The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	パターン認知の熟達化の要因の検討
Author(s)	中島, 義明; 川村, 智
Citation	大阪大学人間科学部紀要. 1998, 24, p. 195-212
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/12744
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

パターン認知の熟達化の要因の検討

中　島　義　明
川　村　　智

目　次

Ⅰ．諸領域における熟達化の研究
Ⅱ．視覚的パターン認知における熟達化

パターン認知の熟達化の要因の検討

中島義明
川村　智

熟達者（expert）とは、種々の技能分野において訓練や経験によって一般の人（非熟達者：non–expert，初心者：novices）よりも優れたパフォーマンスを示す人たちをいう言葉である。そして、熟達者になる過程を熟達あるいは熟達化（expertise）ということができる。種々の領域で熟達者と非熟達者が存在することは、訓練や経験によって知覚、学習、記憶、思考といった人間の認知機能がさまざまに変化することをよく示すものであり、熟達化をもたらす要因を調べることは、人間の認知過程を明らかにする上で大きな手がかりとなると考えられる。また、われわれ各人はそれぞれの実践的分野において熟達者であることを求められているわけであり、熟達化についての研究成果は応用的価値が高いものであるといえる。このような重要性から、近年熟達化に関する研究が盛んになってきているのであるが、これまでのところ統括的に熟達化を論じた文献は少ない。その理由は上で述べたように熟達化があまりに広い実践領域でみれらる現象であるためにそれぞれの領域に特定化された研究になりやすく、統括的に論じることが難しいことである。熟達化の背後に想定される認知プロセスの内容も多様である。後述するように、熟達化のあるものは思考やメタ認知という高次の認知過程に主に関連し、あるものは知覚的あるいは身体的な下位技能に関連する。また、熟達化という言葉で表すパフォーマンスの性質も研究によって、速度であったり、正確さであったり、詳細さであったり、完成度であったりとさまざまである。本論においても、いくつかの領域における熟達化研究を概観するが、その目的は各領域での関心の対象と背景に考えられている認知プロセスが相互に異なっていることを示すにとどめ、統合的な説明をすることは意図しない。

本論の主題は、視覚的に提示される対象に対するパターン認知の熟達化に関するものである。視覚的パターン認知の熟達化に関連すると考えられる日常事態は数多い。鑑定家や検査師の識別能力、医師の視診能力、スポーツの熟達者がボールや相手の動きに対してすばやく反応する能力、校正者が誤字・脱字を発見する能力など、視覚的対象についての情報処理が大きな位置を占める課題・作業には多く熟達化の現象が観察される。そのような現象の認知心理学的解明はいまだ十分ではない。おそらく実践的要請の寡多のためであろうと思われるが、問題解決・教科学習など高次の技能や、運動技能などの熟達化は比較的古くから関心をもたれ研究が重ねられている一方、パターン認知の熟達化に焦点を当てた研究は近年になってようやく議論のためのデータが整い始めたところ

である。しかしながら、従来からのパターン認知の研究の中に熟達化の議論に資すると考えられるものは多くあり、本論ではそれら関連研究を一つの土台として視覚的パターン認知の熟達化を論じることにする。

I　諸領域における熟達化の研究

熟達化はかなりの期間を要して実現される現象である。というより短時間で誰もが到達できるようなパフォーマンスの向上を熟達化というのはふさわしくない。従って熟達化は、通常の実験室的実験のように一人の被験者に対してあるいは等質の能力をもつ被験者に対して課題変数の操作によって熟達化の要因をコントロールするという手法が用いられにくいテーマであるといえる。そのため、これまでの多くの研究はすでに熟達化がなされている熟達者とそうでない非熟達者との比較や、発達的変化の測定という方法が用いられている。また、このような方法論をとった場合、現実に存在する熟達化の事例を研究素材とさざるをえず、種々の２次変数が予想される複雑な実際的現象を扱うことになる。熟達者と非熟達者のギャップが顕著でありまた、日常性の高い題材に対してより多くの関心を持たれることも必然であろうろ思われる。本節ではまず、熟達化研究の幅広い研究領域からいくつかの研究を概観し、そこで議論されている要因を整理する。

１．株価予測課題での初心者と熟達者の比較 ― 情報選択の要因

Johnson（1988）は、経済学の初学者と熟達者（プロの証券アナリスト）について実際の40種の株価を予測させる課題を用いて、両者の違いを探っている。予測のための資料としておのおのの株について22の情報が与えられた。結果の重要な部分は、用いられた情報の数であり、初学者が与えられた情報のほとんどすべてを用いたのに対し、熟達者は平均して半数程度の情報しか用いてないことであった。被験者による予測と実際の株価とのずれを測定したところ、熟達者の予測がより正確であることが示された。また、予測に要した時間が熟達者において短いこと、熟達者が多くの与えられた情報のうちの特定の情報の分析に時間をかけることなども示されている。これらのことから、熟達者は、予測・判断に必要で有効な情報を選択し、選択されたものについて詳細な処理を行っていることが示唆される。

