

神経経済学の進展と視座：

衝動性をめぐる心理臨床・エネルギー政策・組織経営への応用と視座

麦 島 剛

ミクロ経済学およびそれを含む標準的経済学では、個人および企業は常に合理的行動（最大利得のための振舞い）をとることが大前提となる。一方、行動経済学は、人間および動物の行動には最大利得に向かわないバイアスがあることと、生産消費行動の基盤になる価値が必ずしも金銭的・経済的価値だけで規定されるものではないことを示し、経済学的法則性には心理学的要因が強く関与することを示した。心理学的現象は神経メカニズムとの関係が示唆され、その解明が進展しており、経済学的行動もその神経基盤の解明が始まった。神経経済学は、神経科学と経済学および心理学とを結びつけた領域であり、不確実な状況での選択行動や意思決定等に関する神経機構を検討する分野である。神経経済学は、応用的分野の理論的基盤を築く可能性を持ち、また応用的分野に視座を与える可能性がある。例えば、発達障害に対する心理臨床的援助に対して、衝動的選択の頻度を減らしてセルフコントロール選択の頻度を増やすための応用行動分析に活用できるであろう。エネルギー政策・環境政策の策定に対しては、超長期利得とそれよりは短い中長期的利得との間で合理的に比較検討する視座を与えるであろう。また、企業等の組織経営や労働政策の策定に対しては、仕事の意味づけ等の価値と金銭的価値とを合理的に比較検討する視座を与えるであろう。

キーワード：神経経済学、行動経済学、ミクロ経済学、遅延価値割引、衝動性、注意欠陥・多動性障害 (ADHD)、放射性廃棄物、仕事の意味づけ

【1】ミクロ経済学から行動経済学、そして神経経済学へ

Paul Robertsは、2014年に上梓した著書“The Impulse Society : America in the age of instant gratification”の中で、市場資本主義の不全の本質を衝動性に置き、今日の米国社会は衝動社会 (impulse society) であると主張した上で、金融工学の破綻や高額医療制度などの具体例を通じて社会に対する警鐘を鳴らした (Roberts, 2014)。市場は、すぐに得られる利益を優先し、将来得られるかもしれないもっと大きな利益は市場原理により切り捨てられる。その結果、製造業を金融業界（ヘッジファンド等）が支配し、必要性の度合に拘わらず消費者が短期的に欲する財が市

場を席捲する (Roberts, 2014)。確かに日本国内でも、過去20年ほどのほぼ一貫した新自由主義政策に基づく規制緩和により、2005年前後に国内外のファンドが名立たる有力企業（阪急電鉄、阪神電気鉄道、フジテレビ等）や老舗製造会社等に対するTOB (take-over bid；株式公開買い付け) 等の手段により次々と企業買収を狙うことが常態化した。例えば2007年、ブルドックソース（“ドック”であって“ドッグ”ではない）に対して米国のsteel partners（“steel”であって“steal”ではない）が敵対的TOBによる企業買収を仕掛け、これに対してブルドックソースがポイズンピルで対抗し、これを裁判所が合法だと認め、同社は乗っ取りを防止できた例がある（読売新聞2007年7月10日）。

寝耳に水のTOBに際し、ブルドックソースの社長（平社員からたたき上げた女性）が記者会見の場で「ソースの味はソースを造る者にしか分からない」と訴えかけたのが鮮烈な印象を与えた。

Roberts (2014)は、衝動による市場の席捲がとくに顕著なのは医療分野であるという。米国には国民皆保険制度が存在しないことも相まって、高所得者をターゲットとした先端医療技術や新薬に対して桁外れの価格が設定されて、「命の値段」の所得格差が拡大している。日本国内でも、規制緩和政策の重点の一つとして、保険診療と自由診療の壁を取り払う、いわゆる混合医療が推進されていることがこの流れに沿うであろう。さらに著者は、近年の神経経済学的研究の結果と考察を豊富に紹介して、異時点間の価値の選択（つまり遅延価値割引事象における選択）の難しさを説く。目先の利益に対して強く反応する大脳辺縁系が衝動社会によって刺激され続けると、大脳皮質前頭前野による理性的判断が退けられる。このようにして、即座の欲望に基づく社会経済システムは将来の大きい利益を獲得・蓄積できず、社会が自己破壊に向かっていると警告する。

