

弁別移行学習パラダイムによる認知障害の 神経心理学的評価再考

— Kendler のレベル理論から —

橋本 優花里・利島 保

(2002年9月30日受理)

Reconsideration on the neuropsychological assessment for cognitive dysfunctions
in discrimination shift learning paradigm

— From the view point of Kendler's level theory —

Yukari Hashimoto and Tamotsu Toshima

The visual discrimination shift learning task has been used to assess the attentional set-shifting deficits instead of Wisconsin Card Sorting Test (WCST). From a developmental psychological point of view, the discrimination shift learning tasks has been used to investigate developmental changes of learning on the basis of various developmental studies. Kendler (1995) has been proposed the level theory to explain cognitive process that governs discrimination shift learning. This theory suggests that the discrimination shift learning paradigm can be used as a *modus operandi* for the more wide study of cognitive dysfunctions since the precise analysis of the learning process in discrimination shift learning can give us various information about the cognitive deficits after brain damage more than attentional deficits. This paper discusses the assessable range of cognitive dysfunctions by means of the discrimination learning paradigm based on Kendler's level theory.

Key words: discrimination shift learning paradigm, attentional-set shifting deficits, level theory

キーワード：弁別移行学習パラダイム，注意セットの移行障害，レベル理論

1. 序

近年，ウィスコンシンカード分類課題(以下，WCST)に代わり，弁別移行学習課題を用いた神経心理学的評価が多く行われている。神経心理学的領域では，弁別移行学習課題は脳損傷者の特定の認知障害を評価するために適用されている。評価される認知機能は，脳損傷患者の移行能力，仮説生成能力などであり，それぞれが目的とする認知機能が評価可能な移行学習手続きを課題に含めて考案されている。弁別移行学習課題は，

本研究は，第一著者および第二著者が研究分担者である平成13年度科学研究費補助金基盤研究B（課題番号13410037）の一部として行われた。

学習理論を背景に，多くの発達の研究によりさまざまな認知機能の発達過程のメカニズムが明らかにされている。しかし，神経心理学的領域ではそれに言及している論文は少ない。

Kendler(1995)によれば，弁別学習は抽象能力を検討するための手続きであり，種々の移行学習手続きを行うことによって，対象とする被験者の弁別学習過程を推測できる。発達心理学的な先行研究をふまえると，弁別移行学習課題や分類課題を用いて神経心理学的に検討されてきた注意の移行能力や仮説生成能力は，弁別学習過程の一部に過ぎず，手続きから得られる行動レベルでの情報に過ぎない。

本論文では，まず，弁別移行学習課題の一般的手続きを説明した後，弁別移行学習課題を用いた近年の神

経心理学的評価の動向を概観する。そして、学習心理学実験や発達の研究によって構築された弁別移行学習過程の成立に関する諸理論を元に、認知機能の評価を包括的に検討することの意義を考察する。

2. 弁別移行学習課題

弁別移行学習課題は、2つ以上の連続する弁別課題からなっており、最初の学習を原学習、後続の学習を移行学習と呼ぶ。課題の複雑性は弁別刺激に含まれる次元の数によって操作し、正反応であるかどうかを決める刺激次元を関連次元、無視すべき刺激次元を非関連次元として任意に定めることができる。原学習でいくつかの次元(e.g., 大きさと色)と価(手がかり, e.g., 大きさ: 大・小, 色: 黒・白)からなる刺激対について、適切な関連刺激次元に基づく正刺激の価の弁別をする。そして、ある一定の連続正反応試行の基準に到達した場合に学習が成立したとみなし、事前の通告なしに移行学習を行う。移行学習事態では、同一刺激対、あるいは同一次元を持つが価の異なる刺激対(total change design, Slamecka, 1968)を用いて、別の刺激次元あるいは同じ次元内の別の刺激価の選択を学習する。被験者は、原学習と移行学習のいずれにおいても、一連の刺激対に対する反応の正誤のフィードバック情報が実験者より与えられ、そのフィードバックに基づいて関連次元を見出し、正しい刺激を連続的に選択するように要求される。