初学者に比べて熟達者がより正確な処理をしていることが示されたのであるが、熟達者の処理様式が考えうる予測方法の中でもっとも効果的なものかというと必ずしもそうではない。株価の予測は実際には専門的アナリストの判断と並んで統計学的な手法が用いられている。そのもっとも単純な手法は線形回帰モデルを用いるものである。株価を株価の変動に関連する数値の線形和で表現し、実際の株価にもっとも適合する重みづけ係数を求める方法である。Dawes（1971）はこのようなもっとも単純な統計モデルでも熟達者の判断よりも正確であることを示している。このような単純な数理モデルに基づ

いたシステムが高いパフォーマンスを示すことは手書き文字認識などにおいても広く見られている。計算機科学や人工知能などの理工学研究と認知研究の交流は盛んになっているが、お互いの成果への過度な依存は誤りをもたらす危険をもつ。熟達化の研究においても理工学におけるパターン認知システムや制御システムの研究などと対応する要素の大きい部分はあるが、熟達者の処理様式を機械論的、純理論的に効率がよいとされたものと同構造であると仮定するような誤りを生じないよう注意しなければならない。

2．問題解決における熟達化 ― 解決活動の制御の要因

問題解決の領域も熟達化に関する研究の多いフィールドである。研究者によって扱う素材も様々でありまた、その背景に想定されている要因も多様であるが、ここでは、近年思考研究において重視されているメタ認知にかかわる解決活動の制御の要因を調べた研究を取り上げる。Shoenfeld（1985）は、幾何学の問題の解決における初学者と熟達者の解決過程をプロトコル分析して比較した。彼は、解決活動を、読解、分析、探索、情報獲得と局所評価、計画、実行、確認という種類の活動に分け、時間の経過とともに被験者の行う解決活動がそれらのうちのどの活動に分類されるものになるかを検討した。その結果、まず、初学者においては、問題の読解からすぐに答えに関連しそうな事項の探索に移行し、解決活動のほとんどの時間がこの探索に費やされることがわかった。一方、熟達者においては、いくつもの種類の活動の間を行き来することが示された。上述の活動のうち情報獲得と局所評価とは、解決途中での新しい情報の取り込みと現在行っている活動の自己評価を表すが、この活動は初学者ではほとんどみられないのに対して、熟達者では何度も行われるという点に特徴がある。また、熟達者では単に多くの活動の間を行き来するのではなく、一定の順序をもったサイクルが繰り返されることも示されている。すなわち、熟達者は、解決の計画を立て常に自分の行う活動とその計画が妥当であるかどうかを検討するというように、解決活動の制御を効果的に行うのが特徴といえるだろう。また、この研究における熟達者は、数学の専門家ではあっても幾何学の専門家ではないので、制御という要因は領域に固有の性質をもつのではなく、領域普遍的なメタ認知的要素の熟達化であることも示唆されるであろう。

3．チェス熟達者に関する研究 ― 知覚のチャンク化と領域固有的知識の利用

チェスは熟達化研究において多くの研究が蓄積されている素材である。欧米においてゲームそのものがきわめてポピュラーであることも一因であろうが、勝敗によってその熟達レベルが客観的に評価できること、超熟達者から初心者までそのレベルが広く分散すること、ゲームの内容自体は複雑ではあるがルール上はよく定義された課題であることなど、熟達化に関連するさまざまな要因を総合的にまた組織的に調べるのに好都合な素材であるからだといえるであろう。

Chase & Simon（1973）は、知覚のチャンク化の要因に関連させてチェスにおける

熟達化を論じている。彼らは、チェスの熟達者と初心者に対して、チェスのゲーム途中の駒の配置を5秒間で覚えさせ、正確に再生できるまで繰り返させて、その繰り返しの回数を測定した。その結果、正しく再生されるまでの回数は熟達者において少ないことが示された。また、駒の配置がランダムだと熟達者と初心者で回数に差がないことも示された。これらの結果は、熟達者が一定数の駒のまとまりをチャンク化してひとまとまりに処理することを示唆するものである。また、このチャンク化はチェスの駒の配置という既存知識に基づいて行われるものと考えられる。

もっとも、チェスの熟達化の要因は、チャンク化とそれの基となる駒の配置に関する知識に限定されるものではなく、チェスに関する駒の配置以外の専門的知識や手の選択の基となる評価基準、思考の制御といった様々な要因が関係していると考えられる。

ところで、領域に固有の知識については、熟達者が単に膨大な知識を有しているというだけでなく、その知識がどのように構造化されているかがむしろより本質的な問題になるものである。この点は、それ自体が現在発展途上の一大領域である概念やカテゴリゼーションの研究に負うところが大きいため、知識の構造化と熟達化がいかに関わっているかについての論議はまとまったスペースを要するのでここでは行わない。

