

特集「色彩視の発達」

乳児の知覚：研究法

Infants' perception: methodological consideration

金沢 創 So Kanazawa

日本女子大学

Japan Women's University

0. はじめに

本小論では、まず乳児の行動指標を用いた知覚認知の研究法について述べる。また、その方法論を用いて実際に乳児の知覚認知を調べる際に注意すべき点についても説明する。なお、本小論では、主に視覚刺激を用いた研究のみを念頭においており、聴覚を含めた他の感覚モダリティの研究については他の文献を参照していただきたい。

1. 選好注視法

大人を対象として色知覚を調べる場合は、言語を用いたやりとりが主たる方法となる。しかし、赤ちゃんの知覚認知を調べることは、言葉が通じない相手を対象にすることであるから、なんらかの工夫が必要となる。当然であるが、乳児は言語が使えないため、言語を用いて「何色にみえているか」などの内観をたずねることはできない。と同時に、こちらのほうがより深刻であるが、言語教示がきかないためこちらの意図した心理学課題を遂行してもらうことが簡単ではない。そこで、乳児の知覚認知に関するある性質を利用し、行動を観察することで乳児の知覚を調べることになる。その性質とは、乳児は自らの興味に基づき、ある対象を別の対象よりも長く見る、という「注視」に関するものである。

最もよく知られた方法は、「選好注視法」と呼ばれる方法で、60年代にアメリカの発達心理学者、Robert Fantzにより報告された(Fantz, 1958; 1961; 1963; 1964)。Fantzは、新生児や生後数ヶ月の乳児が、その発達月齢に応じて、適切な視覚パターンを選好することを見出したのである。Fantzは、新生児が図1のようなパターンを好んで注視することを報告した。そこでは、顔に似たもの、一様ではなく縞などのパターンのあるもの、大きいもの、数が多いもの、頂点が多いもの、輪郭のはっきりしたもの、などなどのパターンを、乳児がより好んで注視することが報告

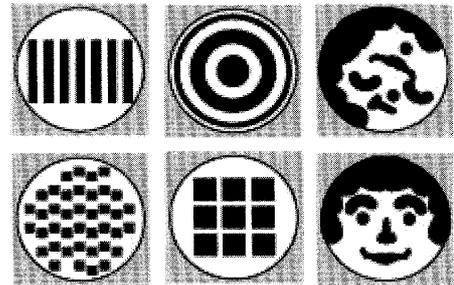


図1 乳児が選好するさまざまな図形

されている。この選好注視行動を手がかりに、彼は乳児の視覚弁別を調べることができると考えたのである。その論理は以下のとおりである。

例えば乳児に、(1)顔のようなパターンと(2)同じようなパーツで構成されてはいるが、顔の配置となっていないようなパターンを用意し、この2つの図形を乳児の目の前に呈示する。すると、乳児は顔のようなパターンを好んで注視することが知られているので、(1)の顔パターンへのより長い注視時間が観察される。このとき、少なくとも乳児は、この(1)と(2)の図形を区別していたということは明らかであろう。というのも、もし区別できていなければ、一方を他方よりも長く見るという選好そのものが成立しないからだ。もちろん、選好がないことは必ずしも区別できないことを意味していない。区別はできるのだけれど、好きでも嫌いでもない視覚パターンというものも存在するだろう。しかし、選好には、必ず区別できることが前提となる。したがって、2つの刺激を呈示することで赤ちゃんが何と何を区別しているかを知ることができる。

注意すべきは、この選好が月齢により発達的に変化することである。例えば、顔のような図形にしても、新生児であれば目と口だけで構成された単純な模式図形などを好んで注視するが、5ヶ月、8ヶ月とより月齢の進んだ乳児では、もう少し複雑な顔パターンのほうをより好んで注視するようになる。こうした月

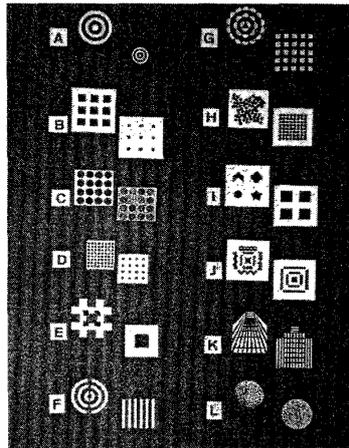
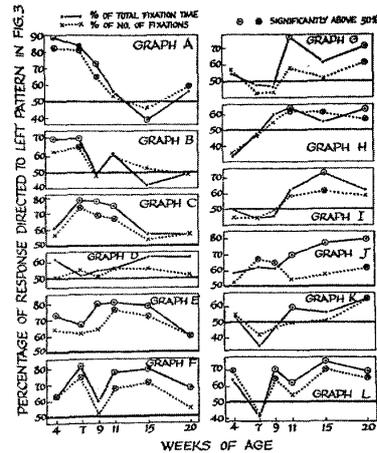


