、部分処理や形態処理といった概念は、研究者間で使用される用語やその内容が異なるため、以下に、本稿で使用する用語の内容を明確にしておく。

まず、部分処理については、*featural* (e.g., Tanaka & Farah, 1993)、*isolated features* (e.g., Diamond & Carey, 1977)、*piecemeal* (e.g., Carey & Diamond, 1977) をはじめとして、*analytic*、*part-based*、*componential* 等、その表現は様々である。しかしその内容については、Tanaka and Farah (1993) に代表されるように、目、鼻、口の顔のパーツそれぞれが部分情報であり、パーツごとの情報の処理を個別に行うことを部分処理としているのが一般的である。ただし、初期の研究 (Carey & Diamond, 1977;

Diamond & Carey, 1977) で用いられていた *isolated features* や *piecemeal* は、目や鼻などの顔の内部における部分ではなく、帽子 (髪型) や眼鏡等の付属物 (*paraphernalia*) としての部分をさしていた。しかし近年のほとんどの研究では、上述した Tanaka & Farah (1993) のように、目、鼻、口の顔のパーツに対する個別の処理を部分処理と呼ぶことについては、用いる英語表記に違いはあるにしても、研究者間で共通の理解がされているとよいだろう。

これに対して、形態処理・全体処理については、研究者間でその区分の仕方や定義の違いがみられるが、本稿では発達研究では比較的多く参照されている Maurer, Grand & Mondloch (2002) による区分と定義を用いる。Maurer et al. (2002) は、形態処理 (*configural processing*) を 3 種類の情報に対する処理に区分している。まず、1 次的関係 (*first-order relationships*) の処理は、2 つの目の下に鼻がありその下に口がある、という顔のもつ基本的配列の処理である。次は、2 次的関係 (*second-order relationships*) の処理で、目の間や目と鼻の距離などの、顔のパーツ間の距離関係の処理である。最後は、目、鼻、口等をまとめて 1 つのものとして顔全体をまとまりとして処理する、全体処理 (*holistic processing*) である。

本稿では、顔情報の処理様式を、まず、部分処理 (*featural processing*) と形態処理 (*configural processing*) に大別し、形態処理についてはさらに、1 次的関係 (*first-order relationships*) の処理、2 次的関係 (*second-order relationships*) の処理、全体処理 (*holistic processing*) の 3 つに分類する。なお、1 次的関係の処理については顔同士での再認や弁別の際になされるものではないので、ここでは、2 次的関係の処理と全体処理の両方を指す場合に、形態処理という用語を用いる。また、処理様式を表すときには全体処理 (*holistic processing*)、処理される情報を表すときには形態情報 (*configural information*) というように、

語を区別すべきであるという指摘 (Rossion, 2008) もなされているが、本稿では、全体処理 (holistic processing) と全体情報 (holistic information) というように、同一の用語を用いることとする。

2. 全体処理と2次的関係の処理の発達

比較的初期の顔認識の発達研究では、上述した部分処理を、顔の処理様式としては未発達な段階としてとらえ、どの年齢段階で成人と同じような形態処理、すなわち、全体処理や2次的関係の処理を行うようになるのかという点を、主要な検討課題としてきた。次に、これらの研究を概観する。

2.1 全体処理 (holistic processing) の発達

全体処理の指標として用いられる現象としては、倒立効果 (inversion effect) (Yin, 1969)、部分-全体効果 (part-whole effect) (Tanaka & Farah, 1993)、合成効果 (composite effect) (Young, Hellawell, & Hay, 1987)、があるが、以下にそれぞれの効果を指標とした研究をまとめておく。

2.1.1 倒立効果

倒立効果の研究では、普段から正立顔に対して形態処理、すなわち、全体処理や2次的関係の処理を行っていたとすると、全体的形態やパーツの位置関係が読み取りにくい倒立顔の場合は、全体処理が阻害されて認識の低下がおきるというのが前提である。つまり、その認識の低下 (倒立効果) から、普段、正立顔に対して、全体処理や2次的関係の処理を行っていると判断するということになる。

初期の研究である Carey & Diamond (1977) は、6、8、10歳児を対象として、ターゲットの顔を記憶させ、後に2枚の顔写真 (ターゲットとディストラクタ) からターゲットと同一人物を再認させる課題を、正立・倒立提示の両方で行った。刺激の種類によっては、再認時のターゲットは記憶時のターゲットと付属物 (原語は *paraphernalia* で、帽子 (髪型)・眼鏡・シャツのことを指している) や表情の点で異なっていた。その結果、6歳児では正立と倒立の正再認率には差はなく、両者の明確な差がみられたのは10歳児のみであった。この結果をうけて Carey & Diamond (1977) は、10歳頃に正立顔に対する認識の仕方が付属物等の部分的な (piecemeal) 情報から全体情報を基盤としたものに変化するとした。これに対して Flin (1985) は、6歳児や8歳児で倒立効果がみられなかったのは床効果によるものであり、年齢に適切な難易度の課題を使用すべきであるとされた。つまり、髪型等で見かけを変化させた人物の再認課題は6・8歳児にとっては正立提示であっても困難であったため、倒立提示との間に差がみられなかったということである。Flin (1985) の実験では、7歳から16歳を対象として、記憶時と再認時で同じ写真を用いる単純な再認課題で検討した結果、どの年齢段階においても正立よりも倒立提示において再認率が低かった。つまり、7歳の段階ですでに倒立効果がみられ、この結果