経済学 (economics) は、ある有限の資源を異なる有限な資源へと交換する際の合理的判断の法則性を求める学術であるといえる。判断には無数の可能性があり、その中から合理性に基づき選択するのが経済活動である点で、経済学は選択の科学といえることができる。

Adam Smithをはじめとする古典派経済学者により労働価値説に基づく価格決定が議論され、自由放任を土台とする市場原理の理論が確立した。その後、市場における価格決定は労働価値ではなく効用価値に基づくとする限界革命を経て、自由放任主義の市場経済理論が新古典派経済学に継承された。一方、自由放任主義の不備がKarl Marxや近代経済学者たちにより指摘された。

経済学はその分析の目的と手法の違いから、マイクロ経済学とマクロ経済学に分けられる。主に経済全体の動向を説明することを目的とするマクロ経済学に対して、マイクロ経済学では、消費者や企業などの個々の経済主体の行動を分析することによって、経済をミクロ的視点から説明するという手法がとられる（武隈, 1999）。

経済学における効用とは、ある個人が特定の財を購入し、それを消費することによって得られる満足のことをいい、効用の大きさは金額で表示することが可能であるとされる。

通常の財ならば、消費量が増えると個人の効用は増加する。効用の増加率（財の消費量が1単位増えたときの効用の増分）は限界効用と呼ばれる。ここでは個人の満足の程度は貨幣を基準に測ることができ、すなわち効用の大きさは金額で表示することが可能であるものとする。消費量と価格との関係は限界効用の概念で説明することができる。個人は、常に効用を最大値にするよう合理的に消費行動をとるので、効用以上の単価ではその財を消費することはない。財の価値は表肥料の増加に伴って漸減し、その結果、消費量と価格との関係は、直角型双曲線で表され、これはマーシャル型需要曲線とよばれる（武隈, 1999）。

マイクロ経済学およびそれを含む標準的経済学では、上述の通り、個人および企業は常に合理的行動（最大利得のための振舞い）をとることが大前提となる。新古典派経済学のWalrasが大前提としたのは、第一に市場が参入・退出自由な完全競争的市場であること、第二に市場に関するすべての情報が等しく行為者に提供されていること、そして第三に行為者が合理的であること、の三つであり、とくに第三の前提については経済学では永らく議論されることもなかった（古山, 2008）。

しかし、行動は必ずしも効用最大化に関して「合理的」とはいえない。行動にはバイアスがかかっているため、このバイアスが従来のマイクロ経済理論のみでは説明しきれない現象を生むことになる。行動経済学 (behavioral economics) は、心理学の知見を導入することで、個人の合理的な選択に疑問がもたれる現象を明らかにし、その重要性を経済学者に認めさせてきた（岩本, 2009）。

行動経済学は、1970年代にKahnemanとTverskyが創始し（古山, 2008）、彼らが発展させた経済心理学と、ここ二十数年の間に急速に発展してきた実験経済学の中から生まれた。それは、一つの学問分野というよりも、標準的経済学で長い間仮定されてきた人間像、すなわち合理的経済人 (homo economicus) の想定を外し、人間の選択行動のリアルなあり方とその経済学への含意を探求する経済学研究のアプローチともいべきものである（瀧澤, 2010）。

KahnemanとTverskyは、効用理論と意思決定の諸知見を統合し、プロスペクト理論を提唱した（Kahneman & Tversky, 1979）。プロスペクト理論において、利得（負の場合は損失）と価値との間には、利得が正の場合は凹関数、負の場合は凸関数の関係がある（図1）（竹村, 2006）。つまり、人間（もしくはそれを含む動物）