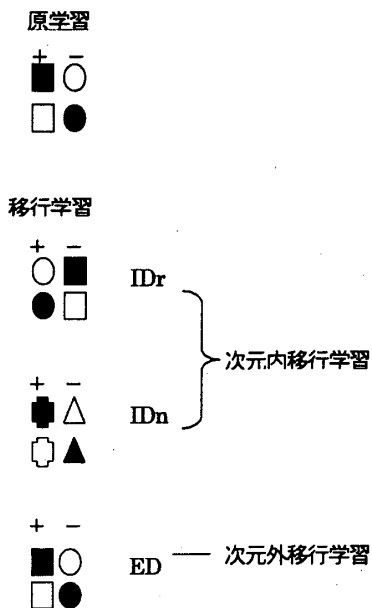


図1. 弁別移行学習課題例

IDnは異なった刺激対を用いた場合の次元内移行学習を、IDrは同じ刺激対を用いた場合の次元内移行学習(逆転移行学習)を示す。

移行学習条件には、一般的に次元内移行学習(intra-dimensional shift; 以下, ID)と次元外移行学習(extra-dimensional shift; 以下, ED)の2種類が考えられる。この2つは、原学習と移行学習の関連刺激次元が同一か異なるかで区別される。また、原学習と移行学習で同一の2次元2価の刺激を用いた場合、次元内移行の関連刺激は原学習での関連刺激とは逆の価となり、その意味で次元内移行学習は、逆転移行学習とも呼ばれる。一方、次元外移行では半分の関連刺激が原学習と同じになるため、次元外移行は、非逆転移行とも呼ばれる。これらの弁別移行学習の呼び方は各研究者間で異なっており、次元内移行学習と逆転移行学習を区別する場合もある。本稿では、異なった刺激対を用いた場合の次元内移行学習をIDn、同じ刺激対を用いた場合の次元内移行学習(逆転移行学習)をIDrとした。図1にそれぞれの課題例を示した。

3. 弁別移行学習課題を用いた神経心理学的評価の近年の動向

先述したように、神経心理学的領域では、弁別移行学習課題は、仮説生成能力の障害と移行能力そのものに焦点をあてた注意セットの移行障害を検討する課題の2通りに適用されている。

脳損傷による仮説生成能力の障害を検討した研究では、Cicerone, Lazar, & Shapiro(1983)がある。Cicerone et al.(1983)は、前頭葉損傷患者の仮説生成能力を調べるため、フィードバックを与える試行を限定した空白施行法(Levine, 1966)による弁別移行学習課題を行った。その結果、前頭葉腫瘍の患者は、後頭腫瘍の患者に比べて成績が低く、負のフィードバックを有効に利用して適切な仮説を見出すことに困難を示した。これらの結果から、Cicerone et al.(1983)は、前頭葉損傷の患者が多次元の手がかりに注意を向けること、そして情報の中から関連あるものを切り離すためにフィードバックをモニタリングすることに障害を示すことを示唆した。

Joosten, Coenders, & Eling(1995)は、Cicerone et al.(1983)と同様に、空白試行法を用いた弁別移行学習課題をパーキンソン病患者に実施した。その結果、パーキンソン病患者は移行学習達成において健常群よりもより多くの試行数を要したものの、移行条件による差は示さなかった。さらに、パーキンソン病患者と健常群では、使用する方略にも違いがなかった。

また、Oscar-Berman(1973)は、コルサコフ症患者、アルコール中毒患者、そして失語症の左半球損傷患者を対象に、空白試行法による2次元2価の弁別学習を

行った。この結果、コルサコフ症患者も失語症患者も仮説生成が可能であり、それを使用することの障害は示さなかったが、コルサコフ症患者は負のフィードバックにも関わらず、一つの仮説に固執する傾向を示した。また、被験者の解への焦点化(focusing)能力を検討するため、被験者の各フィードバックの後に残る仮説(各フィードバックの後には、残る生成可能な仮説は徐々に少なくなる)と、実際に被験者の使用した仮説の一致度を調べた焦点化スコアを算出した。それによると、コルサコフ症患者は失語症患者よりも低いスコアを示し、符号化、再符号化、また外部からの情報の保持などに障害を示した。

弁別移行学習課題を用いて脳損傷による注意障害の研究を精力的に行っているグループに Roberts らがあげられる。Roberts, Robbins, & Everitt(1988)は、WCST で要求される様々な認知的要求を分離するための方法として、連続した複数の弁別学習から構成される弁別移行学習課題を発展させた。課題は、1) 1次元(形)の弁別学習と IDr, 2) 形と線からなる2次元の弁別学習と IDr, 3) 関連次元の刺激価は同じで、非関連次元のみ新しい刺激価を用いたプローブテスト, 4) 1)~3)とはまったく異なる刺激価の IDn と ED の4種の刺激による一連の弁別学習から構成された。例えば、まず、1次元の弁別学習では、青い形Aまたは形Bのどちらについての学習を行い、続いて IDr を行った。次に二次元の弁別学習では、1次元の弁別学習で使用された刺激の上に、異なった2つの線を重ねたが、弁別する刺激は1次元の弁別学習と同じ形であり、1次元の場合と同様に IDr を続けて行った。プローブテストでは、非関連次元である線について新しい刺激を用い、弁別学習はそれまでの学習と同じ形について行った。IDn と ED では、形も線もまったく新しい刺激を用い、IDn の場合は形の、ED の場合は線の弁別学習を行った。つまり、プローブテストまでは一貫して同じ刺激について弁別学習を行った。図2に Roberts et al. (1988) の課題例を示した。