から、10歳よりも前の年齢段階で全体処理が行われていることが示唆された。

近年では、Brace et al. (2001) が、2歳から11歳児を対象として、低年齢の子どもが課題をより理解しやすくするように工夫した再認課題を行った。この研究では、絵本の文脈のなかでターゲットの顔を記憶させた後、同じく絵本の文脈のなかで9つの顔からターゲットを選択させる課題を正立条件と倒立条件で行った。課題の正答者のみに対して両条件の反応時間を比較したところ、2～4歳の年齢群をのぞき、5～6歳以上の年齢群ではいずれも倒立条件において判断により長い時間を要した。すなわち、倒立効果がみられたことから、5～6歳児は成人と同じように全体処理を行っているかと推察された。de Heering, Rossion & Maurer (2012) も、6歳から12歳児と成人を対象として、正面顔のターゲットの顔を顔の角度を様々に変えた6つの選択肢から選択する課題を用いて正立条件と倒立条件を比較した。その結果、どの年齢段階でも倒立提示による正答率の低下、すなわち倒立効果はみられたが、年齢が上がるにつれて条件間の正答率の差は広がった。この研究においても、6歳児は、成人よりは熟達度は低い、成人と同じような全体処理を行っているかと主張されている。

2.1.2 部分-全体効果 (part-whole effect)

部分-全体効果 (Tanaka & Farah, 1993) とは、目、口などの顔内部のパーツの再認において、顔の輪郭や髪を含む顔全体の情報とともに提示するほうがパーツのみを提示するよりも再認成績等があがることをさす。しかし、倒立提示を行うとこの効果は消失するか、逆にパーツのみを提示するほうが成績があがる。以下の研究では、このような効果を、正立顔に対して全体処理がなされていることの指標としている。

子どもを対象として部分-全体効果を検討した研究には、まず Tanaka, Kay, Grinnell, Stansfield & Szechter (1998) がある。この研究では、6、8、10歳児を対象として人物の顔と名前 (例えば Larry) を学習させた後、全体条件では Larry の写真とディストラクタ写真 (Larry の鼻の部分のみが、他の人物の鼻に変えられている) を2枚並べて提示してどちらが Larry かを判断させた。部分条件では、Larry と他の人物の鼻の部分のみ長方形に切り取ったものを二つ並べて提示し、どちらが Larry の鼻かを判断させた。その結果、どの年齢においても、正立刺激の再認では全体条件のほうが部分条件よりも正答率が高かったが倒立刺激の再認では差がみられなくなった。この結果から、Tanaka et al. (1998) は、6歳児であっても全体処理を行っているとした。

Pellicano & Rhodes (2003) は、4、5歳児と成人を対象として、次のような再認課題を行った。全体条件では、ターゲット人物の写真を6秒提示した後、ターゲット写真とディストラクタ写真 (例えば、ターゲット人物の目の部分のみが、他の人物の目に変えられている) を2枚並べて提示して再認を求めた。部分条件では、ターゲット写真を6秒提示するところは同じだが、再認時には、ターゲット人物と他の人物の目の部分のみ長方形に切り取ったも

のを二つ並べて提示し、ターゲット人物の目について再認を求めた。その結果、どの年齢においても、正立刺激の再認では全体条件のほうが部分条件よりも正答率が高かったが倒立刺激の再認ではその逆であった。この結果から Pellicano & Rhodes (2003) は、4、5 歳児においても部分-全体効果がみられ、この年齢の子どもであっても全体処理を行っているとした。Pellicano, Rhodes & Peters (2006) においても、同じような結果が得られており、これらの研究は、4、5 歳児であっても成人と同様に全体処理を行っている結論づけている。

2.1.3 合成効果 (composite effect)

合成効果 (Young, Hellawell, & Hay, 1987) とは、例えば、人物 A の顔の目から上半分のみを再認させる際に、人物 A の上半分と人物 B の顔の下半分を 1 つの顔となるように切り口をぴったり合成した刺激 (合成刺激) と、全体として顔の形態にならないように切り口を顔の幅の約半分を左右にずらした刺激 (非合成刺激) を用いた時に、前者において正再認率等が低下する現象である。合成刺激のように 1 つの顔として提示された場合のほうが、ターゲットではない下半分がターゲットである上半分の判断に干渉する、つまり、全体処理を行っている判断される。また、部分-全体効果と同様に、正立提示では合成効果がみられ倒立では消失した場合にも、正立顔が全体処理をされていることを示す指標とされている。

子どもを対象として合成効果を検討した初期の研究には Carey & Diamond (1994) がある。この研究では、6、10 歳児と成人を対象として、複数の顔刺激の名前を学習させた後に合成刺激と非合成刺激を用いて人物命名課題を行った。その結果、どの年齢段階でも合成刺激のほうが正反応時の反応時間が長くなった、つまり、合成効果が確認され、全体処理を行っていることが明らかになった。

年少の子どもを対象とした de Heering, Houthuys, & Rossion (2007) は、4、5、6、歳児と成人を対象として、並べられた 2 つの顔の上半分もしくは下半分が同一人物の顔かそうでないかを判断させる、同一性判断課題を行った。その結果、どの年齢でも合成効果がみられたことから、de Heering et al. (2007) は、4 歳の時点ですでに全体処理を十分に行うことができるとしている。Macchi Cassia, Picozzi, Kuefner, Bricolo, & Turati (2009) は、上述した Young, Hellawell, & Hay (1987) のような再認課題を、3、4、5 歳児を対象として、顔刺激と車刺激を用いて行った。その結果、3 歳半の時点でも顔刺激のみに対して合成効果がみられた。

2.2 2 次的関係の処理の発達

2 次的関係の処理とは、形態処理のなかでも、目の間や目と鼻の距離などの、顔のパーツ間の距離関係の処理で、上述した全体処理についてはおおよそ 3～5 歳から発達するが、2 次的関係の処理については 7～8 歳からであると多くの研究が多い。また、それらの研究の多くが、目や口等の位置関係を変化させて再認等を行わせる方法 (Freire,