は利益よりも損失のほうに敏感であることを示しており、この傾向を損失嫌悪 (loss aversion) という (Kahneman & Tversky, 1979)。これは、標準的経済学で想定できていなかった認知的バイアスの典型例である (柴田, 2013)。損失嫌悪が関与する経済現象として、ファイナンス分野の株式プレミアムの問題が挙げられる。株式市場の価格変動は債券市場の価格変動よりも大きいので、同じ収益が期待できる場合は一般的に債券投資のほうが好まれる (竹村, 2015)。

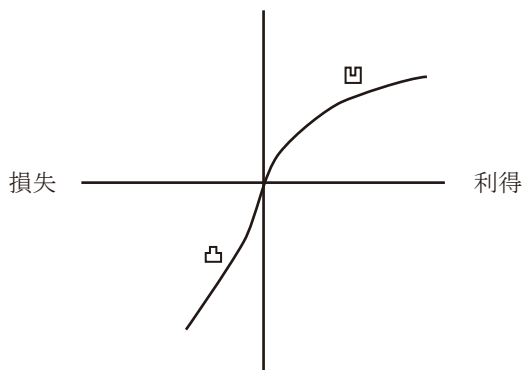


図1 プロスペクト理論における価値関数
(竹村, 2006より転載)
横軸は利得(損失)の程度を、縦軸は価値の程度を表す。

行動経済学には、これを支える心理学に関する態度の違いにより2つの流派がある (瀧澤, 2010)。一つは素朴心理学的概念指向の流派 (瀧澤の用語では「合理主義的立場」) であり、もう一つは消去主義的唯物論指向の流派 (同「自然主義的立場」) である。

ここで、素朴心理学についての心の哲学 (philosophy of mind) について概観することにする。素朴心理学 (folk psychology) とは、われわれ一般が持つ、「人間の行為は、信念や欲求といった心的状態が因果的に相互作用して (原因となり) 生じる」と考える過程のことをいう。もし、ある個人が極めて奇妙な欲求や奇怪な信念を持っていたとしたら、他人はその人を理解できないだろう。素朴心理学が前提するそのような心的状態の単位は、Bertrand Russellが提唱した命題的態度 (propositional attitudes) であり、事態や事実を表す命題とそれに対する態度の組み合わせによって表現される (柴田, 2009)。素朴心理学が理論の一つである以上、正しいとはいえない可能性もある。消去主義的唯物論は、学術における理論が発達してきた過程に基づき、素朴心理学は科学史上の暫定的で間違っただ概念であり、脳についての理解が深まった際には捨て

去られるべきであるとする (柴田, 2003)。消去法的唯物論者の代表はChurchlandらであるが、Skinnerの徹底的行動主義やBenettの行動主義もこれに準ずると考えられている。現在、包括的に素朴心理学に代替する理論は存在しないが、その候補として、コネクショニズムの心理学がある (柴田, 2003)。

行動経済学における2つの流派のうち、素朴心理学的概念指向の流派は、バイアスは、1) 信念の形成に関する不完全性から生じるとするか、あるいは、2) 利己的なモデルでは想定されていなかった利他的態度 (協力や共感や自己犠牲など) などの信念・選好により生じるとする。一方、消去主義的唯物論指向の流派は、環境と行動との直接的関係から実証する手続きをとる。例えばAriely, Loewenstein, & Prelec (2003) の需要と供給に関する実験、Ariely & Wertenbroch (2003) のセルフコントロールの実験等が挙げられる。また、Skinnerの徹底的行動主義、環境主義に基づく行動分析的理論を基盤にして、多くの心理学者が選択行動を中心とした検討を行っている。従ってこれらの人々も消去主義的唯物論指向であるといえる。この流れは、VIVI並立スケジュール事態でのハトのオペラント行動の検討によるHernsteinの対応法則の研究に端を発し (Hernstein, 1964)、Harsh, Baum, Rachin等が選択行動の理論を構築してきた (恒松, 1999; 坂上, 2002; Meisur, 2006)。

