

タイトル	ダイナミカルシステムズアプローチからみたヒューマンエラー研究へのヒント(<特集論文>経営学部2005年度市民公開講座 ヒューマンエラーの心理学-ヒトはなぜ誤るのか)
著者	小島, 康次
引用	北海学園大学経営論集, 3(3/4): 149-154
発行日	2006-03-31

ダイナミカルシステムズアプローチからみた ヒューマンエラー研究へのヒント

小 島 康 次

1. はじめに ― ヒューマンエラーの 「なぜ」を問う

この論文は他の論文がヒューマンエラー研究の現状と今後（近い将来）の課題について論じたものであるのに対して、未来のヒューマンエラー研究に対しても一つの方向づけを試みようとする試みである。その意味で従来のヒューマンエラー研究と一線を画する試みであると言えるかもしれない。

実験心理学者がヒューマンエラーの基礎に知覚や記憶の情報処理上の限界があることを仰々しく指摘するだけで、それがヒューマンエラー研究をより有意義なものにするとはとても考えられない。

基礎的な心理学がヒューマンエラーの問題に取り組むのであれば単なる応用研究とは違った視点からのアプローチがあるはずである。それは「なに」「どのように」という問いだけでなく、「なぜ」という問いを問うことであると考えられる。ヒューマンエラーはなぜ起るのかという問題は、なぜミステークをするのか、なぜスリップは起るのか、なぜ人は違反をするのか、それらはどのようなメカニズムによって起るのか、というような問いに答えるものでなければならない。たとえ現時点で正解を示せなくても、それに対する展望を示すものでなければならないであろう。

この論文では、人間と外界とを別々のものと見るのではなく、一つの複雑なシステムを

構成する要素と見ることにより、これまで必ずしもヒューマンエラーとして取り上げられてきたわけではないが、今後、エラーの源泉として「なぜ」という問いに対する探求の道筋となると予想される現象に焦点を当てた議論を試みる。それは、ヒューマンエラーの心理学をより一般的なモデルあるいは理論という観点から捉え直す契機になると考えるからである。

世界を複雑なシステム（系）と見る視座はすでにダイナミカルシステムズアプローチ（DSA）として知られている。紙数の関係で詳細は他の文献（小島，2003：小島，2005を参照）に譲るが、その概要について簡単にまとめておこう。

2. ダイナミカルシステムとは何か？

近代の自然科学が前提としてきた、自然を巨大な保存系かつ決定論的系であるとする見方に対して、非線形性と散逸（開放）性を有する複雑系であるとする考え方が20世紀半ばあたりから注目されるようになり、それまで科学で扱うのが困難とされた諸問題の解決に有効であると認められるようになってきた。ダイナミカルシステムとはこの非線形散逸複雑系（単に複雑系と呼ばれることが多い）の別名である。したがって、ダイナミカルシステムズアプローチとは、システムを開放系として、その要素を非線形の相互作用を

するものとみる見方である。

天体力学を例にとると、天体運動の系がすべて計算可能であるならば、過去に遡ることも、未来を完全に予測することもできるはずであるが、それらの因果的相互作用が互いに影響し合った結果はカオス的な軌跡を描くこと（動力学系の不可積分性）が明らかにされた（ポアンカレ〔Poincaré〕, 1953〔1913〕）。その後、要素が空間を移動する軌跡は完全に規則正しいものでも不規則なものでもなく、選択された初期の条件に敏感に依存すること、すなわち、わずかな“ゆらぎ”がカオス的な発展を引き起こすこと（バタフライ効果）が認められるようになった（プリゴジン&スタンジェール〔Prigogine & Stengers〕, 1987〔1984〕）。

こうした理論化は一見、心理学と直接関係をもたないように思われるが、決してそうではない（小島, 2005）。

テーレンとスミス（Thelen & Smith, 1994）は、主に運動と認知の関係についてこの問題に取り組んだ。人間の行動は、ダイナミックな見方からすると、特定の課題環境の中の下位システムがまとまった結果、発生しているものと考えられる。行動のパターンが特定の状況の下で安定していることもあれば、不安定である場合もある。