Lee, & Symons, 2000; Mondloch, Grand, & Maurer, 2002; Rhodes, Brake & Atkinson, 1993) を用いて検討を行っている。

例えば、Mondloch et al. (2002) は、6、8、10 歳児と成人を対象として、Jane という名前の顔写真を提示した後、Jane や Jane によく似た兄弟たちの写真についてそれぞれが Jane か Jane の兄弟かを正立もしくは倒立提示において判断させる課題を行った。その際、Jane の兄弟の顔刺激として、A: Jane の目と目の間の距離と口の位置を少しずつ変化させて作成した刺激、B: Jane の目と口を他者の目と口に入れ替えた刺激、C: Jane の輪郭を他者の輪郭に入れ替えた刺激、を使用した。その結果、A を正立提示した場合に、6、8、10 歳児は成人と比較すると成績が悪く、微妙なパーツ間の距離の変化に気づきにくいことが明らかになった。しかし、倒立提示の結果を検討した結果、10 歳児と 6、8 歳児では異なった傾向がみられた。すなわち、10 歳児は成人と同様に A における倒立効果が B と C よりも大きかったのに対して、6、8 歳児はどの刺激であっても倒立効果の大きさは変わらなかった。この結果から、Mondloch et al. (2002) は、10 歳児は成人の顔処理能力に完全に達しているとはいえないが、6、8 歳児と比較するとより洗練された顔のパーツ間の距離関係の処理、つまり 2 次的関係の処理を行っていたために、倒立提示によってパーツの位置関係を変化させた刺激の認識がより阻害されたとした。

上述した Mondloch et al. (2002) の研究が再認課題であったのに対して、Mondloch, Dobson, Parsons & Maurer (2004) は、8 歳児と成人を対象として、並べて提示された 2 つの顔刺激が同じか違うかを判断させる同一性判断課題を行った。その結果、Mondloch et al. (2002) の結果と異なり、8 歳児においても、A (パーツ間の距離を変化させた刺激) における倒立効果が、B (目と口に入れ替えた刺激) と C (輪郭を入れ替えた刺激) よりも大きかった。Mondloch et al. (2004) は、この結果は、時間制限のない同一性判断課題では 2 つの刺激を直接比較可能であるため再認課題よりは顔を認識する処理負担が少なくなり、8 歳児であっても 2 次的関係の処理を行ったことによると解釈している。同じく同一性判断課題を用いて目の間の距離を変化させた刺激で検討を行った Baudouin, Gallay, Durand, & Robichon (2010) では、7 歳、9 歳、11 歳と年齢が上がるにつれて、正立提示における目と目の距離の微妙な違いに対する感性が高まっていった。また、7 歳児であっても倒立提示による感性の低下はみられたが、年齢が上がるにつれて倒立提示の影響は大きくなった。このことから Baudouin et al. (2010) は、7 歳頃には 2 次的関係の処理を行うようになるが、その後徐々に感性が高まり洗練された処理になっていくことを指摘した。

また、Gilchrist & McKone (2003) は、“目立ちやすさの効果 (distinctiveness effect)” (Valentine & Bruce, 1986) を用いて、より低年齢の子どもの 2 次的関係の処理について検討した。目立ちやすさの効果とは、目立った特徴のない顔よりも、例えば鼻が極端に大きかったり、目が極端に離れているといったように、特徴的で目立ちやすい

顔ほど認識や記憶をされやすい現象をさす。この研究では6～7歳児と成人を対象とし、オリジナルの顔の目の間隔の広さ口の位置等のパーツ間の位置関係(2次的関係)を変化させた刺激と、顔の唇を厚くしたり眉を太くする等の顔のパーツの形態を変化させた刺激を用いて、正立提示と倒立提示における再認課題を行った。その結果、目立ちやすさの効果や倒立効果が見られる刺激の種類のパターンに両年齢で全く差がなく、6～7歳児であっても成人と同じようにパーツの形態だけでなく位置関係(2次的関係)の変化による“目立ちやすさ”に敏感であることが明らかになった。さらにMcKone & Boyer (2006)では、4歳児において目立ちやすさの効果を検討した結果、4歳児であっても2次的関係を変化させたことによる“目立ちやすさ”に気づくことができ、すでにこの年齢から2次的関係の処理を行っている結論づけた。これらの研究結果をうけて、Crookes & McKone (2009)では、5歳から7歳までには、全体処理だけではなく2次的関係の処理も成人のレベルにまで成熟し、その後の発達的变化はないと主張している。

3. 課題の難易度・刺激の提示方法の問題

上述したように、従来の研究では倒立効果等の現象を用いて、成人と同じような形態処理、すなわち、全体処理や2次的関係の処理が可能となる年齢について検討してきた。その結果を概観すると、McKone, Crookes, Jeffery & Dilks (2012)も指摘しているように、研究によって形態処理が可能になる年齢が異なり、特に、年代が新しい研究になるほど、より低年齢で形態処理が可能となることを報告している傾向がみられる。この原因として、課題の難易度と、刺激の提示方法の問題が指摘されている。