以上のような行動経済学の知見は、経済行為 (つまり選択行動) の基盤となる心理学的知見であるといえる。心理学的知見は、近年の神経科学の進展によりその神経メカニズムが解明されつつある。上述のように、経済学的現象および法則性に心理学的要因が大きく関与することが分かった現在、これが神経科学的要因の追究へと深まる方向性が生じるのは不自然ではない。このように発展したのが神経経済学である。つまり、神経経済学は、神経科学と経済学および心理学とを結びつけた領域であり、不確実な状況下や社会状況などの様々な環境での意思決定や選択における脳機能を検討する (Bickel et al., 2007) 分野である。

神経経済学の技法としては、fMRI(functional magnetic resonance imaging; 機能的磁気共鳴画像法) やPET (positron emission tomography; 陽電子放出断層撮影法) のような脳画像技術が相対的に活性が高まった脳領域を特定するのに有用であり、意思決定課題に用いられる脳の特定部位を推測するのに役立つ (Bickel et al., 2007)。画像解析以外には、事象関連電位を指標に用いた検討もある (松田他, 2013)。さらに、マウ

スの選択行動に対する中枢刺激薬投与効果を通して衝動的選択の遅延価値割引とその神経基盤を検討した一連の研究がある(麦島他, 2011; 小山他, 2011; 久保他, 2011, 林 他, 2012; 麦島 他, 2013; 麦島 他, 2014; Kubo et al., 2014; 久保他, 2015)。

神経経済学は、経済活動における心理学的要因を神経機構に求める点で、行動経済学における2つの流派のうち、自ずと消去主義的唯物論指向の流派であるといえる。ただし、素朴心理学的概念指向の理論の脳内所在を求める研究も盛んである。しかし安易な結びつけは素朴心理学概念を温存させたままそれを神経科学用語に置き換えただけとなる可能性があり、その場合は消去主義的態度であるとは考えにくい。また、安易な結びつけによって科学的心理学への統一が完成したように見える危険性も孕んでいることには細心の注意が必要である。

Camerer et al. (2005) は、神経経済学の対象と標準的経済学の対象の相違として、神経メカニズムを持つ2つのプロセスと心理学的メカニズムとしての認知と情動の2つを用いて説明している(表1)。標準的経済学は、制御プロセスの認知面のみを対象とするのに対し、神経経済学はその他の3領域を含めた全体を対象にしている。この結果、行動経済学が明らかにした心理学的メカニズムを神経メカニズムとして説明が可能となる。

表1 Camerer et al. (2005) による経済学の分類

	認知	情動
制御プロセス： ・段階的・意識的・自覚的起動・内省可能	I	II
自動プロセス： ・並行的・自動的・反射的起動・内省不可能	III	IV

標準的経済学はIのみの機能のみを対象とする。
神経経済学はI~IVを対象とする。

[2] 遅延価値割引

神経経済学が解き明かす範囲は広がりつつある。この中で、遅延割引に関する研究は、つぎのような点で本質的であろうと考えられる。1) 行動分析学の基盤と手法による一貫的で体系的な心理学理論に依拠すること。2) 衝動性およびセルフコントロールの神経科学が依存症や発達障害などの臨床心理学的・精神医学的ニーズにより解明が進む分野であること。3) 経済学理論および経済政策にとって価値割引がもつ意味が大きいこと。

遅延価値割引は、「遅延ののちの大きい(Later-Larger; LL) 報酬(遅延大報酬)」と「即時で小さい(Sooner

-Smaller; SS) 報酬(即時小報酬)」のどちらを選択するかによって時間と報酬量の2つの価値観の関係を検討できるパラダイムである。この選択のうち、遅延大報酬選択は自己制御された選択とされ、即時小報酬選択は衝動的選択とされる。最近、このパラダイムを用いた衝動性研究が盛んになりつつある。