図2 4週から20週の乳児の選好を調べた刺激セット。

左上と右下の図形を左右の対象な位置に呈示し、左上のターゲットへの注視時間の割合を測定した。



齢による好みの変化を示したものが、上記の図2である (Fantz & Yeh, 1979)。左側のAからLまでの図形は、それぞれが対で呈示された図形の「組」であり、各組においては、左上のものと同右下のものが左右に配置され、同時に乳児に対して呈示されたものである。対応するAからLまでのグラフは、縦軸が各組の左上の図形に対する注視時間の割合を示し、横軸が週齢を示している。

これら図によれば、あるパターンがある時期に好まれたからといって、ずっとそのパターンを好んでみるわけではないことがわかる。例えば、Aのように、大きな二重円と小さな二重円を対で呈示した場合、生後4週から7週ごろまでは、大きなパターンへの強い選好がみられるが、15週ごろにはその選好が消失していることがわかる。あるいは、Hのように、生後直後では整ったほうに選好がみられるにもかかわらず、11週齢頃にその選好が逆転し、乱雑なパターンが好まれるようになる場合もある。さらには、G、I、K、Lなどのように、9週から11週齢頃に選好が生じるような刺激パターンもある。

こうした選好の変化の背後には、初期的な視覚能力の発達や、より中枢的な立体視などがかかわっているものと思われるが、いずれにせよ、選好注視法を用いて2つの刺激の弁別を調べる場合、どの週齢・月齢の乳児が、どのようなパターンを選好するのかを、あらかじめ知っておくことが重要となる。

2. 強制選択選好注視法

この選好注視という乳児の性質を、より洗練された形式で扱えるよう方法論を整理したものが、強制選択選好注視法 (forced-choice preferential looking

method) である (Teller, 1979)。現在、多くの乳幼児の行動実験の研究論文では、例え明示されていなくとも、この方法論が用いられている。

Tellerは一連の文献を通じて、選好注視という道具をより客観的に用いる方法を考察した。例えば左右に刺激を呈示したとして、選好注視法では一般に乳児が右と左のどちらを注視しているかを、なんらかの客観的な手続きで決定する必要がある。この場合、乳児の顔の向き、眼球の位置、体の向き、などの様々な要因が、乳児の注視する方向を決定する際の手がかりとなる。例えば動物行動学などの分野では、観察対象の行動をビデオなどに撮影し、1コマ1コマ行動カテゴリー (この場合は「右を見ているか」「左を見ているか」) を決定する。できるだけ観察対象の行動にのみ注目して客観的であろうとすれば、その行動の基準について議論せざるを得ない。

ところで、これは乳児の注視行動をある程度観察してみればすぐにわかることであるが、ある程度視覚的距離が離れて配置されているものについては、乳児が左右のどちらを注目しているかをかなりの確度で判断可能である。しかし、この「判断」の根拠となる物理的な体の動きの基準について問われると、明確に記述できないことが多く、客観的な基準として適切でないとする批判も成り立ちうる。そこでTellerは、乳児の行動とその行動を判断する観察者とを1つの系としてとらえ、乳児が左右のどちらを注視しているかを、観察者が「強制的に」判断するという考え出した。重要なことは、この判断を行う際、判断を下す観察者は左右のどちらにどのような刺激が呈示されているかを知ることができず見ることもできないという点であ

る。判断は総合的に下されるが、その判断のもととなる資料は、乳児の眼球、顔、体、などの体の動きの情報にのみ制限されることになる。

ここでは便宜的に、左右に2つの刺激が呈示された場合のみを考えているが、実際には、モニターに1つの刺激が提示され、その注視時間を測定する場合もある。そこでは、観察者によって強制的に選択すべき選択肢が「モニターの刺激を注視している」「注視していない」の2つになるだけであって、特に左右2つの刺激を呈示する場合と異なるわけではない。