3.1 課題の難易度の問題

従来の研究からも指摘されているように(e.g., Brace et al., 2001; Flin, 1985; Gilchrist & McKone, 2003; Crookes & McKone, 2009)、正立提示と比較した場合の倒立提示時の再認成績等の低下を形態処理の指標とすると、正立提示の課題の難易度がもともと高ければ、結果として倒立効果はみられなくなる、つまり、形態処理がなされていないと判断されるという問題がある。例えば、Carey & Diamond (1977)では、再認課題を用いて倒立効果の有無を検討したが、再認時の顔刺激が、帽子の有無や表情の点で記録時と異なっており、帽子や髪型等の周辺情報に影響をうけやすい幼児期の子ども(Campbell et al., 1999; Campbell, Walker, & Baron-Cohen, 1995)にとっては正立条件においても判断が難しい課題であった。これをうけてFlin (1985)は、年少の子どもに倒立効果がみられないのは、課題成績の床効果によるものであり、年齢に合った難易度の課題を使用すべきであると指摘した。また、床効果の問題点に加えて、正立提示の課題が易しすぎても、倒立効果はおこらないことも指摘されている(e.g., Picozzi, Macchi Cassia, Turati, & Vescovo, 2009)。すなわち、もともと正立提示において難易度が低い課題を倒立提示にしても、そ

の認識や判断に影響がでないということである。

近年のMcKone et al. (2012)によるレビュー論文では、従来の研究結果が、このような課題の難易度と年齢に応じた課題の適切性に影響されているという問題点を指摘し、倒立効果や合成効果等を用いて形態処理の開始年齢を検討した研究のメタ分析を行っている。その結果、従来の研究における、例えば、6歳児では倒立効果がみられないが10歳児ではみられるというような年齢による質的な変化や、6歳児と成人では両方に倒立効果がみられるが成人の方が大きな倒立効果がみられるといった量的な変化は、単に課題の難易度が統制されていなかったという方法論上の問題により見いだされたものであるとした。そして、4、5歳の時点では、全体処理や2次的関係の処理において、質的にも量的にも成人と同じレベルにまで成熟していると結論づけた(但し、McKone et al. (2012)は、2次的関係の処理については4歳以下のデータの少なさを指摘している)。McKone et al. (2012)のメタ分析では、全体処理と2次的関係の処理の発達差について検討した研究のうち、上述したような課題の問題、すなわち、天井・床効果の問題や、正立顔に対する認識成績がもともと低いというベースラインの問題を、課題の難易度を調節する等の方法で克服した課題を用いた研究のみを選抜した。倒立効果(Carey, 1981; Mondloch et al., 2002; Crookes & McKone, 2009)だけではなく、合成効果(Mondloch, Pathman, Maurer, Le Grand, & de Schonen, 2007)、部分-全体効果(Pellicano & Rhodes, 2003; Pellicano et al., 2006; Tanaka et al., 1998)、目立ちやすさの効果(Gilchrist & McKone, 2003)に関する研究についても選抜が行われたが、いずれも研究においても、その効果の表れ方に年齢による違いはみられなかった。

3.2 刺激の提示方法の問題

顔認識の研究では、実験の目的に合わせて、様々な顔刺激が提示されてきた。例えば、髪の毛も含めた自然な状態の顔(以降、“自然顔”とする)を刺激として提示する場合(e.g., Baudouin et al., 2010; Flin, 1985)、髪の毛を除いた目、鼻、口、頬を含む顔の内部情報のみを楕円形にくりぬいた顔(以降、“内部顔”とする)を刺激として提示する場合(e.g., Gilchrist & McKone, 2003; Picozzi et al., 2009)、また、目や鼻を部分的に切り取って提示する場合(e.g., Pellicano & Rhodes, 2003; Tanaka et al., 1998)等がある。

最近の研究からは(Ge et al., 2008; Knowles & Hay, 2014; Meinhardt-Injac, Persike, & Meinhardt, 2014; Sugimura, 2013)、上述したような、髪の毛を除いた顔の内部情報のみや、顔の一部のパーツのみを提示するような課題を用いても、実際の顔の処理様式が反映されないという問題点が指摘されている。多くの研究が、例えば、顔の外部情報(髪の毛)を統制するために顔の内部情報のみを楕円形にくりぬいた刺激を用いている(e.g., Ge et al., 2008; Gilchrist & McKone, 2003; Picozzi et al., 2009)。しかし、Meinhardt-Injac et al. (2014)が指摘しているように、実際に顔が処理される際には、内部情報と外部情報の両方が統合されて処理さ

れている。すなわち、日常場面において顔内部のみが提示されることはほとんどなく、日常的に人が顔を処理する際には、内部情報と外部情報の両方を統合または両方の情報から影響をうけながら処理している。また、幼児期の子どもの顔再認や同一性判断は、成人と異なり、内部情報よりも外部情報に依存する傾向が強いという研究結果は以前から多数報告されている (e.g., Campbell et al., 1995; Diamond & Carey, 1977)。さらに、内部情報のみを提示する刺激を用いると、子どもは髪型等の正確な顔認識のためには妨害的に働く外部情報を抑制する必要がなくなるため、子どもの顔処理能力の正確性を過大評価してしまう可能性も指摘されている (Sugimura, 2013; 2015)。

4. 処理様式の発達の移行を前提とした発達観の再考

ここでは、上述した課題の適切性や提示方法の問題点に言及している近年のレビュー論文 (Lee, Anzures, Quinn, Pascalis, & Slater, 2011; McKone et al., 2012; Nakabayashi & Liu, 2014) や実験論文 (Meinhardt-Injac, 2013; Meinhardt-Injac et al., 2011; Meinhardt-Injac et al., 2014; Sugimura, 2013) を中心に、以下の点についてみていく。1つめは、部分処理から全体処理への発達の移行があるのかという点についてである。2つめは、全体処理を行うことが必ずしも正確な顔認識にはつながらないという、全体処理の妨害的側面についてである。3つめは、全体処理における不適切情報を抑制する能力についてである。