この遅延価値割引の数理モデルとしてよく知られ、最もよく適合すると考えられるのが双曲モデルである。このモデルは次式によって表される。

$$V = \frac{A}{1+kD}$$

V: 強化の価値
A: 強化の量
D: 遅延時間
k: 割引率

kの値が高いほど、遅延に伴う価値が低下するので、この値は衝動性の指標となる。

ラットやマウスによる遅延価値割引研究の標準的な実験装置として、左右2基の反応レバーを設置したスキナーボックスが導入される。麦島他(2011)は、非選択時も固定化されたレバーを用いて遅延価値割引実験を行ったことにより、Logue et al., (1984)の公式を適用することの妥当性が大きく上昇したと考えられる。この公式は、以下の通りである。

$$\log(B1/B2) = SA \log(A1/A2) + \log k$$

$$\log(B1/B2) = SD \log(D2/D1) + \log k$$

B1: 左レバーへの反応数。 B2: 右レバーへの反応数。
A1: 左レバー反応による報酬量。 A2: 右レバー反応による報酬量。
D1: 左レバー反応による遅延時間。 D2: 右レバー反応による遅延時間。
SA: 報酬量に対する感受性。 SD: 遅延時間に対する感受性。
k: 右レバーへの反応偏好。

これらの式で、SA<SDのとき、その行動は衝動的だといえる。また、報酬量および遅延時間への感受性は、対数スケール平面上の各々の1次関数の傾きとして表現され、SA(またはSD)>0のとき、報酬量(または遅延時間)に価値を置いていることになる。このLogue et al.(1974)の公式は、並立スケジュールにおけるマッチング法則に適用されるBaum(1974)による式を遅延価値割引におけるトレードオフ2値の関数へと応用したものである。この式は、回帰直線で表される各々の定数により衝動性の度合いを量的に扱うことができ、さらに左右どちらかへの反応偏好についても量的に扱えるので、諸要素を複合的に検討できる点が本質的に重要な点である。

Rachlin(1974)とAinslie(1975)はそれぞれ別個に自己制御に関する理論を発展させていった。これはAinslie-Rachlinモデルとよばれる(Mazur, 2006)。こ

のモデルにより、自己制御選択と衝動的選択についてよく説明できる(図2)。T2の時点では、即時に小さい報酬を得るよりも後々に大きい報酬を得るほうが価値が高く、自己制御選択が可能であるが、T1の時点になると、それが逆転する。つまり、獲得機会が直前になるほど即時性の重みに比べて報酬量の重みが下がってしまい、つい衝動的な選択をとることとなる。学生が、試験期間に入る前には、期間に入れば連夜に試験対策をしてから受験するつもりでいても、いざ試験期間になると、睡魔の誘いを受けてこれを得てしまう例がこれに相当する。

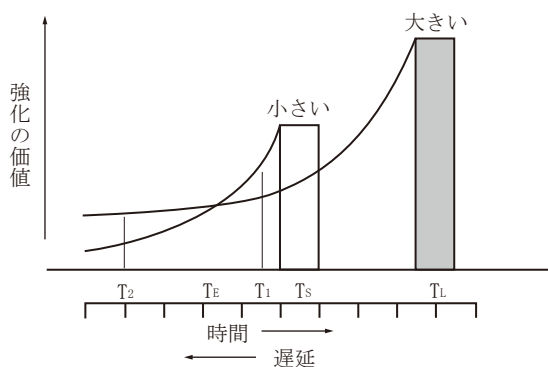


図2 Ainslie-Racklineモデルによる遅延割引曲線 (井田, 2005より転載)