4．熟達化に関連する諸要因

できるだけ、質の違った要因が拾えるように種々の領域の代表的な研究を取り上げたが、熟達化に関連する要因を列挙すれば、ここに挙げただけでも少なくとも、情報選択、解決活動の制御、知覚のチャンク化、領域固有的知識の構造、という認知プロセスの異なった側面に関わると思われる4つの要因が指摘される。さらに、次節ではこれらとはまた異なった、視覚情報の符号化という要因を新たに取り上げる。冒頭で述べたように、あらゆる認知活動の熟達化を統合的に説明することが困難であり、それぞれの領域において独立の文脈で熟達化の問題が論議されてきたことの必然性が納得されるものである。今後も、これまで通り各領域、というより、各研究素材に依存して個々の研究が進められていくであろうし、また、ある意味ではそうあるべきであろう。しかし、研究の主眼が熟達化という点にあるのであれば、熟達化という横断的な切り口で蓄積された知見を総覧する作業も必要であろう。各研究素材にはそれぞれ多くの研究が集中的に扱う要因がある。これはもちろん、その研究素材において最も決定的となるような要因が選ばれているはずであるが、重要性にかかわらず相対的に他の要因は議論の機会が少なくなるということが起こり得る。ある研究素材の熟達化についてより確実な知識を構築するためには、それに関わるであろう要因を総合的に評価する必要があるだろう。そのためには、熟達化と言われる現象に関連しそうな要因とその基本的なプロセスについて概観しておくことが重要になるだろう。また、まったく性質の異なるように見える研究素材同士が多くの共通の認知的プロセスを共有していることも考えられる。その場合にも、横断的に他の研究文脈での熟達化研究に通じておくことは有益であろう。

なお、本論では触れないがスポーツや運動技能に関する研究領域においても熟達化の問題は一つの重要なテーマであり盛んな研究が行われている。運動技能においては筋、骨格系などの生理学的要素の占める役割が大きく、熟達化を論じる上においてもそのような文脈における研究が主流をなしてきているのであるが、例えば、複雑な運動の制御という側面を考えれば認知心理学的な要素がむしろ中心的な問題となるわけである。かつてあまり関心を寄せられてなかった運動系の認知心理学的な研究も一つの分野として確立されつつあるので、この運動系に関する熟達化の認知的側面についての研究も今後広がっていくと思われる。さらに、スポーツや他の身体的運動を要する活動には、運動という出力系ばかりでなく、対象や状況の知覚・認知といった入力系・中央処理系の機能が関係する。そのような入力系が出力系とはある程度独立して機能する運動場面についてはそれぞれの領域で研究を進めればよいが、入力系と出力系の活動の状態が互いに相互作用するような場面については、新たな立場で研究を行わなければならないだろう。実際の運動場面にはそのような要素が多分に含まれていると思われる。

Ⅱ 視覚的パターン認知における熟達化

他の領域と同様、視覚的パターン認知の熟達化に関しても、日常的で一般的な現象にまず関心が持たれたのは必然であるといえよう。具体的にいうと、視覚的パターン認知に関する熟達化の論議は人の顔の認知や、顔認知に関連させたものが大きな部分を占めているのが現状である。

視覚的パターンの弁別や同定の熟達化を論じるにあたって、課題に用いられる刺激集合の性質についてある明確な区別しなければならない。それは、刺激集合が同質なすなわち刺激相互が類似したものによって構成されているか、そうでないかの区別である。前者の典型的な例は、人の顔である。顔はどれをとっても共通の構成要素をもちその配置においても大きな共通性がある。この場合、刺激同士の弁別、同定において主な情報源となるのは共通構成要素あるいはそれら要素間の量的変化である。一方、後者すなわち刺激集合のメンバーの共通性が低いものを弁別、同定する例としては、ある動物種が上位のカテゴリーのどれに属するかを判断するような事態（カテゴリゼーション）が挙げられる。この場合、弁別や同定において、刺激の構成要素の量的な変化よりは、個々の刺激がどの種類の要素によって構成されているかという質的な変化が判断の基礎としての情報源となると考えられる。

カテゴリゼーションの問題は、実験の素材として視覚的パターンが利用される場合においても、最終的な処理段階においては概念や知識の構造という内容に関わるものであり、視覚パターン認知という文脈においてよりはむしろ、知識構造の研究、概念研究などを主たる背景として論じるべきものであると考えられる。したがって、それらのパフォーマンスの熟達化に関しても、そのような文脈において論じるのが妥当であるとい

えるだろう。

以下では、顔認知の熟達化の研究とその成果の視覚パターン認知一般への拡張を試みる研究を通して、同質な刺激同士の弁別、同定の熟達化を論じていく。

1．顔認知における示差性の役割

顔の弁別や顔による人物同定という顔の認知の熟達化を論じる前に、その基礎となる部分、すなわち、顔に含まれるどのような情報が心的に符号化されているかについて明らかになりつつある知見をまず整理したい。

〔示差性による顔情報の符号化〕

顔認知についての初期の研究では、すべての顔に対して符号化される有限個の固定的なパラメータのセットが存在するとするものであると想定されていた(Rhodes, 1986を参照）。これに対し、Rhodesら（1987）は、個々の顔に関して示差的なものはすべてその顔の心的表象内に符号化されるとしている。ここにおいて、「示差的である」とは、経験される顔の集合の平均像、いわゆる「普通の顔」からずれていることをいう。すなわち、個々の顔は、平均的な顔からどうずれているかを符号化して表象しているという主張である。この主張は、示差的な顔（平均的な顔からかけ離れた顔）はそうでない顔（より普通の顔）よりも認識されやすいという多くの報告 (Bartlett et al, 1984；Cohen & Carr, 1975；Going & Read, 1974；Light et al, 1979；Valentine & Bruce, 1986）に基づいている。