4.1 全体処理への発達の移行はあるのか

まず、初期の Carey & Diamond (1977) の“10歳頃に正立顔に対する認識の仕方が髪型や眼鏡等の部分的な情報から全体情報を基盤としたものに切り替わる”という符合化変換仮説 (encoding switch hypothesis) には否定的な見方が強い (Lee et al., 2011; McKone et al., 2012)。Carey & Diamond (1994) も自ら“10歳頃の切り替わり”については否定している。その後の研究では“髪型や眼鏡等の部分的な情報”の意味合いも変化し、Tanaka & Farah (1993) に代表されるように、目、鼻、口の顔内部のパーツの情報が、部分情報として議論されるようになった。この意味における“部分情報 (パーツ情報) から全体情報への切り替わり”を主張する、いわゆる、弱い符合化変換仮説 (weaker version of encoding switch hypothesis) も、課題の難易度を調節しなかったことによる結果であるとして否定されている (Lee et al., 2011)。

次に、幼児期における形態処理がより低年齢で報告されるようになってきていることはすでに述べたが、近年では、生後1年以内の乳児の段階から、形態処理が行われていることが示されている (Bhatt, Bertin, Hayden, & Reed, 2005; Cohen & Cashon, 2001; Hayden, Bhatt, Reed, Corbly, & Joseph, 2007; Rose, Jankowski, & Feldman, 2008; Schwarzer & Zauner, 2003)。例えば、Rose et al. (2008) は、5、7、9か月の乳児を対象として、馴化-脱馴化法を用いて倒立効果を検討した。その結果、乳児であっても倒立提示により刺激の弁別が阻害された、すなわち倒立効果がみられた

ことから、Rose et al. (2008) は、乳児の段階ですでに全体情報に敏感であるとした。また、Hayden et al. (2007) は、目の間の距離や鼻の位置変化、すなわち2次的関係の変化への感性を検討した結果、5、7か月児であっても2次的関係に敏感であることを明らかにした。

しかし、乳児期とおおよそ3歳以降の幼児期の研究の間には方法論的な差異があり、両者が実験場面において要求されている課題は異なる。Lee et al. (2011) も指摘しているように、乳児の選好注視法に代表される課題は、形態が違うことに気づく (discriminate different facial configuration) という知覚的処理のみが要求されるのに対して、幼児以降の課題は、人物同定判断をする (identity judgments) という、知覚的処理に加えてより高次の概念的処理が要求される。

では、幼児期のいつ頃にいわゆる identity judgments としての形態処理を行うようになるのかという問に対しては、McKone et al. (2012) が“4、5歳の時点で、全体処理や2次的関係の処理は成人と同一レベルにまで成熟している”という結論を出している。McKone et al. (2012) はメタ分析 (詳しくは「3. 課題の難易度の問題」を参照) を行い、課題の難易度や適切性の問題を克服している課題を用いた研究のみを選抜してこの結論を導き出したが、選抜された8つの研究 (ただし、使用刺激の内容が不明である Carey (1981) は除く) で用いられた顔刺激は、髪の毛を除いた目、鼻、口、頬を含む顔の内部情報のみを楕円形にくりぬく、髪型は全て同じにする、等の処理で、髪型の情報 (外部情報) を統制していた。従って、“4、5歳児は少なくとも全体処理については成人と同じレベルにまで成熟している”という見解は、従来の研究結果を、課題の難易度・適切性という観点から精査したうえでの見解ではあるが、顔の内部情報のみが提示された場合に限定されたものであるといえる。

McKone et al. (2012) の結論は、人の顔処理は、常に正確な顔認識に重要である部分 (内部情報) のみが処理され、正確な顔認識の妨げとなるような髪型の部分 (外部情報) は処理されないという前提のもとに、少なくともそのような前提で作成された課題を用いたデータを基準としてだされたものである。このことから、McKone et al. (2012) は、全体処理を、あくまでも顔の内部情報のみをより効率的に正確に処理するための有益な認知機能としてとらえていることがわかる。これに対して、全体処理が、髪の毛等の不適切な情報 (外部情報) も含めて行われた場合には顔認識が阻害されるという、全体処理の妨害的側面を強調するのが、次に述べる立場である。

4.2 不適切な範囲を全体処理する幼児・児童の傾向

幼児・児童期の顔認知において、全体処理の妨害的側面を強調しているのが Nakabayashi & Liu (2014) である。Nakabayashi & Liu (2014) は、符合化変換仮説の根拠となった Carey & Diamond (1977) の結果は、子どもが髪型や眼鏡等の部分的な情報に注目していることによるのではなく、不適切な部分的情報を含めた顔全体を、全体処理し

ていることよるとした。そして、少なくとも6歳くらいの幼児の顔処理は全体処理が優勢であり、全体処理における不適切な情報を無視することで可能となる目や口などのパーツの部分処理については、幼児期や学童期の段階ではまだ十分に発達していないと主張した。