歩行を例にとると、普通、我々は乾いた平らな道を歩く時、一定の安定したパターンで脚部の関節を回転させるであろう。そこでは、二本の脚の運動の周期の位相は180度入れ替わったり、片足荷重と両足荷重がはっきり区別されたりするパターンが共通して見られる。しかし、もし道路がアイスパーンだったらどうであろうか。事態は一変する。歩行のパターンは全く違った様相を呈するに違いない。しかし、ここで重要なのは、そうした新たな環境変化に対する調整は、中枢過程によるトップダウンによってなされるのではなく、ダイナミックに集まった下位システムの相互

作用によってローカルに実行されるということである。

先に述べた非線形性とは、下位システムにおける変化が、スムーズに徐々に起るのではなく、急速に起ったり、緩慢に起ったり、停滞したり、場合によっては退行したりすることを表す。また、複数の下位システムは同じパターンの変化を示すわけではなく、それぞれ異なる時間変化のパターンを示しながら、しかも相互に作用し合うという、まさに複雑な振る舞いをするということが知られている。

3. ヒューマンエラーのダイナミックな源泉

よく知られている心理学の研究例（Herrnstein & Mazur, 1987; Weiskrantz, 1986; Damasio, 1994）を三つほど紹介し、改めてヒューマンエラー（ミステーク、スリップ、違反）の源の例として考えてみよう。

(1) 人は合理的な判断をしない？

今日1万円受け取るのと、1週間後に1万2千円受け取るのとでは、どちらが選択され易いか。お金は然るべき機関が管理していて、間違いなく手渡されることは保証されているとする。この実験では、多くの人が1週間後の多い額よりも、目の前の1万円に手を出すことが知られている。

このこと自体は次のように解すれば、それほど不合理ではない。未来の不確実性（リスク）を割り引いて現在の金額を選んでいと考えられるからである。つまり、今、確実に手にする1万円を運用する方が、1週間後20%のプレミアム以上のメリットがあると見積もったと考えられる。

しかし、事はそう簡単ではない。同じように、今日1万円受け取るか、1年後に130万円受け取るかを選択させると、圧倒的に多くの人（これは1週間後の1万2千円を取らず、

目前の1万円を選んだ人たちである)は1年待つ方を選択するのである。1週間2千円の割引率を適用すれば、1年間に99万2千円にしかならず、1週間後の1万2千円を受け取るよりも不利であることは、ちょっと考えれば分かることである。

個人的欲望の合理的な説明である効用最大化というモデルが当てはまらないのは勿論であるが、従来のバイアス・モデル(Tversky & Kahneman, 1981)によってもこうした現象をトータルに説明するのは難しい。こうした場合、往々にして無数の状況要因(あるいは情報の不完全さ、決定に要する時間的なプレッシャー、データ処理能力の認知的制約等々)のうち、目立つものがバイアスとして想定され実験要因としてコントロールされるが、殆どの場合説明力は非常に限定されたものでしかない。少し状況が変わるとその要因の効果はなくなってしまうことの方が多いのである。

ダイナミックな視点をとると、この問題は、時間に関して平均化された効用と、瞬間的つまり異なる状態への効用の転換(相転移)との関係として見ることができる。すなわち、こうした現象は複数の下位システムが同じパターンの変化を示さず、それぞれ異なる時間変化のパターンを示しながら、相互に作用し合った結果、複雑な振る舞いになってしまったと考えられる。

バイアスによるパラドシカルな現象(ミステーク)とされていることの多くは、このような視点から解きほぐす可能性があるであろう。

(2) 人は全てを意識できない?

ワイスクランツ(Weiskrantz, 1986)は80年代に脳損傷患者の視知覚について興味深い事例を紹介して、その著書名でもある「盲視」という現象を広く知らしめた。これは、脳の視覚野に損傷を受けた患者が、その

ために視野の中に見ることができない部分があるにもかかわらず、その部分に呈示されたモノをつかんだり、その向きを言い当てたり、正しく操作したりすることができるという一見不可解な現象である。

ワイスクランツが担当したD. B.という患者は、与えられた棒がどちらを向いているかを判断するテストを受けた結果、見えない領域に置かれていたにもかかわらず(実際、本人は何も見えないと言う)、正しく回答できた。この結果はD. B.本人も全く予想していなかったもので、なぜ正しい答えを出せたのか患者自身も分からないのである。

目からの視覚情報は実は脳の視覚野においてのみ処理されているのではなかった。目と脳をつなぐ別ルートがあり、そこを経ると視覚という意識には到達しないけれども、行動上に反映されるレベルの処理が可能だったのである。