〔Brennan（1985）の平均顔、強調顔生成プログラム〕

Brennan（1985）は、コンピュータによって上述の平均顔を生成するプログラムを作成した。この手法は、どんな顔も基本的には同じ部分と同じ形状（部分同士の関係）を共有するという点で顔は同質の集合を構成するものであること、より具体的には、ある顔の集合におけるすべてのメンバーに対してトポロジカルに同相の対応点を特定できるという前提に基づく。その手法を簡単に説明すると、まず、研究に用いられる顔の集合内のそれぞれの顔の写真をトレースして線画を作成する（以下、これを原画像とよぶ)。そしてすべての原画像の対応する点の座標を平均したものをプロットし、新たな画像を作成する。これが、集合内の顔の平均顔であるとする（Diamond & Carey, 1986)。さらに、それぞれの原画像について、強調顔と反強調顔を作成することができる。強調顔とは、ある原画像について平均顔からの対応点のずれを計算し、そのずれをすべての点について一定比率で大きくした値をプロットするというものである。比率を大きくすれば平均顔からある顔の特徴がより強調されるものになる。反強調顔とはその逆で、平均顔からのずれを一定比率で小さくした値をプロットするものである。この比率をより小さくすると、個々の顔の特徴が消え、平均顔に近づくことになる。前項で説明した示差性はこの強調顔についても言及される。変形の比率を大きくしたものが示差性の大きい顔ということになる。ただし、前項における示差性が、顔集合のメンバー間で異なるの

に対して、この強調顔の示差性は個々の顔において変形度の違いにより異なるという点で意味するものがやや違う。

〔強調顔作成法を用いた研究〕

コンピュータによる強調顔作成法を用いて、Rhodes ら（1987）は、示差性が個別の顔内で変化させたときにも示差性の効果が生じることを示すことに成功した。すなわち、示差的な強調顔が変形比率の同じ反強調顔より速く正確に同定されるのである。さらに、熟知した顔についてはさらに効果的に、強調顔が反強調顔または原画像より速く（ただし正確さにおいては差がない）同定されるという結果も示された。これは、原画像よりも変形された強調顔の方が同定を促進する可能性があることを示しており、示差的な情報によって顔が表象されているということを示唆するものである。しかし、強調顔の有効性は示差性を符号化するという理論と一致するものであるが、この理論に必要な条件ではない。なぜならば、示差的情報が符号化されていても、その情報の強調はかならずしも同定を促進しないという可能性もあるからである。

〔独立的特徴と相関的特徴の区別〕

Diamond と Carey（1986）は、ある集合内のメンバーを互いに区別するための特徴は、独立的特徴と相関的特徴の２種類に分けられると仮定している。顔の部分同士の距離、距離の比率、全体的な形状などは部分と部分との関係から規定されるものであり相関的特徴ということができる。それに対して、独立的特徴とは顔の他の部分を参照することなしに規定されるものであり、ある／なしで表現できる特徴（眼鏡着用の有無、頭髪など）と目の色や肌の黒さなど非空間的な特徴である。

２．顔認知の熟達化

〔相関的情報の役割〕

Diamond と Carey（1986）のいう相関的特徴の変動を符号化する能力が、同質の刺激の弁別における熟達化の重要な要因であるとする証拠が提出されている(Diamond & Carey, 1986；Rhodes et al, 1989)。顔以外の方向一義的な複雑な図形と比較して、顔における倒立の効果が大きいことが示されている。また、犬の専門家による犬の輪郭の認識も同様に倒立の影響が大きい（Diamond & Carey, 1986)。これらのことは、熟達者が相関的情報を用いているのに対して、非熟達者は倒立された刺激によって影響されにくい独立的特徴におもに依存していることを示している。

熟達者が相関的情報を用いていることは、自人種効果の研究からも見出されている。自人種効果とは、自分と同じ人種の顔が他の人種の顔よりも速く正確に認識されることを示す現象である。この場合、自人種の顔の集合への認知は他人種の顔の集合への認知よりも熟達していると考えることができる。この自人種効果についても倒立による妨害の効果が見出されている（Rhodes et al, 1989)。中国人と西欧人の被験者はともに、他人種よりも自人種の顔の認識が倒立によってより大きな認知の妨害生じるのである。

発達的研究も、相関的情報を符号化することが顔認知の熟達化において重要な要因であることを示している。正立した顔の認知は倒立した顔の認知よりも年齢によるパフォーマンス向上の度合いが大きい（Carey & Diamond, 1977；Diamond & Carey, 1977；Flin, 1985）ことが示されている。これは、年少者における顔認知の熟達化が相関的情報の利用の増大と関係することを示すものである。

〔独立的特徴／相関的特徴の区別の問題点〕

Rhodes と McLean（1990）は、Diamond と Carey（1986）の独立的特徴と相関的特徴の区別の恣意性を指摘している。空間的でない特徴（ある／なしのパラメーターや色）について考えるならばこの区別は問題ないが、空間的特徴に関しては混乱を生じるというのである。例えば、口は顔の基本要素であるという意味で独立な一つの独立的な特徴ともいえるが、口の大きさを変化させるならば、口と他の要素との距離や大きさの比をも変化させる相関的特徴とも考えることができる。Rhodes と McLean（1990）は、このような区別をしなくても、種々の特徴の相対的な重要性を考えること（重要なものを独立的特徴とすること）で解決できると考えている。