[3] 遅延価値割引における衝動性の神経メカニズム

報酬に対する価値は、眼窩前頭皮質を中心とする腹内側前頭前野、線条体、側坐核、扁桃体によるネットワーク活動により発現することが解明されてきた(Kringelbach & Rolls, 2004)。なかでも、眼窩前頭皮質の役割が大きい。

上述したプロスペクト理論における損失嫌悪とは、損失する可能性のほうが高いときにはそれを強固に忌避する行動を示し、利得を上げる可能性のほうが高いときには慎重にそれを遂行する傾向のことをいう。腹内側前頭前野と線条体の活動が、この損失嫌悪に関与しており、ギャンブル課題における選択行動から求められた損失嫌悪の指標と相関をもつことが示されている(Tom et al., 2007)。即時報酬選択では大脳辺縁系が強く活動し、遅延報酬選択では遅延時間の長さに従って活動が低下する一方、外側前頭前野や後部頭頂皮質では遅延報酬での一定の活動を行う(McClure et al., 2004; McClure et al., 2007)。

即時報酬か遅延報酬かの選択過程はDopamine (DA) による調整を受けている。遅延報酬過程は、持続性

DA発火により達成される成果を維持するために、線条体と前頭前野での着実なDAシグナリングを要する。一方、即時報酬選択過程は、主として、即時的で鋭敏なDAのバーストにより駆動されている。このバーストは、際立たない刺激へ注意を向けさせる一過性のDA発火により達成される(Volkow & Baler, 2015)。

しかしながら、DA受容体サブタイプに対する薬理学的研究では、衝動性に対するDAの役割はそれほどまでには明瞭ではない。衝動性に対するamphetamineの効果は主にserotonin (5-HT) によるとの見解もある(Winstanley et al., 2003)。一方で、D₂受容体が正常な遅延報酬選択を促進することを示唆する研究もある。Wade et al. (2000)によれば、D₁D₂共通の拮抗薬およびD₂に選択性の高い拮抗薬は衝動的な選択を誘発しD₁受容体拮抗薬は誘発しなかった。

ヒトでの脳画像技術による研究により、腹側および背側線条体での急激なDA増加をもたらす刺激は報酬として経験され、その刺激を得ようとする欲望を引き起こすことが明らかになりつつある。一方で、ゆっくりと着実なDA増加のきっかけとなる刺激は報酬にもならず欲望も引き起こさない。対照的に、着実なDA増加は、持続的な努力を働かせる能力の上昇と動機づけられて興味を引く課題や刺激を経験する能力の上昇と関連している(Volkow & Baler, 2015)。

即時/遅延報酬選択に関わる脳部位としては、おもに2系統がある。一つは線条体を中心とした大脳基底核、扁桃体、前頭前野内側部、眼窩前頭皮質を中心とする腹内側前頭前野であり、これらの系は報酬そのものに関連している。もう一つは前部帯状回と前頭前野背外側部であり、これらはコンフリクト下での制御を修飾している(Volkow & Baler, 2015; Wassum & Izquierdo, 2015)。

Volkow & Baler (2015) は、これまでの神経科学のおよび行動経済学的知見を統合して、「遅延価値割引における即時報酬/遅延報酬回路モデル」を提唱している。このモデルは有用であるので、以下に紹介する。

図3に示すように、広範囲の回路にわたる演算ユニットは、それらが即時または遅延反応のどちらを促進するか、または、常時適切にそれらの変換を可能にするかによって、3クラスのうちの一つに帰属する。このモデルによれば、報酬の特徴に関する情報が入力されると、側坐核(NAc)のシナプスでのDAが急速かつ大幅に上昇する。腹外側前頭前野(vmPFC)は、報酬の結果的な価値の生成での関与を通じて報酬の特徴の計算を促進しているように見える。眼窩前頭皮質(OFC)

は、特徴の帰属に決定的に関与している。また眼窩前頭皮質は、代替選択肢と結果についての予期的情報を提供するという重要な役割を果たしており、これは即時・遅延報酬間の移行にとって本質的である。