Roberts et al. (1988) のパラダイムの第一の特徴は、特定の刺激に対する部分的な強化によって学習が成立することを避けるため、同次元を持つが価の異なる刺激を用いて次元の学習を促進させていることである。また、発達の研究で用いられた弁別移行学習とは異なり、刺激次元を分離して呈示している。このパラダイムを用いて、Roberts et al. (1988) らは、刺激次元の選択においては、動物(例えば、ネズミ)での学習を容易にするため、動物の視覚システムに対応する刺激で、かつ連続性のないもの(例えば、波長や大きさ)を刺激次元の選択で考慮した課題を行っている。

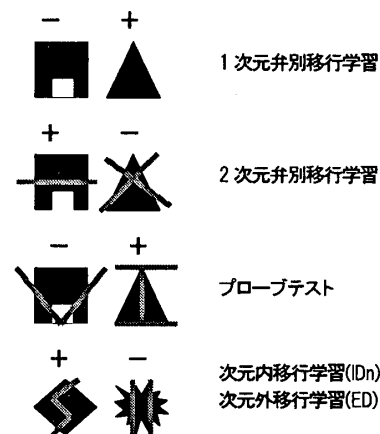


図2. Roberts et al. (1988) の課題例
 図中のプラス(+)は正刺激を、マイナス(-)は負刺激を示す。

Dias, Robbins, & Roberts (1996a, 1996b, 1997) は、哺乳類の破壊実験を行った。その結果、前頭前野眼窩側部の切除では IDr の移行障害が認められ、ED の移行障害は認められなかったが、前頭前野背側部の切除では逆の結果が見出された。同様に、Roberts, Robbins, Everitt, & Muir (1992) は、前脳基底部からの上昇するコリン作動性の投射の減少により IDr の障害を見出す一方で、Roberts, De Salvia, Wilkinson, Collins, Muir, Everitt, & Robbins (1994) では、前頭前野のドーパミンの減少が ED の移行に大きく関わっていることを見出している。

さらにこのパラダイムを適用した損傷患者を対象にした実験として、Dowens, Roberts, Shahakian, Evenden, Morris, & Robbins (1989) は、パーキンソン病を対象に、注意セットの移行障害における投薬の効果を調べた。その結果、投薬の有無に関わらず、パーキンソン病患者は ED において低い成績を示した。Owen, Roberts, Polky, Sahakian, & Robbins (1991) は、前頭葉切除、側頭葉切除、そして扁桃-海馬切除の患者群を若年および高年健常群と比較した。その結果、前頭葉切除の患者群は、ED 条件に限定された移行障害を示し、同様の結果は高年健常群にも見られた。さらに、側頭葉切除、扁桃-海馬切除の患者群は、移行障害を示さなかったものの、ED 条件において反応の遅延が見られた。また、Owen, Roberts, Hodges, Summers, Polky, & Robbins (1993) は、パーキンソン病患者と前頭葉損傷患者の移行障害が、注意の固執によるものかあるいは不適切次元の学習(learned irrelevance)によるものかという移行障害の質的な側面を調べるため、Roberts et al. (1988) の課題を修正した課題を用いた。ここでいう固執とは、移行学習において原学習での適切次元に固執することであり、不