〔ノームベースの符号化モデル〕

Rhodes と McLean（1990）は、独立的特徴と相関的特徴の区別の問題点をクリアするための符号化のモデルを提起している。基本的なアイデアは、知覚可能なすべての情報を、刺激集合の中心的傾向を表すノーム（経験された同質刺激集合の平均像、あるいは生得的に有する規準像）との関係における相関的変位として符号化し、要素間の関係の中での相関的情報を一切符号化しないとすることである。

Valentine と Bruce は、Rhodes と McLean（1990）とは独立に、顔認知における示差性の効果を説明するために、ノームベースの符号化モデルを提起している(Valentine & Bruce, 1986；Valentine, 1988)。この２つのモデルは、Rhodes と McLean（1990）が符号化される特徴を空間的な変位に限定しているのに対し、Valentine と Bruce においては、空間的な変位に加えて他のすべての特徴も符号化するという点に違いがあるほかは、ほぼ同じであり、以降の議論には影響しないものである。

上記のノームベースの符号化モデルでは、このモデルにおけるノームは、カテゴリゼーションのプロトタイプモデル（Rosch, 1975； Rosch & Mervis, 1975）におけるプロトタイプとまったく異なる役割をものであることが強く主張されている。その主張は、「カテゴリゼーションのモデルにおいては、プロトタイプは刺激がそれとの類似している程度によって刺激がどのカテゴリーに属するかを決定するための情報である（Glass & Holyoak, 1986；Hochberg, 1978；Roth & Frisby, 1986；Smith & Medin, 1981)。一方、符号化モデルにおけるノームは、個々の刺激についての符号化されるため示差性の規準点として機能するものである。したがってこれは、カテゴリゼーションに関するモデルではない」というものである。この問題については最終節において再び取り上げる。

3．顔認知から他の視覚パターン認知への一般化

〔顔は特異な刺激か〕

前項までに述べた顔認知についてのモデル化や結果の解釈が、顔認知に特異的に成立するものにすぎないか、あらゆる視覚的対象の空間的情報を表象するための一般的なモデルとなりうるかが問題として残っている。顔における示差性の効果をもとにしたモデルは、共通の形態をもつ同質の刺激集合（犬、鳥など）のメンバー同士を弁別するプロセスを一般的に説明しうるだろうか。顔認識に関する研究から得られている結果は、熟達者は同質の刺激同士を弁別するのに示差的な空間情報を用いる可能性を考えさせるものである。

これに関して、顔は生態学的に特異な位置を占める視覚的対象で独自の刺激集合を形成するため、熟達者における示差性の効果は他の刺激領域では生じないであろうと指摘されていた（Davidoff, 1986；Ellis, 1983；Hay & Young, 1982；Rhodes, 1985）。また、Yin（1969, 1970）は、顔認知が他の方向一義性をもつ複雑な刺激よりも倒立によってより困難になることを示している。これらのデータは、顔認知が選択的に障害を受ける相貌知覚障害（prosopagnosia）の存在とあわせて、顔が独自の処理を受けることを示している。しかし、この相貌知覚障害の患者については、動物、鳥、建物、車、衣服、硬貨など類似した物理的特徴をもつ顔以外の物体に対しても困難を生じることを示す研究もある（Blanc-Garin, 1986；Damasio et al., 1986；De Renzi, 1986）。

〔ノームベースの符号化の鳥認知における検証〕

Rhodes と McLean（1990）は形状情報（相関的特徴）とノームベースの符号化が他の同質な刺激集合においても用いられるかを、顔認識の研究と同様に強調画生成の方法を用いて検討する実験を行っている。被験者に与えられた課題は、鳥の刺激集合における同定であった。鳥は共通の形状をもつメンバーからなる集合を形成するものであり、したがってノームからの変位を符号化することによって表象されるものであると考えられる。

まず、鳥の種類の同定の示差性について熟達者と非熟達者が比較され、いずれにおいても強調画が反強調画より速く認識されるという示差性の効果が見られ、顔の認知の結果と同様、ノームベースの符号化モデルから予測される結果が得られた。しかし、原画像に比較しての効果という点では、反強調画が原画像よりも認識が遅かったのに対し、強調画の方向には効果が現れなかった。顔において見られた強調画の効果が見られなかったことについては、刺激への熟知性のレベルの違いによるものであろうと考えている。この実験では種々の種類の鳥集合に対する鳥の種の同定であり、またここでの熟達者は鳥全般についての熟練者ではあったが特定の鳥の種に対する熟達者ではなかった。Rhodes と McLean（1990）は、強調効果は刺激集合が非常によく似ているものに対して熟達者が課題を行う場合に生じるのであろうと予測し、熟達者（鳥の分類学の専門家）

に対して非常によく似た鳥同士の弁別（複数種の燕の分類学的同定）を行わせる実験をおこなった。その結果、強調画に対する反応時間は反強調画、原画像のいずれに対するものよりも短いことが示され、同時に、強調画の効果は典型的な燕に対しての方が非典型的な燕に対してよりも大きいことも示された（典型性の評定 ― 刺激に用いたそれぞれの燕がどの程度燕らしいかの評定 ― は実験の数週間前に別立てで行われていた）。典型性の効果が現れた理由は非典型的な燕はそもそもノームから隔たりの大きいもので強調される必要がないからであると解釈されている。以上の結果は、限られた条件と被験者によるデータではあるが、顔を用いた実験で示されたノームベースの符号化モデルとの適合性が鳥認知についても認められることを示すものである。