もちろん、この方法が科学である以上、観察者が神秘的な技術を持つ者のみに制限されることがあってはならない。ある程度の訓練を経れば、誰にでも実施可能である必要がある。そこで、論文などではしばしば、乳児の行動をビデオに記録し、複数の熟練した観察者が、同じビデオ映像を用いてある瞬間に「右を見ている」のか「左を見ている」のかの判断を行い、その判断の一致度をなんらかの統計的手法を用いて計算するようなことが行われる。もちろん、その一致度の指標をどのようなものにすべきかは大いに議論の余地があるが、いずれにせよ、客観的な方法論であることに間違いはない。こうして乳児の行動の基準を考察するのではなく、観察者の判断をあわせることで、間接的であるにせよ、より精度の高い研究が可能となったのである。

しばしば乳児の行動観察に慣れていない方から、乳児の注視行動を測定する方法として、眼球運動の測定装置などの機械を用いたほうがより客観的ではないのか、との指摘を受けることがある。たしかに近年、画像処理速度の向上により、非接触型の眼球運動測定装置が開発され、その計測は容易になりつつある。しかしながら、機械を用いてさえいれば客観的である、とするのは安易な発想でもある。まず、そもそも機械が算出する注視位置が、真に乳児の注視位置を反映しているかどうかに関して疑問がある。初期のキャリブレーションの失敗などにより、視線の位置がズレたまま、データが取得されている可能性があるからだ。さらに、その値がズレているかどうかは、非接触型の測定機器そのものでは確認しようもなく、確認のためにさらに精緻な眼球運動測定装置を用いることは、本末転倒といわざるをえない。

また、目の形状や乳児の姿勢などの問題により、そもそも機器による眼球運動の測定に馴染まない乳児も一定の割合で存在する。

こうした限界を理解したうえで、それでも乳児の行動観察の訓練などに時間を費やすことが難しい医療や教育の現場での場合や、右か左かの判断を超えて、より詳細に画面全体での乳児の注視位置を特定する必要がある場合などは、眼球運動測定装置を用いることは有効である。

3. 選好注視法の具体例：低次視覚

先に述べたように、選好注視で明らかになるのは2つの刺激の弁別である。注意すべきは、何かの認知を直接測定しているわけではない、という点だ。しかし、弁別行動をうまく用いることで、乳児の様々な知覚・認知能力を測定することができる。その代表例として、ここでは「視力」について説明してみたい。

多くの方にも経験があるだろうが、通常大人の場合には、様々な大きさのCの文字(ランドルト環)を用いて視力を測定する。その際、あまり意識はされていないが、知覚心理学において閾値を測定する際に用いられる「上下法」が、簡便な形で用いられている。つまり、ある大きさの「C」の切れ目が見えるかどうかを尋ね、その方向を適切に答えることができた場合(正解の場合)、より小さな「C」について尋ねることになり、答えた切れ目が間違っていた場合(不正解の場合)、より大きな「C」の方向を尋ねることになる。

同じようなやり方を用いて乳児の視力を測定することができる。ここでは「C」の文字ではなく、白黒の縞パターンと、この白と黒の明るさのちょうど平均となる明るさの様な灰色パターンの2種類のパターンを用いることになる。もし白黒の幅が非常に細かく、視力の限界を超えていたら、白と黒は交じり合って様な灰色に見える。つまり、視力の限界を超えた白黒の縞と、様な灰色を左右に呈示されると、2つの様な灰色が見えて区別がつかないということがおこる。この「ぎりぎり区別できない」ときの白黒の縞の細かさこそが、いわゆる「縞視力」と呼ばれているものとなる。

この刺激呈示の方法は、大人の縞視力を測る際にも用いることができるが、乳児についても同様に用いることができる。先にも説明したように、乳児は白黒の縞パターンと様なパターンを対呈示されると、縞パターンを選好注視する性質をもっている。仮に乳児から見ると、縞パターンが視力の限界内の太さにとどまってお見ることができるのであれば、縞パターンに対する有意に長い注視が生じるはずである。したがって、様々な太さの縞パターンを用意し、このパターンと様な

灰色を対で呈示することで、大人の視力検査と同じような手続きで視力の測定が可能となるのである。さらなる細かい手続きは省略するが、様々な縞パターンと上記で説明した強制選択選好注視法を用い、上下法などを用いて閾値である視力が計算されることになる。