適切次元の学習とは、原学習での不適切次元を不適切であると学習したため、移行学習においてその次元が、適切次元に移行しても反応の選択基準として考えることができないことである。その結果、投薬中のパーキンソン病患者では不適切次元の学習による誤りが見られ、前頭葉損傷患者の誤りは固執によるものであることが認められた。また、投薬されていないパーキンソン病患者については、固執と不適切次元の学習の両方による誤りが認められた。一方、Gauntlett-Gilbert, Roberts, & Brown(1999)は、投薬中のパーキンソン病患者に対して、Owen et al.(1993)らの実験計画に学習を促進させるであろう以下の新たな2つの条件を設定し、追試実験を行った。すなわち、学習を促進させる条件とは、原学習で学習された不適切次元を移行学習でも不適切次元とし、新たな刺激次元を適切次元として取り入れる不適切次元強調条件(原学習で不適切次元であることを学習しているならば、移行学習でもその次元に注意を向けることはなく、新たな刺激次元にのみ注意を向けることができると予想している)と原学習での適切次元を移行学習でも適切次元とし、不適切次元に新たな刺激次元を取り入れた固執を強調する条件(固執によって学習が行われているのならば、移行学習では不適切次元には注意が向かないため、原学習での適切次元にのみ注意が向けられると予想している)の2つである。その結果、投薬中のパーキンソン病患者は、EDにおける不適切強調条件でも、促進効果は学習の見られず、Gauntlett-Gilbert et al.(1999)は、パーキンソン病患者の移行障害は、不適切次元の学習や固執のメカニズムとは関係しないと結論づけた。さらに、パーキンソン病患者に基準に到達した後にも誤反応を示すセットの喪失 (lost set)のあることを見出した。これらの結果から、彼らは、パーキンソン病患者は選択的注意能力が障害されているわけではなく、むしろ過剰な選択的注意が働いていると考えた。

ニューロイメージング研究では、Rogers, Andrew, Grasby, Brooks, & Robbins (2000)が、Robertsらのパラダイムを用いて、PETによる研究を行った。その結果、ED条件では、IDn条件と比較して、前頭前野領域の活性化が見られ、IDr条件では、IDn条件と比較して、左尾状核部の活性化が見られた。さらに、ED条件では、IDnとIDr条件と比較して、後頭側頭経路の不活性化が見られた。

以上の研究からも示されるように、神経心理学的領域では、脳の損傷による仮説生成能力や注意の移行能力の障害を評価するために、弁別移行学習課題を用いている。特に、注意の移行能力を評価する弁別移行学習課題では、IDのEDに対する優位性が選択的注意

の効果であるという、移行学習に関わる注意のメカニズムを重視されており(Dias et al., 1996a; Slamecka, 1968), 多くの研究により、脳損傷による認知機能障害として注意セットの移行における前頭前野の関与が認められている。しかし、パーキンソン病患者などの大脳基底核損傷患者でも移行障害が認められているものの、障害生起のメカニズムについては完全に一致した見解が得られていない。

4. 弁別移行学習成立に関わる伝統的な理論

弁別移行学習課題は、弁別のメカニズムを容易な移行学習の型によって検討する課題である。さらに、Kendler(1995)は、弁別移行学習を2つ以上の弁別学習からなる抽象能力を検討するための手続きとしている。特に、弁別学習の成立にどのようなメカニズムが関与しているのかについては、1930年代頃からいくつかの理論が提出されている。ここでは、4つに分けて簡単に概観する。

1) 選択的注意説 前述の神経心理学的研究のように、選択的注意の役割を重視するものとしては、Zeaman & House (1963)の観察反応説やMackintosh (1975)がある。これらの理論は2段階注意説あるいは2段階モデル(two stage model)と呼ばれる。Zeamanらの観察反応説では、学習を通して、刺激次元への注意・「観察」反応と、適切次元内の刺激価に対する道具的反応が連合する2段階を想定し、刺激に対する反応の強度を決定するものとして、報酬による反応への強化とそれに伴う注意の増減を重要視している。これは、発達と関係なく同一の学習様式を主張するもので、発達に伴う学習様式の違いは学習速度という量的な変化であり、質的な変化は意味しないとする反応強化学習の立場に基づいている。Robertsらの方法は、Slamecka (1968)の total change design に基づいており、刺激次元への注意と刺激-強化の学習の2つの段階を切り離して評価する手続きであるという点からすると、観察反応に近い立場であるといえる。

また、選択的注意説は、弁別学習を用いて動物の感覚閾の測定を行ったLashley(1929)の観察に端を発するものである。Lashley(1929)は、ラットの弁別反応が急激にチャンスレベルから連続的な正反応に変わることから、ラットの行動は単なる試行錯誤ではなく、手がかりを選択的に注意していることによるものであると示した。Lashley(1929)考えは、Lawrence (1950)の修正ADC説に発展し、後に、先述のZeaman & House(1963)の観察反応説やMackintosh(1975)に代