〔典型性の効果と心的空間における表象分布〕

Rhodes と McLean（1990）の結果で特に注目すべき点は、強調画の効果は高い類似性をもつ鳥の集合に限ってみられたことである。彼らはこれについて、認識されるべき鳥が似ていないときは、心的表象の鳥空間に分散が大きいために、熟達者、非熟達者ともに強調されることによる効果は示されず、刺激の類似性が高いときにはじめて有効になると説明している。この説明は、高い類似性をもつ燕に対しては、強調画の有効性がより典型的な燕ほど大きいという結果とも整合するものである。

4．残される問題

〔Rhodes と McLean（1990）の結果の意義〕

Rhodes と McLean（1990）は、顔認知と鳥認知における結果が、熟達者と非熟達者の示すパフォーマンスの違い方まで含めて一致することから、顔認知で想定されたノームベースの符号化モデルが妥当であるとの解釈を得ようとしている。顔認知と鳥認知の結果の傾向が質的にはほぼ同じであることから、両者が共通の符号化にしたがっているという評価は妥当であろう。また、集合の同質性の程度を操作すれば傾向（強調することによる効果）が変わることから、顔認知が独自であるとする結果（Davidoff, 1986；Ellis, 1983；Hay & Young, 1982；Rhodes, 1985）に別な解釈を与えることができることもこの研究の優れた側面だろう。Rhodes と McLean（1990）が示そうとしたように、顔認知が特異なものでなく、他の同じように類似した刺激集合と共通の符号化が行われていることはかなり明瞭になっていると考えられる。

Rhodes と McLean（1990）が目指すところで最も認めるに慎重でなければならないことは、そもそもの土台である顔と鳥に共通する符号化が実際に、ノームベースの符号化モデルで仮定されているものであるかどうかである。彼らが示していることは、結果がこのモデルの予測するところと一致するということだけであり、このモデルでなければ説明できないということは示していない。実際彼ら自身が、ノームベースの符号化モデルは効果的に情報を表象することができるが、今のところ対立仮説がないだけで他のモデルでも結果を解釈できる可能性はある、ということを述べている。

〔可能な対立仮説〕

前述したように、同質な集合内のメンバーを符号化することに関して直接立てられた仮説はRhodesとMcLean（1990）の他には、ほぼ内容的に一致するValentineとBruceのノームベースの符号化モデルと、DiamondとCarey（1986）の相関的特徴と独立的特徴による符号化のモデルがある。ValentineとBruceのモデルについては、ノームを構成する特徴に空間的でないものも含んでいるだけで、構造は同じものである。少なくとも線画においては2つのモデルが説明するものは同じである。DiamondとCarey（1986）のモデルについても、既述したように、ノームベースの符号化モデル上で、示差的な特徴に相対的な重みづけを付加して処理されるとすれば現象的には同じになるわけで、同じ現象をどう記述するかという研究者側の問題に帰結されることである。

同質な集合内のメンバーをどう符号化するかという問題を離れて、一般的に視覚的対象をどう符号化するかという問題に範囲を広げれば、ノームベースの符号化モデルと明らかに異なるモデルを探すことができる。対象認知における近年のモデル（Biederrman, 1987；Hoffman & Richards, 1985；Marr, 1982；Marr & Nishihara, 1978）は、対象はその幾何学的な基本要素という形で表象されるとするものである。この表象された一次的成分が階層的に統合され、複雑な高次の内容を抽出するというものである。しかし、このモデルは、共通の形状をもって同質の集合を作る刺激の弁別を説明しようとすると不都合が生じる。一次的成分が少なく粗い表象化がなされるとすると同質の集合のメンバーを弁別するとき、その差異を表象することができない。一方、粗さを排除するために一次的成分において微妙な違いを表象するように仮定すると今度は連続的に変化する無数の成分を用意しなければならなくなる。

実際、RhodesとMcLean（1990）が述べているように、同質な集合内のメンバーの符号化について、種々のデータと整合するような対立仮説は存在していない。存在することを主張するために、ひとつ明らかに説明しておかなければならないことがある。同質の集合内の刺激同士の弁別に特有の符号化が必要だとしても、同じ対象は他の似ていない集合の刺激から弁別する必要が生じることもある。例えば、ある顔が人の顔か猫の顔かを判断するときである。これは他の対象符号化のモデルが必要である。これは、同じ対象に対して2種類の符号化がなされる可能性があるということになるであろう。まず、それを前提としなければならない。そしてその場合、2種類の符号化は常に平行して起こっているのか、あるいは、課題の要求に従って符号化のされ方が選択されるのかということである。このことは、ノームベースの符号化のモデルの妥当性に直接関係するものではないが、少なくとも研究者の立場としては明瞭にしておくべきであろう。