このような現象が知られると、他に類似の現象がないかという関心が高まる。同様のメカニズムによって起る現象が、実は健常人においても日常的にみられることが「プライミング」研究によって明らかになってきた。「プライミング」とは、例えば何か絵や単語のような刺激をタキストスコープ(瞬間露出器)で短い時間提示した後、(短すぎて)本人がそれには気づいていないにもかかわらず後続刺激の処理に無意識的に促進効果を及ぼすことである。条件によっては、抑制効果を及ぼすこともあり、それはネガティブ・プライミングと呼ばれる。

いずれにしても短すぎて知覚しえない刺激からも何かを学んでいること、また、それを自分がどうしてできるのか分からないことなど、意識にのぼらない知覚あるいは認知において二重の無意識過程が働いているという事実がある。

こうした問題が60年代に心理学において物議を醸し、一旦封印されたサブリミナル

（閻下知覚）効果の再来であるという見方はある程度正しい。無意識に訴えることを売り物にした広告会社は、大衆の猛反発を喰い、この技術は法的に禁じられることになった（McConnell, et al., 1958）。

認知心理学の出現によってこうした研究が再び解禁され、日常生活の多くが無意識の認知プロセスによって影響を受けていることが明らかとなった。特定のクルマや清涼飲料水をつい選んでしまう（一種のスリップであろう）位のエラーに留まらず、特定の政党や宗教への偏好までもこうしたプロセスに左右される可能性も出てきた。広告業界が新たな関心を寄せるのも理由なしとしないし、ヒューマンエラーを研究する学問である心理学はとりわけ倫理の問題（悪用させないだけでなく、得られた知見の透明性を高めること）に敏感でなければならない所以でもある。

本人がそれと気づくエラーだけでなく、無意識の認知プロセスが働くダイナミックなメカニズム（例えば PDP モデル, Plaut, et al., 1994）を明らかにすることによって、スリップをその一部に含む一般的な説明モデルの構築が可能となるかも知れない。

（3）善悪の区別をするのは頭でなく身体？

20 世紀半ばから認知的転回と呼ばれた認知過程重視の見方に対して、身体性の重要性を明確に指摘したのがダマシオ（1994〔2000〕）のソマティック・マーカー仮説であろう（小島, 2002）。

ダマシオは、心理生理的指標として安定した測定道具であるポリグラフ（皮膚電位反応の変化を用いたウソ発見器）によって情動の身体反応に前頭葉損傷患者と健常者の間で違いがあるかどうか検討した。結果、被験者に予期せぬ刺激を与えて驚かせるようなテスト場面では両者に全く差は見られなかった。

次に彼らがやったのは情動の内容を評価するような刺激に対する反応の比較であった。

恐怖、暴力、性描写等を描いた刺激を用いると、強い皮膚電位反応が起ることが健常者の研究で分かっている。これを前頭葉損傷患者に提示すると全く異なる反応が見出された。皮膚電位反応が起らなかったのである。脳損傷患者は刺激のスライドショーの内容について健常者に劣らぬ詳細な説明をすることができたにもかかわらず、自律神経系の情動反応は見られなかった。そうした被験者の一人は、「刺激の内容が心を乱すものであることは「分かっていた」けれども何も感じなかった。昔のように感じなかった。」と語ったという。

ここで患者は、頭で刺激内容を理解するための十分な知識をもっていたにもかかわらず、身体がそれに対してどのように振舞うべきかという「知識」は利用できなかった。つまり、知識の意味論的側面はもっていても、それを適切に使うための実用論的側面がすっぽり抜け落ちていたのである。ダマシオのソマティック・マーカー仮説はこの知識のプラグマティックな面の重要性を指摘している。

この仮説を検証するために、彼らはさらに健常者も患者もともに楽しめるギャンブル実験を試みた。プレーヤー（被験者）は2千ドルの賭金を与えられ、それを最大にするようにカードを引くというルールを知らされる。カードは4種類（A～D）あり、それぞれ得られる金額が違うのだが、時々、あるカードを引くと多額のペナルティーが課され、手持ちの金額が減る。

どのカードがその危険なカードか、また、何枚引けばゲームが終了するかは被験者に全く知らされず（100 枚引くと終了になるのだが）、実際に引いてみなければそうしたルールの詳細は分からない仕組みになっている。

大抵のプレーヤーはまず A～D を均等に引いてみて得られる金額の多い A, B を頻繁に引くようになる。しかし、やがて A, B は時折、大きなペナルティーが課されることに気