表される2段階注意説へと受け継がれた。Lashley (1929)や2段階注意説は、選択的注意説という一つの理論にまとめられる。しかし、学習が連続的なものか、非連続的なものかという観点から言うと、Lashley (1929)は、学習を突然に生じる非連続的なものとしてとらえているのに対して、選択的注意説は、道具的な反応も関連次元への注意も連続的に進行すると考え、学習を連続的なものとしてとらえている点で異なる。

2) 仮説検証モデル Lashley (1929)と同様に学習の非連続性を主張するものに、Krechevsky (1932)の仮説検証モデルがある。Krechevsky (1932)は、Lashley (1929)に見られたラットの組織的反応が再現されることを認めた。Krechevsky (1932)は、動物は最初から問題を組織的に解決しようとしていることを見出し、ラットのそのような組織的な行動を「仮説」とした。このような立場から脳損傷の認知障害の評価を行った研究には、Wapner (1944), Werner & Strauss (1941), Werner (1940, 鯨岡峻・浜田寿美男訳, 1976)がある。しかし、弁別移行学習を用いた研究は見当たらない。

3) 連続説 学習の非連続性を主張する立場とは反対に、学習の連続性を主張する立場に、Spense (1936)の理論や Kendler & Kendler (1962)の媒介説がある。Spense (1936)は、1次元の弁別学習に関して、強化に結びつく刺激への興奮傾向と、強化に結びつかない刺激への抑制傾向の代数和による説明をした。Spense (1936)の理論は、正刺激への反応を強化による連続的な興奮傾向としてとらえ、負刺激への無反応を非強化による連続的な抑制傾向としてとらえている点において、学習を連続的なものであるととらえている。

一方、Kendler & Kendler (1959, 1962)は、Spense (1936)のような単純S-R型の学習だけではなく、内的な媒介反応による学習を想定した。媒介型の学習では、外的刺激Sが内的反応rを引き起こし、それが内的刺激sとなって外的反応Rを生起させると考えられている。単純S-R型の学習過程では、個々の刺激に対して直接反応(R)が形成されるため、IDrでは原学習で形成された反応を消去した上で、新たに選択反応を形成する必要がある。しかし、EDでは、移行学習における正刺激に対する反応が原学習と一部同じであるため、その分だけ新たに反応を形成する必要がなくなり、学習が容易になる。一方、媒介型学習では、外的刺激に対する内的反応(r)を言語的性質をもつ媒介反応へと符号化するため、内的手がかりをそのまま利用できるIDrの方が容易である。Kendler & Kendler (1959, 1962)は、動物や年少者はED条件を、年長者はIDr条件をそれぞれ容易に学習することから、前者は、刺激と反応の連合による単純S-R型の

学習方略を、後者は認知媒介型の学習方略をとっているとした。また、媒介型の学習には内的な言語反応が深く関係しているため、動物や年少児には見られず、年長者において現れるものと考えた。

4) 刺激分化説 Tighe & Tighe (1971)やTighe, Glick, & Cole (1971)は、移行学習で試行毎の個々の刺激対に対する反応(下位問題)を分析する下位問題分析を提唱した。これは、EDにおいて、刺激の正負が原学習とは変化しない非変化対と逆転する変化対のそれぞれにわけて学習曲線を描き、IDrの学習曲線と比較することにより、刺激対学習の様相を解明することを目的としている。Tighe et al. (1971)は、4歳児と10歳児の弁別移行学習について下位問題分析を行った結果、4歳児のEDでは非変化対に対する正反応率はあまり低下せず高い水準を保つが、変化対やIDにおける対試行の正反応率は移行の初期において低く、その後学習が進むにつれて上昇する傾向があり、一方、10歳児はすべての対試行において移行初期では低い正反応率を示し、漸次上昇する傾向を示すことを認めた。Tighe et al. (1971)は、このような発達的变化について、4歳児はそれぞれの下位問題を刺激-反応の関係で独立に学習し、10歳児は変化対と非変化対の両低次問題に対して共通なものを抽出する相互依存的な学習を行っているとして解釈している。Tighe & Tighe (1966)やTighe et al. (1971)の理論の背景には、弁別学習によって生じる決定的な変化は知覚学習であり、その主要過程は刺激の分化であるとするGibson & Gibson (1955)の理論がある。

5. Kendler (1995) のレベル理論

先述のように、伝統的な弁別学習課題にまつわる論争に、学習が連続的なものか、非連続的なものかという対立がある。Kendler (1995)は、多くの発達的な弁別学習実験結果より、弁別学習過程を2つのシステムとそれぞれのシステム内に2つのレベルを仮定することによってその論争を解決しようと試みた。図3は、Kendler (1995)のレベル理論をモデル化して示したもので、この図を要約すると以下のとおりである。