〔熟達化の直接の説明〕

上述の研究は他の関連する結果とあわせて、同質の刺激集合の認知において熟達者と非熟達者の間で示差的な情報の符号化のされ方が異なっていることを明確に示すものである。しかし、どのように異なっているか、例えば、符号化の過程が両者で異なってい

るのか、集団内のメンバーについての記憶表象の構造が異なっているか、については直接明らかにならない。Rhodes と McLean（1990）はデータから間接的に予想するものと前置きした上で、記憶表象の構造が異なっていると予測している。彼らは、熟達者は記憶表象自体が強調されたものになっていると考えている。顔で言えば、記憶しているのは原画像に近いものではなく、その示差的情報を強調した強調顔だということである。強調されて記憶空間内に互いに距離をおいて配置されるため、刺激による活性化の影響が隣り合った同士で干渉しないために弁別が鋭敏になるということである。

Rhodes と McLean（1990）は彼らのモデルが、カテゴリゼーションのモデルでないことを強調している。そのこと自体に異論はないが、カテゴリゼーションのプロセスも同時に働いている可能性はある。ノームベースの符号化が実際に行われているとしても、同質の刺激の弁別課題に見られる効果をすべてその過程の中で解釈しなければならないということはないだろう。とりわけ、熟達者と非熟達者の違いがどこにあるかという議論においては Rhodes と McLean（1990）は彼らの基本モデルにいくつかの仮定を付加して結果を解釈している点をがあるのをみれば、他のプロセスによる効果と考える余地は当然生じよう。顔は顔集合の中での位置づけがなされるだけでなく、集合外の刺激との関係において“顔”とカテゴライズしなければならない事態を生じる。顔の集合の中においても、ある顔が西洋人の顔に属するとか、東洋人の顔に属するというような判断を行うことがある。必ずしも正確ではないだろうが、顔集合が視覚的にも階層的にカテゴライズしていることも考えられる。さらにそのカテゴライズが示差的特徴の符号化をベースに行われている可能性すら否定できない。熟達化の一つの事例である自人種効果は、既知の顔集合のメンバーの認知が促進されるだけでなく、新しい事例の記憶をも促進する。これは、自人種の顔の表象（自人種が密集する表象空間）がよりカテゴリカルに構造化されているために精緻な処理を受けるという解釈をすることができる。一方、この効果をノームベースの符号化のモデルで説明しようとすればかなり複雑になるのではないだろうか。示差性の効果以外の視点で同質の刺激の認知における熟達化による影響を多様に探る必要がある。

引用文献

Bartlett, J. C., Hurry, S., & Thorley, W. (1984) Typicality and familiarity of faces. Memory and Cognition, 12, 219–228.

Biederman, I. (1987) Recognition–by–components : A theory of human image understanding. Psychological Review, 94, 115–147.

Blanc–Garin, J. (1986) Faces and non–faces in prosopagnosic patients. In H. D. Ellis, M. A. Jeeves, Newcombe, A. Young (Eds.) Aspect of Face Processing. Dordrecht : Martinus Nijhoff.

Brennan, S. E. (1985) The caricature generator. Leonardo, 18, 170–178.

Carey, S. (1981) The development of face perception In G. Davis, H. Ellis, J. Shepherd (Eds.) Perceiving and Remembering Faces. New York : Academicc Press.

Cohen, M. E., & Carr, W. J. (1975) Facial recognition and the von Restorff effect. Bulletin of the Psychonomic Society, 6, 383–384.

Damasio, R., & Damasio, H., & Tranel, D. (1986) Prosopagnosia : Anatomic and psychologic aspects. In H. D. Ellis, M. A. Jeeves, Newcombe, A. Young (Eds.) Aspect of Face Processing. Dordrecht : Martinus Nijhoff.

Chase, W. G. & Simon, H. A. (1973) Perception in chess. Cognitive Psychology, 4, 55–81.

Dawes, R. M. (1979) The robust beauty of improper linear models in decision making, American Psychologist, 34, 571–581.

Davidoff, J. B. (1986) The specificity of face perception : Evidence from psychological investigation. In R. Bruyer (Ed.) Neuropsychology of Face Perception and Facial Expression. Hillsdale, NJ : Erlbaum.

De Renzi, E. (1986) Current issues on (sic) prosopagnosia. In H. D. Ellis, M. A. Jeeves, Newcombe, A. Young (Eds.) Aspect of Face Processing. Dordrecht : Martinus Nijhoff.

Diamond, R., & Carey, S. (1977) Developmental changes in the representation of faces. Journal of Experimental Child Psychology, 23, 1–22.

Diamond, R., & Carey, S. (1986) Why faces are and are not special : An effect of expertise. Journal of Experimental Psychology : General, 115–117.

Ellis, H. D. (1983) The role of the right hemisphere in face perception. In A. W. Young (Ed.) Functions of the Right Cerebral Hemisphere. London : Academic Press.

Flin, R. H. (1985) Development of face recognition : An encoding switch ? British Journal of Psychology, 76, 123–134.

Glass, A. L., Holyoak, K. J. (1986) Cognition. New York : Random House.

Going, M., Read, J. D. (1974) Effects of uniqueness, sex of subject, and sex of photograph on facial recognition. Perceptual and Motor Skills, 39, 109–110.

Goren, C. C., Sarty, M. & Wu, P. Y. K (1975) Visual following and pattern discrimination of face–like stimuli by newborn infants. Pediatrics, 56, 544–549.