100%のコントラストをもつ完全な黒と白の縞を用いた場合の縞視力の測定から、おおよそ乳児の視力は、「月齢cycle/degree」であることがわかっており (Atkinson, 2000)、その視力をランドルト環を用いたなじみのものに変換すれば、生後1ヶ月以下ではおおよそ0.02、6ヶ月では0.2、という値になる。

この0.2という値の意味であるが、我々大人であれば、「視力が悪い」ということはレンズの調節能力の問題であるが、乳児にとってみれば、調節能力を含めた網膜と視覚野のネットワークの未熟さからくるものである、という点は留意すべきである。

4. 馴化法

選好注視が観察されないからといって、弁別できないことを必ずしも意味しないことはすでに述べたとおりである。2つのパターンを比べたとき、区別はできているものの、好きでも嫌いでもないような組み合わせのパターンはいくらでも存在するだろう。このように、2つの刺激の組み合わせに、選好の順序が存在しない場合、当然のことながら選好注視法は役に立たない。このようなとき、馴化法が有効となることがある。

馴化法は、多くの発達心理学の教科書などで解説がなされているため、乳児の知覚認知の研究法としてはむしろ選好注視法よりもよく知られている。発達心理学においては、低次の知覚よりも、言葉や物の概念といった、より高次の認知に興味向けられることが多い。馴化法は、より高次の認知を検討するのに適しているため、多くの発達心理学の教科書では言及されることが多いようである。

選好注視法と同様、馴化法も、基本的には2つの刺激の間の注視時間の違いにより、乳児の認知を検討する。違っているのは、新奇選好 (novelty preference) と呼ばれる乳児の性質を利用し、刺激の組み合わせによらず、より一般的に2つの刺激の弁別を調べる点にある。新奇選好とは、慣れてしまって飽きた刺激よりも、新奇で新しい刺激を乳児が好んで注視するという性質のことである。

一般的には、短い期間に人工的に「慣れ (habituation)」の状態を作り出しておき、新奇な刺激への注視時間を測定することで、「慣れ」ている刺激

と「新奇な」刺激との弁別を検討する。このとき、慣れの期間に用いる刺激と、新奇と定義されうる刺激との組み合わせを様々にすることで、乳児から見て何と何を同じものと判断し、何と何を区別しているのかを調べることができる。

例えば円、正方形、三角形の3つの図形を便宜的に考えてみよう。馴化刺激として正方形を、新奇かどうかをテストするテスト刺激として、円と三角形の2つを考えてみる。まずは、乳児に対し、正方形をひたすら呈示して慣れの状態を作り出す。もちろん、最初は新しいパターンであるから、ある程度は乳児の注視を引き出すことができるだろうが、次第に飽きて慣れの状態が形成される。どこまで注視時間が下がれば「飽きた」といえるかどうかは、色々と基準があるが、一般的には最初の数試行の注視時間がある範囲において半分以下になる、などの基準が用いられる。こうして飽きてしまったところで、まず円を呈示し、そのパターンに対する注視時間を測定する。続いて、三角形も呈示し、これも注視時間を測定する。もちろんこのままでは、最初に呈示した円のほうが新奇性が強いと考えられるので、被験者間で、呈示の順序を変える、などの工夫が必要である。

仮に乳児からみて、正方形と円が同じようなパターンに見えていて新奇でないとするならば、注視時間はたいして回復しないだろう。一方、もしも新しいパターンであるなら、新奇選好の性質に基づき、注視時間の有意な回復が見られることになる。こうして、注視時間が回復した場合は、乳児は正方形と円を区別していることになり、回復しない場合は、円と正方形を同じ種類の視覚刺激として判断しているということになる。

最近では、この馴化法を用いて、1つずつ刺激を呈示するのではなく、新奇かどうかをテストする際に2つの刺激を左右に対呈示するようなことがよく行われる。つまりこの例の場合であれば、正方形への馴化の後、円と三角形を左右に対呈示し、どちらを長く注視するかを検討するのである。この対呈示の場合は、馴化の際にも2つの同じ正方形を左右に対呈示し馴化させることで、よりテスト期の反応を有効にすることができる。さらに、この場合であれば、馴化する前に事前に三角形と円の対呈示を行い、自然な状態での選好を調べることがよく行われる。つまり、何も慣れがおこっていない状態での三角形と円との選好をあらかじめ調べておき、正方形になれて飽きた後での選好と比較するのである。ここに差があれば、慣れの刺激とテス