づくと、結局、C、Dを多く引くように変化する。

ところが、前頭前野損傷患者が多く引いたのは一貫してA、Bのカードだった。このパターンをとると、A、Bは短期的には受け取る額が多いのだが、時折、大きな減額があるので途中で破綻し、胴元に借金しなければならない。しかも、興味深いことに、そうしたリスクの大きい手を取る患者は、自己意識としては、いまだに自分のことを保守的で危険を冒さない人間だと見ている点である。さらに面白いことに、その患者はゲーム終了後、どのカードが悪い手であるかをちゃんと知っていたということである。

そして、この結果は前頭葉損傷患者が実生活で示す破滅型の行動様式そのものであることを実証している。

彼らは報酬に敏感で罰に鈍感なのだろうか？ そうではないことが別の実験手続きで確認されている。罰に対する敏感さを保っているにも拘らず、彼らは将来展望の予測子の形成と結びつかないために罰の効果が長続きしないということだった。

こうした結果は違反というエラーに関する一般的なモデルへのヒントになるように思われる。

ある有名なIT企業の社長が証券取引法違反により現在被告として拘留されている。官業の談合によって中央省庁の幹部がやはり被告となっている。こうした違反はなぜ後を絶たないのだろうか。IT企業社長の逮捕前のテレビ番組で語った言葉が印象的である。「企業家としての目標が無くなって、もう、何をしたらいいのかよく分からない」。巨大な官僚組織に入り、出世コースから外れると同様の近視眼状態に陥るのかもしれない。

違反そのものを無くすることに心を砕くことも大切であるが、もっと重要なのは、将来展望をもち、自分の人生の目標をもつことのできる柔軟で開かれた社会を作る工夫をする

ことなのかもしれない。

国際的な比較調査に見られるように、日本が将来に夢をもてない社会になっているとすれば、この国で育つ子どもにとって、現在の報酬という甘い違反の罠に足をすくわれずに将来を展望するのはとりわけ難しいことなのかもしれない。違反の問題は社会システムの中でとらえる視座が不可欠であろう。

4. おわりに

ヒューマンエラーは特別な研究領域ではなく、人間性のごく普通の側面について研究する一つの視点である。人間と環境を複雑なシステムと捉えることによって人間行動をトータルに理解するモデル化が可能となる。正しい行動様式というものがあり、それからの逸脱行動をなくするための単なる応用研究を目指すものではないことを改めて指摘してこの稿を終えたい。

参考文献

- Damasio, A. R. 1994 Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain. N.Y. Grosset/Putnum (田中三彦訳) 2000 生存する脳：心と脳と身体の神秘 講談社。
- Herrnstein, R. & J. Mazur 1987 Making up our minds. *The Sciences*, 27, No.6. p.40-47.
- 小島康次 2002 知能・思考の発達 田島信元ほか編 認知発達とその支援 第13章 p.181-190 (『臨床発達心理学』第2巻) ミネルヴァ書房。
- 小島康次 2003 組織心理学の理論的可能性について——ダイナミカルシステムズアプローチをめぐる一考察—— 北海学園大学経営論集 1巻 4号 p.153-162。
- 小島康次 2005 ダイナミカルシステムズアプローチ 人工知能学会編 人工知能学事典 p.135-136 共立出版。
- McConnell, J.V., Cutler, R. L. & McNeil, E. B. 1958 Subliminal stimulation: An overview. *American Psychologist*, 13, p.229-242.
- Plaut, D. C., McClelland, J. L. Seidenberg, M. S. & Patterson, K. E. 1994 Parallel distributed

- processing and cognitive neuroscience. (Tech. Rep. PDP. CNS. 94. 5) Carnegie Mellon University.
- ポアンカレ [Poincaré] 1953 [1913] (吉田洋一訳) 科学と方法 岩波書店。
- プリゴジン&スタンジェール [Prigogine & Stengers] 1987 [1984] (伏見康治ほか訳) 混沌からの秩序 みすず書房。
- Thelen, E. & L. Smith 1994 *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. MIT press.
- Tulving, E. & D. L. Schacter 1990 Priming and Human Memory Systems *Science*, 247.
- Tversky, A. & D. Kahneman 1981 The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 30, p.453-458.
- Weiskrantz, L. 1986 *Blindsight: A case study and implications*. Oxford Psychology Series no.12.