この、Nakabayashi & Liu (2014) の、部分処理は学童期においてもまだ完成されないという主張は、主に以下の研究を根拠としている。まず、Nakabayashi & Liu (2013) は、6歳児、9～10歳児、成人を対象として、人物の目のみを再認させる、すなわち、記銘刺激と再認刺激の目の部分のみが同一であるか異なるかを判断させる課題を行った。具体的には、部分-全体効果を検討するパラダイムにおいて、記銘刺激と再認刺激の組合せの違いによる以下の4条件(A: 目の部分-目の部分、B: 目の部分-顔全体、C: 顔全体-目の部分、D: 顔全体-顔全体)を比較した。その結果、6歳児は、条件Aのみで9～10歳児や成人と同等の成績を示したが、他の3条件の成績は劣った。つまり、6歳児は、記銘時や再認時のどちらかもしくは両方に顔全体が示された時に部分のみの情報に基づいて判断することが9～10歳児や成人と較べると難しいことが明らかになった。次に、Liu et al. (2013) では、8～9歳児、13～14歳、成人を対象として、まず顔全体を記銘させ、6種類の再認刺激(目のみ、鼻のみ、口のみ、顔内部、顔外部(髪型)、顔全体)による再認成績を比較した。その結果、顔全体の再認では年齢差がみられなかった。しかし、13～14歳と成人は、顔内部と顔外部の再認成績に差はなかったが、8～9歳児は、顔内部の成績が劣った。また、“目のみ”、“鼻のみ”の再認では、8～9歳児、13～14歳ともに成人と比較すると成績が劣った。つまり、13～14歳であっても、顔内部の範囲を処理することは成人と同じレベルであるが、目や鼻のパーツというより狭い範囲の処理、いわゆる部分処理については成人と同じレベルではないことが示された。

以上のように、Nakabayashi & Liu (2014) は、少なくとも6歳児においては全体処理が優勢であり、その全体処理において不適切な情報を無視して必要な範囲のみを処理する部分処理は、幼児期や学童期はいうまでもなく、青年初期においてもまだ成人のレベルではないとした。すなわち、部分処理から全体処理へという古典的発達観とは逆に、全体処理からはじまり、部分処理は学童期と青年期を経て徐々に成人と同じレベルにまで発達している。

4.3 全体処理における不適切情報を制御する能力

上述したように、Nakabayashi & Liu (2014) が、部分処理を“全体処理による不適切な情報を無視しながらの必要な部分のみの処理”というように新しい枠組みで位置づけたことと類似する視点から、合成効果を応用した実験パラダイムがある。一貫性パラダイム(context congruency paradigm: Meinhardt-Injac, 2013; Meinhardt-Injac et al., 2011; Meinhardt-Injac, Persike, & Meinhardt, 2014; Sugimura 2013, 2015) は、正確な顔認識の妨げとなりうる外部情報(髪型)を抑制して、内部情報による正確な顔認識を行う能力の

発達的变化を検討する実験パラダイムである。

このパラダイムは、オリジナルの自然顔の髪型を画像処理で不自然にならないように変化させ、次のような4種類の顔刺激ペアを作成し、再認課題や同一性判断課題を行わせるものである。不一致刺激(incongruent)として、2つの顔が同一人物で髪型が異なる刺激と、2つの顔は異なる人物だが髪型が同じ刺激、一致刺激(congruent)として、2つの顔が同一人物で髪型も同じ刺激と2つの顔は異なる人物で髪型も異なる刺激が作成された。不一致刺激では、内部情報の差異性や同一性をもとに再認等の判断を行おうとすると外部情報(髪型)が不適切(妨害)情報となるが、一致刺激では外部情報は妨害とはならない。

このパラダイムを用いたMeinhardt-Injac et al. (2014) では、8～10歳児と成人を対象として、継時提示による同一性判断課題を行い、顔の内部情報に基づいた判断の正確性を検討した。その結果、8～10歳児では、不一致刺激で正答率が低くなる傾向が大きかった。つまり、内部情報の同一性や差異性が外部情報と矛盾する場合に、8～10歳児は、外部情報の影響を大きくうけて内部情報の判断を誤る傾向にあった。Meinhardt-Injac et al. (2014) はこの結果をうけて、以下のような考察を行っている。両年齢ともに顔内部と外部の両方の範囲を統合して全体処理を行っているが、同じ全体処理であっても、成人は外部情報を適切に抑制して内部情報を重点的に利用している。これに対して8～10歳児は外部情報に強く影響される、すなわち、全体処理における外部情報と内部情報の利用バランスが成人ほどには熟達していない。

またMeinhardt-Injac et al. (2014) の研究では、顔刺激との比較として、時計画像の内部情報(文字盤の部分)と外部情報(周辺装飾の部分)を用いて一貫性パラダイムの4種類の刺激を作成して検討した結果、時計刺激では、顔刺激で確認された外部情報の影響が全くみられなかった。この結果からMeinhardt-Injac et al. (2014) は、8～10歳児が顔の外部情報に影響されやすいのは、一般的な知覚・注意能力が劣ることが原因ではなく、顔の処理に特有な現象であるとしている。

Sugimura (2013) も同パラダイムを用いて、5～6歳児を対象とした同時提示による同一性判断課題を行った。この研究では、2つの顔刺激を並べて時間は無制限に提示し、調査対象者のペースで2つの顔刺激が同じ人物か違う人物かの判断を求めた。さらに、幼児が、教示を”髪型が同じか違うかを判断する”と解釈しないように、外部情報ではなく内部情報だけに注目して判断するように教示を行った。なお、この課題は成人では誤答をすることがほとんどない課題であることが確認されていた。結果として、5～6歳児は不一致課題の正答率が低く、Meinhardt-Injac et al. (2014) の結果と同様に、内部情報の同一性や差異性が外部情報と矛盾する場合に、外部情報の影響をうけて内部情報の判断を誤ることが明らかになった。

また、Sugimura (2013) では、判断の際の眼球運動を測定しているが、興味深いことに、5～6歳児は不一致刺激において外部情報(髪型)に準拠した誤判断を行ってい

るにもかかわらず、成人と同じように顔の内部のみを注視していた。この、5～6歳児が、内部情報を注視しながらも外部情報をもとに同一性を判断する傾向について、Sugimura (2013) は、注視をしていない周辺部分の、正判断のためには不適切な情報を抑制する能力が未発達なため、正判断に必要な情報に注目するプロセスよりも、不適切な情報を抑制するプロセスのほうが、子どもの顔認識に影響を与えている可能性があると考えしている。