情報処理システムと実行システム 弁別学習の心理学的システムは異なった要素に分離可能であるが、それらは互いに交互作用している。基本的には、情報処理システムと、実行システムに分離され、求心性と遠心性の神経システムの区別に類似している。情報処理システムの機能は、外界からの感覚の受容、貯蔵、そして伝達を行い、内的な受容器から実行システムへの伝達を行う。実行システムは、伝達された情報を適切

は反応を生成するために利用する。

情報処理システム内の2つのレベル 情報処理システムは、構造レベルにおいて、低次レベルと高次レベルの2つのレベルに区別される。低次レベルでは並列的に全ての情報を符号化するという受動的な処理を行う(非選択的符号化)。このレベルでは、課題に直接関連する情報の抽出はなく、感覚システムの支配を受けているため、動機づけの影響はほとんどない。一方、高次レベルでは、更なる処理のために関連ある情報のみを選択するという能動的な処理を行う(選択的符号化)と考えられている。

また、高次レベルは、低次レベルで知覚される全ての情報を符号化し、全ての情報から関連のある情報を抽出することによってシステムの受容能力を増大させるという点で、これら2つの情報処理レベルは、相互に排他的というよりは、相補的な関係である。

実行システム内の2つのレベル 実行システムも低次と高次の2つのレベルに分けて考えられている。すなわち、低次レベルは、永続的で自動的な学習された行動を生成し、刺激-反応間の連合に基づく漸増的で自動的な操作を行い(連合型)、高次レベルは、適切な自動的な反応が得られない問題に関して合理的な操作を行う。したがって、高次レベルは、効果的な解を見つけるまで関係ある仮説を立て、それを検証していくことを繰り返す(仮説検証型)とされている。

脳の構造と機能の変化における認知的容量の変化との関係性 情報処理システムと実行処理システムをそれぞれ異なった機能レベルに分けることは、中枢神経が脳化されるにしたがって、高次レベルが低次より後に進化するという人間の発生に生じる現象を仮定している。様々な研究者によって、脳の構造がいくつかのレベルに分かれることが示されており、レベル理論ではそれらの見解を含んでいる。それぞれのレベルは連続的であり、重なり合っている。成人では、全てのレベルは統合された形で機能すると仮定されている。

個体発生論からの見解 個体発生論的に、情報処理システムと実行システムの高次レベルは低次レベルよ

りも遅く発達すると考えられる。この前提によって、認知的発達が量的なものかあるいは質的なものかという論争を解決できる。認知的発達は、高次レベルにおいて質的に生じるが、それは、必ず量的に異なった操作モードを必要とする。情報処理システムでは、低次モードは非選択的で、高次モードは選択的という質的な違いがある。また、実行システムも、問題解決は低次モードでは連合的に、高次モードでは合理的に行われるという質的な違いがある。しかし、それぞれのシステムの高次レベルは漸次的に発達するため、結果として認知的発達は、質的・量的に同時に生じる。

Kendler (1995)のレベル理論を概説すると以上のようにまとめられる。そこで、この理論的立場から弁別移行学習による神経心理学的評価の意義を結語として述べてみたい。

6. 結語—弁別移行学習という方法を用いて評価し得るもの—

本論は、脳損傷患者の注意や仮説生成に関わる障害を検討する課題として、近年、神経心理学的分野で多く用いられている弁別移行学習課題に焦点を当てて、その神経心理学的意義を考察した。これまで概観してきたように、神経心理学的領域では、弁別移行学習課題は、学習過程に関わる認知機能の障害を評価するために適用されている。評価される認知機能としては、特に、脳損傷患者の注意セットの移行能力、仮説生成能力などが対象となっている。しかし、弁別移行学習課題は学習理論を背景に、多くの発達の研究によりさまざまな成立過程のメカニズムが明らかになっているにもかかわらず、それらの理論的観点から神経心理学的意義について言及している研究は少ない。

Kendler(1995)の学習理論に基づく、包括的なレベル理論から考えると、神経心理学的領域で扱われている弁別学習理論の背景にある選択的注意の問題は、弁別学習過程に働く機能の一部であると考えられる。