Hay, D. C., & Young, A. W. (1982) The human face. In A. W. Ellis (Ed.) Normality and Pathology in Cognitive Functions. London : Academic Press.

Hochberg, J. E. (1978) Perception. Engelwood Cliffs, NK : Prentice–Hall.

Hoffman, D. D., & Richards, W. A. (1985) Parts of recognition. In S. Pincker (Ed.) Visual Cognition. Cambridge, MA : MIT Press.

Johnson, E. J. (1988) Expertise and decision under uncertainty : Performance and process. In M. T. H. Chi, R. Glaser & M. J. Farr (Eds.) , The nature of expertise. Hillsdale NJ : LEA.

Light, L. L., Kayra–Stuart, F., & Hollander, S. (1979) Recognition memory for typical and unusual faces. Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory, 5, 212–228.

Marr, D. (1982) Vision. San Francisco, CA : Freeman.

Marr, D., & Nishihara, K. (1978) Representation and recognition of three dimensional shapes. Proceedings of the Royal Society of London, Series B, 200, 269–294.

Rhodes, G. (1985) Lateralized processes in face recognition. British Journal of Psychology. 76, 249–271.

Rhodes, G., Brennan, S., & Carey, S. (1987) Identification and ratings of caricatures : Implications for

mental representations of faces. Cognitive Psychology, 19, 473–497.

Rhodes, G., & Moody, J. (1990) Memory representations of unfamiliar faces. New Zealand Journal of Psychology, 19, 70–78.

Rhodes, G., Tan, S., Brake, S., & Taylor, K. (1989) Expertise and configural coding in face recognition. British Journal of Psychology, 80, 313–331.

Rhodes, G., Tan, S., Brake, S., & Taylor, K. (1989) Race sensitivity in face recognition : An effect of different encoding processes. In A. F. Bennett, K. M. McConkey (Eds.) Cognition in Individual and Social Contexts. Amsterdam : North–Holland.

Rosch, E. (1975) Cognitice representations of semantic categories. Journal of Experimental Psychology : General, 104, 192–233.

Rosch, E., & Mervis, C. B. (1975) Family resemblances : Studies in the internal structure of categories. Cognitive Psychology, 7, 573–605.

Roth, I., & Frisby, J. P. (1986) Perception and Representations : A Cognitive Approach. Milton Keynes : Open University Press.

Shoenfeld, A. H. (1985) Mathematical problem solving. Academic Press.

Smith, E. E., & Medin, D. L. (1981) Categories and Concepts. Cambridge, MA : Harvard University Press.

Valentine, T., & Bruce, V. (1986) Recognizing familiar faces : The role of distinctiveness and familiarity. Canadian Journal of Psychology, 40, 300–305.

Valentine, T., & Bruce, V. (1986) The effects of distinctiveness in recognizing and classifying faces. Perception, 15, 525–535.

Yin, R. K. (1969) Looking at upside–down faces. Journal of Experimental Psychology, 81, 141–145.

Yin, R. K. (1970) Face recognition by brain–injured patients : A dissociable ability ? Neuropsychologia, 8, 395–402.

Discussion on Factors Affecting the Expertise of Pattern Recognition

Yoshiaki Nakajima and Satoru Kawamura

This article discusses factors accounting for expertise of human cognitive performance, surveying a number of researches in the wide range of field which are related to this discussion. Although the main interest of this article is in the expertise of visual recognition, especially in the expertise of recognition of homogeneous visual stimuli, studies on experts of forecasting stock prices, solving mathematical problem, and chess are discussed in brief to list the most different sorts of the factors underlying expertise. These studies indicated that experts have higher ability of selecting information being useful for required task solving, more skillful control of activities for problem solving, larger size of perceptual chunking units, and/or more systematic structure of knowledge for relevant issue than non–experts.

Expertise of recognition of homogeneous visual stimuli is discussed in detail. Homogeneous stimuli are stimuli all of which share the same basic configuration such as faces, birds, horses and so on. It is supported by many empirical studies that whatever is distinctive about and individual faces is coded in the mental representation of that face. Using a computerized caricature generator, Rhodes et al. (1987) demonstrated distinctiveness effects when distinctiveness was varied within faces and that caricatures of highly familiar faces were identified more quickly than uncaricatured or verdical drawings. Based on these findings, Rhodes and McLean (1990) proposed norm–based coding model for recognition of homogeneous stimuli. The model hypothesizes that, for homogeneous classes whose members share a common configuration, distinctive configural information may be coded as metric deviations from a spatial norm. They demonstrated similar distinctiveness effects in bird identification. Further, increasing distinctiveness did not impair performance compared with that for veridical drawings. From these results, they concluded that the norm–based model can generally applied to recognition of any homogeneous stimuli as do for faces recognition.

At the view point of expertise of homogeneous stimuli, there still remain some problems to be solved. Rhodes et al. did not clarify directly how distinctive information is coded in mental representation, and how the way of coding differs between experts and nonexperts. Further, Rhodes et al. only showed that the performance of experts and nonexperts for homogeneous stimuli is NOT INCONSISTENT with their model. Other mod-

els might also explain their results, although no alternative models have not been proposed so far.