以上のような実験研究から、全体処理や部分処理の発達については次のようなことが推察される。幼児期においては全体処理が優勢ではあるが、その特徴として、選択的に注視していない顔外部（髪型）の情報を抑制できず、その不適切な情報を含めた範囲にまで全体処理が及んでいる。これに対して成人の全体処理は、正確な顔認識に重要な範囲である、目、鼻、口、頬、等を含む顔内部の範囲を優先的に処理していると考えられる。また、あるパーツのみを処理する部分処理については、顔外部の情報を抑制したうえで、さらに、例えば目のみで判断が求められる場合は、鼻や口や頬等のパーツ情報も抑制する必要があるため、幼児にとっては非常に困難であると考えられる。

5. まとめと今後の課題

初期の研究においては、顔の処理様式は、部分処理から形態処理に発達的に移行していくと考えられており、どの年齢段階で成人と同じような全体処理や2次的関係の処理が可能になるかという点が主要な検討課題であった。その後、課題の難易度や刺激の提示方法の問題の検討を経て、部分から形態処理へという移行はないことという見解が優勢となった。また、全体処理をする際に、正確な顔認識のために有用性の高い範囲を優先的に処理できるか否かが、子どもと成人の全体処理の差異である可能性が示された。

顔の処理過程において、正確な顔認識のために有用性の高い範囲を優先させるプロセスを仮定すると、初期の研究において幼児は全体処理よりも部分処理が優勢であるとされてきたことの説明ができる。部分処理を検討する課題として用いられてきた目や鼻を部分的に切り抜いた刺激は、刺激の段階で処理の範囲が限定されており、適切な判断のための処理範囲を優先するプロセスを経ることなしに判断することが可能である。従って、幼児であっても判断が容易であり、結果的に部分処理が優勢であるとみなされたと考えられる。

また、幼児にとって、2次的関係の処理が全体処理よりも困難であるという従来の見解の説明も可能となる。2次的関係の処理を検討する課題は、例えば、左右の目元の間の長さのみに注目することが要求される。このように、2次的関係の処理の課題要求は、局所的な狭い範囲に限定した部分処理に近い処理であるという点で、幼児にとっては困難であると推察される。

しかし、処理範囲の限定を行ったり、優先的に処理する範囲を決定していくプロセスについては、仮定の域でない。今後の課題として、正確な顔判断のために適切

な処理範囲を限定していくプロセスの存在の検討や、それを支える認知能力の検討を行う必要があるだろう。

引用文献

- Baudouin, J., Gallay, M., Durand, K., & Robichon, F. (2010). The development of perceptual sensitivity to second-order facial relations in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 107, 195-206.
- Bhatt, R. S., Bertin, E., Hayden, A., & Reed, A. (2005). Face processing in infancy: Developmental changes in the use of different kinds of relational information. *Child Development*, 76, 169-181.
- Brace, N. A., Hole, G. J., Kemp, R. I., Pike, G. E., Van Duuren, M., & Norgate, L. (2001). Developmental changes in the effect of inversion: Using a picture book to investigate face recognition. *Perception*, 30, 85-94.
- Campbell, R., Coleman, M., Walker, J., Benson, P. J., Wallace, S., Michelotti, J., & Baron-Cohen, S. (1999). When does the inner-face advantage in familiar face recognition arise and why? *Visual Cognition*, 6, 197-216.
- Campbell, R., Walker, J., & Baron-Cohen, S. (1995). The development of differential use of inner and outer face features in familiar face identification. *Journal of Experimental Child Psychology*, 59, 196-210.
- Carey, S. (1981). The development of face perception. In G. Davies, H. D. Ellis, & J. Shepherd (Eds.), *Perceiving and remembering faces* (pp. 9-38). New York, NY: Academic Press.
- Carey, S. & Diamond, R. (1977). From piecemeal to configurational representation of faces. *Science*, 195, 312-314.
- Carey, S. & Diamond, R. (1994). Are faces perceived as configurations more by adults than by children? *Visual Cognition*, 1, 253-274.
- Cohen, L. B. & Cashon, C. H. (2001). Do 7-month-old infants process independent features or facial configurations? *Infant and Child Development*, 10, 83-92.
- Crookes, K. & McKone, E. (2009). Early maturity of face recognition: No childhood development of holistic processing, novel face encoding, or face-space. *Cognition*, 111, 219-247.
- de Heering, A., Houthuys, S., & Rossion, B. (2007). Holistic face processing is mature at 4 years of age: Evidence from the composite face effect. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 57-70.
- de Heering, A., Rossion, B., & Maurer, D. (2012). Developmental changes in face recognition during childhood: Evidence from upright and inverted faces. *Cognitive Development*, 27, 17-27.
- Diamond, R. & Carey, S. (1977). Developmental changes in the representation of faces. *Journal of Experimental Child Psychology*, 23, 1-22.
- Flin, R. H. (1985). Development of face recognition: An encoding switch? *The British Journal of Psychology*, 76, 123-134.
- Freire, A., Lee, K., & Symons, L. A. (2000). The face-inversion effect as a deficit in the encoding of configurational information: Direct evidence. *Perception*, 29, 159-170.