そこで、脳損傷による注意セットの移行について、

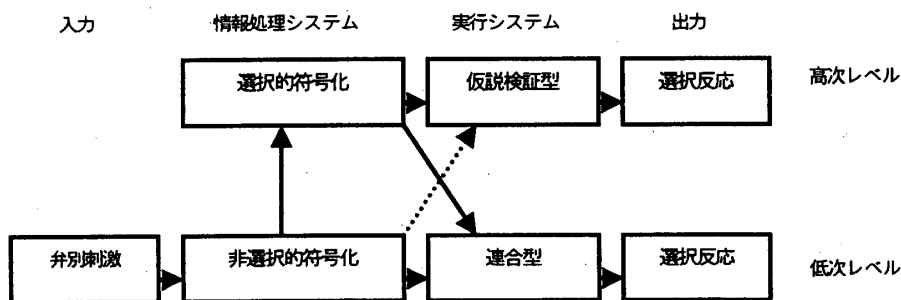


図3. Kendler (1995)のレベル理論の図式化

レベル理論を適用して「選択的注意」を弁別移行学習過程のどこに位置付ければ良いのかを考えてみたい。Kendler(1995)は、高次レベルの符号化について、3つの操作が考えられるとしている。1つは、知覚サリアンスを増大させることによって関連する特徴へ注意を向ける操作である。また、媒介的な選択反応を促す関連次元への言語的ラベル付けを行う操作を2つ目に考えている。さらに、第3として、関連次元の抽象された特徴に基づいて、弁別刺激を正または負に潜在的に分類する操作を考えている。そして彼女は、選択的符号化の操作として分類による操作を重要視し、その操作は特徴の知覚ではなく、言語的なラベルによって導かれると述べている。この点からすると、弁別移行学習は2つ以上の過程からなる抽象能力を検討するための手続きと考えられる。また、Binder, Frost, Hammeke, Bellgowan, Rao, & Cox(1999)が概念的処理過程についてfMRIを用いて検討した研究は、思考過程で言語機能に優位性を持つ左半球の働きが大きく関与していることを認め、情報操作の際の媒介的役割を果たす、言語機能を含む選択的符号化の操作が、脳機能と密接に関係すると示唆している。

以上述べてきたように、Kendler(1995)の観点からすると、神経心理学的分野で検討されてきた注意セットの移行能力や仮説生成能力は、弁別学習過程の一部に過ぎず、弁別移行学習手続きから得られる行動レベルの情報に過ぎないと説明されることになる。しかし、神経心理学的分野における弁別移行学習研究結果は、「注意」という機能をどのようにとらえるかによって、その認知過程の説明が異なってくる可能性もある。Kendler(1995)のレベル理論は、前項でも触れたように、脳の構造を意識して提案されている。弁別学習過程をより広い立場から検討し、符号化における言語の役割を脳機能との関係から再考することは、神経心理学的分野の弁別移行学習手続き評価の有効性を吟味する上で重要である。

【引用文献】

- Binder, J. R., Frost, J. A., Hammeke, T. A., Bellgowan, P. S. F., Rao, S. M., & Cox, R. W. 1999 Conceptual processing during the conscious resting state: A functional MRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **11**, 80-93.
- Cicerone, K. D., Lazar, R. M., & Shapiro, W. R. 1983 Effects of frontal lobe lesions on hypothesis sampling during concept formation. *Neuropsychologia*, **21**, 513-524.
- Dias, R., Robbins, T. W., & Roberts, A. C. 1996a Dissociation in prefrontal cortex of affective and attentional shifts. *Nature*, **380**, 69-72.
- Dias, R., Robbins, T. W., & Roberts, A. C. 1996b Primate analogue of the Wisconsin Card Sorting Test: Effects of excitotoxic lesions of the prefrontal cortex in the marmoset. *Behavioral Neuroscience*, **110**, 872-886.
- Dias, R., Robbins, T. W., & Roberts, A. C. 1997 Dissociable forms of inhibitory control within prefrontal cortex with an analog of the Wisconsin Card Sorting Test: Restriction to novel situations and independence from "on-line" processing. *Journal of Neuroscience*, **17** (23), 9285-9297.
- Downes, J. J., Roberts, A. C., Sahakian, B. J., Evenden, J. L., Morris, R. G., & Robbins, T. W. 1989 Impaired extra-dimensional shift performance in mediated and unmediated Parkinson's disease: Evidence for a specific attentional dysfunction. *Neuropsychologia*, **27**, 1329-1343.
- Gauntlett-Gilbert, J., Roberts, R. C. & Brown, V. J. 1999 Mechanism underlying attentional set-shifting in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, **37**, 605-616.
- Gibson, J. J. & Gibson, E. J. 1955 Perceptual learning: differentiation or enrichment? *Psychological Review*, **62**, 32-41.
- Joosten, J. P. A., Coenders, C. J. H., & Eling, P. A. T. M. 1995 Shifting behavior: An analysis of response patterns of Parkinson patients in discrimination learning. *Brain & Cognition*, **29**, 115-126.
- Kendler, T. S., & Kendler, H. H. 1959 Reversal and nonreversal shifts in kindergarten children. *Journal of Experimental Psychology*, **58**, 56-69.
- Kendler, H. H., & Kendler, T. S. 1962 Vertical and horizontal processes in problem solving. *Psychological Review*, **69**, 1-16.
- Kendler, T. 1995 *Levels of cognitive Development*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Krechevsky, I. 1932 "Hypotheses" in rats. *Psychological Review*, **69**, 1-16.
- Lashley, K. S. 1929 The mechanism of vision: XV. Preliminary studies of rats capacity for detail vision. *Journal of General Psychology*, **18**, 132-193.
- Lawrence, D. H. 1950 Acquired distinctiveness of cues: II. Selective association in constant stimulus situation. *Journal of Experimental psychology*, **40**,