ト刺激の間に、乳児から見て同じに見えるものと、違って見えるものが確実に存在するということになる。

誤解なきよう明記しておきたいが、乳児は正方形や円について、このような行動パターンを示すわけではない。お望みであれば、この正方形、円、三角形、の3つを、緑、赤、青、という色におきかえてもらってもかまわないし、泣き顔、怒り顔、笑い顔、などの表情に置き換えることもできる。とにかくこの馴化法のよいところは、もともと乳児に選好がないような刺激の組についても、うまくすればその弁別を調べることができるという点にある。

5. その他の方法

以上主に注視行動を用いた2つの代表的な方法を紹介した。発達心理学の教科書には、この2つ以外にも、例えば眼球運動を用いる方法や、心拍数の変化を用いる方法、なども紹介されていることがある。さらには、脳波を用いた方法で、乳児の知覚を調べる方法も紹介されている。しかし、基本的な論理はどのような方法においても、(強制選択)選好注視法と、馴化法のバリエーションということができるだろう。つまり、「2つ(以上)のパターンの弁別を調べる」ということがすべての方法に共通の論理なのである。

たとえば、運動視の実験で、縞パターンを右もしくは左に動かし、その動きに対応する眼球運動が生じるかどうかをもって運動視を検討する方法がある。これは大人でも同じことであるが、縞パターンを一方に動かすと、パターンを追従し急速に戻るといいうわゆる視運動性眼振(optokinetic nystagmus, OKN)という反応を引き起こす。この追従がどちらの方向に生じ急速なもどりがどちらの方向におこっているかを判断すれば、被験者がどちらの方向に運動を知覚しているかが判断できる。この判断を乳児の顔の映像から「強制的」に右か左かの判断を行わせることで、乳児の運動視を検討するのがOKNを用いた方法の論理である。この考え方は、基本的には強制選択選好注視法とよく似ている。

また心拍数の変化を調べる方法でも、馴化法におけるテスト刺激が、新奇か否かの判断を、心拍数の有意な上昇によって判定することになる。ここでも、用いられているものは生理的指標ではあるが、最終的に調べられているのは、馴化の際に用いられた刺激と、テストの際に用いられた刺激との弁別である。

あるいは脳波を用いた初期の乳児研究でも、1秒間に何回も早いタイミングで刺激を切り替えるといった

方法が用いられるのであるが、基本的には、切り替える際に同じカテゴリーどうしの変化(例えば正方形から三角形)の際には脳波が活動しないが、違うものへの変化(正方形から円)の際には脳波の活動がみられる、といった形で、2つの刺激の弁別を調べることになる。

人によっては、脳波や心拍などの指標の方が客観的だと思い込んでいる方がおられるが、最終的には2つの刺激の弁別を調べるためのツールということであれば、すべての方法は等価であるということになる。本小論では詳しく述べなかったが、実際に乳児が2つの刺激を、実験者が仮定したポイントで弁別しているかどうかは、多くのコントロール刺激を用いた実験の組み合わせによって結論付けられることが多い。より低次な知覚属性や実験者が仮定していないような手がかりを用いていないことを、うまく排除できるようなコントロール実験を行うことが、乳児の知覚や認知を調べていくには最も重要なこととなる。その具体例については、下記に我々のラボが発表してきた多くの論文がリストとなっているURLアドレスを挙げておく(<http://c-faculty.chuo-u.ac.jp/~ymasa/labogyoseki.html>)ので、ぜひ参考にさせていただきたい。その苦勞の一端を理解していただけものと信じている。

参考文献

- Atkinson, J. (2000). *The developing visual brain*, Oxford Univertisty Press.
- Fantz, R. L. (1958). Pattern vision in young infants. *Psychological Record*, 8, 43-47.
- Fantz, R. L. (1961). The origin of form perception. *Scientific American*, 204, 66-72.
- Fantz, R. L. (1963). Pattern vision in newborn infants. *Science*, 140, 296-297.
- Fantz, R. L. (1964). Visual Experience in infants: decreased attention to familiar patterns relative to novel one. *Science*, 146, 668-670.
- Fantz, R. L., & Yeh, J. (1979). Configurational selectivities: critical for development of visual perception and attention. *Canadian Journal of Psychology*, 33, 277-287.
- Teller, D. Y. (1979). The forced-choice preferential looking procedure: A psychophysical technique for use with human infants. *Infant Behavior and Development*, 2, 135-158.