- Ge, L., Anzures, G., Wang, Z., Kelly, D. J., Pascalis, O., Quinn, P.C., Slater, A. M., Yang, Z., & Lee, K. (2008). An inner face advantage in children's recognition of familiar peers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 101, 124-136.
- Gilchrist, A. & McKone, E. (2003). Early maturity of face processing in children: Local and relational distinctiveness effects in 7-year-olds. *Visual Cognition*, 10, 769-793.
- Hayden, A., Bhatt, R. S., Reeda, A., Corbly, C. R., & Joseph, J. E. (2007). The development of expert face processing: Are infants sensitive to normal differences in second-order relational information? *Journal of Experimental Child Psychology*, 97, 85-98.
- Knowles, M. M. & Hay, D. C. (2014). The role of inner and outer face parts in holistic processing: A developmental study. *Acta Psychologica*, 149, 106-116.
- Lee, K., Anzures, G., Quinn, P. C., Pascalis, O., & Slater, A. M. (2011). Development of face processing expertise. In A. W. Young & H.D. Ellis (Eds.). *Handbook of research on face processing*. Amsterdam: North-Holland.
- Liu, S., Anzures, G., Ge, L., Quinn, P. C., Pascalis, O., Slater, A. M., et al. (2013). Development of recognition of face parts from unfamiliar faces. *Infant Child Development*, 22, 165-179.
- Macchi Cassia, V. M., Picozzi, M., Kuefner, D., Bricolo, E., & Turati, C. (2009). Holistic processing for faces and cars in preschool-aged children: Evidence from the composite effect. *Developmental Science*, 12, 236-248.
- Maurer, D., Le Grand, R., & Mondloch, C. J. (2002). The many faces of configural processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 255-260.
- McKone, E. & Boyer, B. L. (2006). Document sensitivity of 4-year-olds to featural and second-order relational changes in face distinctiveness. *Journal of Experimental Child Psychology*, 94, 134-162.
- McKone, E., Crookes, K., Jeffery, L., & Dilks, D. D. (2012). A critical review of the development of face recognition: Experience is less important than previously believed. *Cognitive Neuropsychology*, 29, 174-212.
- Meinhardt-Injac, B. (2013). The context congruency effect is face specific. *Acta Psychologica*, 142, 265-272.
- Meinhardt-Injac, B., Persike, M., & Meinhardt, G. (2014). Integration of internal and external facial features in 8- to 10-year-old children and adults. *Acta Psychologica*, 149, 96-105.
- Meinhardt-Injac, B., Zöllig, J., Persike, M., Martin, M., Seiffge-Krenke, I., & Meinhardt, G. (2011). Developmental changes in the microgenesis of face perception revealed by effects of context and inversion. *Vision Research*, 51, 1338-1358.
- Mondloch, C. J., Dobson, K. S., Parsons, J., & Maurer, D. (2004). Why 8-year-olds can't tell the difference between Steve Martin and Paul Newman: Factors contributing to the slow development of sensitivity to the spacing of facial features. *Journal of Experimental Child Psychology*, 89, 159-181.
- Mondloch, C. J., Le Grand, R., & Maurer, D. (2002). Configural face processing develops more slowly than featural face processing. *Perception*, 31, 553-566.
- Mondloch, C. J., Pathman, T., Maurer, D., Le Grand, R., & de Schonen, S. (2007). The composite face effect in six-year-old children: Evidence of adult-like holistic face processing. *Visual Cognition*, 15, 564-577.
- Nakabayashi, K. & Liu, C. H. (2013). Developmental differences in holistic interference of facial part recognition. *PLoS One*, 8, e77504.
- Nakabayashi, K. & Liu, C. H. (2014). Development of holistic vs. featural processing in face recognition. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 1-5.
- Pellicano, E. & Rhodes, G. (2003). Holistic processing of faces in preschool children and adults. *Psychological Science*, 14, 618-622.
- Pellicano, E., Rhodes, G., & Peters, M. (2006). Are preschoolers sensitive to configural information in faces? *Developmental Science*, 9, 270-277.
- Picozzi, M., Macchi Cassia, V., Turati, C., & Vescovo, E. (2009). The effect of inversion on 3- to 5-year-olds' recognition of face and nonface visual objects. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102, 487-502.
- Rhodes, G., Brake, S., & Atkinson, A. P. (1993). What's lost in inverted faces? *Cognition*, 47, 25-57.
- Rose, S. A., Jankowski, J. J., & Feldman, J. F. (2008). The inversion effect in infancy: The role of internal and external features. *Infant Behavior and Development*, 31, 470-480.
- Rossion, B. (2008). Picture-plane inversion leads to qualitative changes of face perception. *Acta Psychologica*, 128, 274-289.
- Schwarzer, G. & Zauner, N. (2003). Face processing in 8-month-old infants: Evidence for configural and analytical processing. *Vision Research*, 43, 2783-2793.
- Sugimura, T. (2013). Young children's difficulty in disregarding information from external features when matching unfamiliar faces. *Journal of Experimental Child Psychology*, 116, 296-308.
- Sugimura, T. (2015). Developmental differences between young children and adults when processing internal and external information for upright and inverted faces. *Journal of Human Environmental Studies*, 13, 125-134.
- Tanaka, J. W. & Farah, M. J. (1993). Parts and wholes in face recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 46, 225-245.
- Tanaka, J. W., Kay, J. B., Grinnell, E., Stansfield, B., & Szechter, L. (1998). Document face recognition in young children: When the whole is greater than the sum of its parts. *Visual Cognition*, 5, 479-496.
- Valentine, T. & Bruce, V. (1986). The effects of distinctiveness in recognising and classifying faces. *Perception*, 15, 525-535.
- Yin, R. K. (1969). Looking at upside-down faces. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 141-145.
- Young, A. W., Hellawell, D., & Hay, D. C. (1987). Configurational information in face perception. *Perception*, 16, 747-759.

(受稿：2018年3月1日 受理：2018年5月28日)