- 175-188.
- Levine, M. 1966 Hypothesis behavior by humans during discrimination learning. *Journal of Experimental Psychology*, **71**, 331-338.
- Mackintosh 1975 A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*, **82**, 276-298.
- Oscar-Berman, M. 1973 Hypothesis testing and focusing behavior during concept formation of amnesic Korsakoff patients. *Neuropsychologia*, **11**, 191-198.
- Owen, A. M., Roberts, A. C., Hodges, J. R., Summers, B. A., Polkey, C. E., & Robbins, T. W. 1993 Contrasting mechanisms of impaired attentional set-shifting in patients with frontal lobe damage or Parkinson's disease. *Brain*, **116**, 1159-1175.
- Owen, A. M., Roberts, A. C., Polkey, C. E., Sahakian B. J., & Robbins, T. W. 1991 Extra-dimensional versus intra-dimensional set shifting performance following frontal lobe excisions, temporal lobe excision or amigdalohippocampectomy in man. *Neuropsychologia*, **29**, 993-1006.
- Roberts, A. C., De Salvia, M. A., Wilkinson, L. S., Collins, P., Muir, J. L., Everitt, B. J., & Robbins, T. W. 1994 6-Hydroxydopamine lesions of the prefrontal cortex in monkeys enhance performance on an analog of the Wisconsin Card Sorting Test: Possible interaction with subcortical dopamine. *Journal of Neuroscience*, **14**(5), 2531-2544.
- Roberts, A. C., Robbins, T. W., & Everitt, B. J. 1988 The effects of intradimensional and extradimensional shifts on visual discrimination learning in humans and non-human primates. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **40B**(4), 321-341.
- Slamecka, N. A. 1968 Methodological analysis of shifting paradigms in human discrimination learning. *Psychological Bulletin*, **69**, 423-428.
- Rogers, R. D., Andrew, T. C., Grasby, P. M., Brooks, D. J., & Robbins, T. W. 2000 Contrasting cortical and subcortical produced by attentional-set shifting and reversal learning in human. *Journal of Neuroscience*, **12**(1), 142-162.
- Spense, K. W. 1936 The nature of discrimination learning in animals. *Psychological Review*, 427-449.
- Tighe, T. J., Glick, J., & Cole, M. 1971 Subproblem analysis of discrimination-shift learning. *Psychonomic Science*, **24**, 56-60.
- Tighe, T. J., & Tighe, L. S. 1972 Stimulus control in children's learning. In A. D. Pick (Ed.), *Minnesota symposia on child psychology*, Vol.6. Minneapolis: The University of Minnesota Press, pp.128-157.
- Wapner, S. 1944 The differential effects of cortical injury and retesting on equivalence reactions in the rat. *Psychological Monographs*, No.262.
- Werner, H., & Strauss, A. A. 1941 Pathology of figure-background relation in the child. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, **36**, 236-248.
- ウエルナー, H. 鯨岡 峻・浜田寿美男 (訳) 1976 発達心理学入門. 精神発達の比較心理学. ミネルヴァ書房 (Werner, H. 1940 *Comparative psychology of mental development*. International University Press, Inc. : New York.
- Zeaman, D. & House, B. J. 1963 The role of attention in retardate discrimination learning. In N. R. Ellis (Ed), *Handbook of mental deficiency*. New York: McGraw-Hill, pp.159-223.