一方、前帯状皮質 (ACC) は抑制的な学習 (inhibitory learning) を可能にしている。この働きは、予期と実際の結果との間のコンフリクトのつまみを維持することと、背外側前頭前野 (dlPFC) と背側線条体領域 (尾状核) によって修飾された実行の制御/制止回路へと情報を運搬することにより実現される。意思決定プロセスにおけるこの制止手段は、つぎに背外側前頭前野で持続性 DA シグナル持続により促進される。

前帯状皮質は、回路が代替選択肢の中での選択に関連する不確実性のレベルを見積もる役割を持つ。この役割について、個人の生理的状態についてのカギになる情報を提供している島皮質も、前帯状皮質とともに担っている。

さらに、情動的特徴の情報を提供する扁桃体と、過去の経験についての情報を提供する海馬と、適切な報酬省略イベントについての情報を提供する外側手綱核の3つの部位は、すべて、遅延価値割引の率を低めることに関与していると考えられる。

これらの機能が統合された結果、即時報酬選択/遅延報酬選択のいずれかに決定される (Volkow & Baler, 2015)。

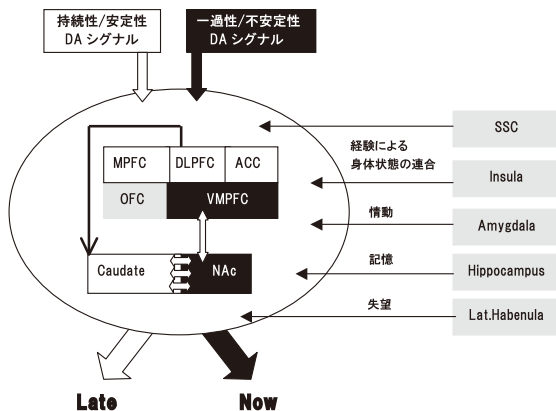


図3 神経回路での演算結果としての遅延価値割引のモデル (Volkow & Baler, 2015 に基づく)

MPFC: 内側前頭前野 DLPFC: 背外側前頭前野 ACC: 前帯状皮質
 OFC: 眼窩前頭皮質 VMPFC: 腹外側前頭前野 caudate: 尾状核
 NAc: 側坐核 SSC: 体性感覚野 insula: 島皮質 amygdala: 扁桃体
 hippocampus: 海馬 Lat. Habenula: 外側手綱核

即時反応に関与する領域: 黒地
 遅延反応に関与する領域: 白地
 即時反応と遅延反応の切り替えを行う領域: グレー地

近年、amphetamine, methamphetamine, cocaine等の薬物やアルコール依存に関する衝動性の検討が盛んになってきた。Bickel et al. (2014) は、物質依存患者の遅延価値割引課題の傾向と生物学的特質との関連についての研究例を挙げている。Monterosso et al. (2007) は methamphetamine 依存について検討し、ミクロ経済学の無差別曲線 (双曲線) から遠い「簡単な」選択課題と無差別曲線に近い「難しい」選択課題との間で、methamphetamine 依存者は前頭頭頂領域の活性の違いが非依存者に比べて小さいことを見出した。前頭頭頂領域でも、非依存者では、難しい選択課題のときのほうが簡単な課題のときよりも、左半球背外側前頭前野と右半球頭頂間溝が大きく活性化されたが、依存者は、両方の課題のときにこれらの領域の活性度が上昇した。また、Claus et al. (2011) は、アルコール依存者における即時報酬選択と遅延報酬選択の間での神経活性について検討している。アルコール依存者は遅延選択を行ったときに前帯状皮質を含む前頭頭頂領域での大きい活性を示し、このことはコンフリクト下の解決能力の不全を示し、これにより衝動的決定を行う傾向が生じる。さらに他の研究からも同様の結果が得られている (Amlung et al., 2013; Boettiger et al., 2007)。

【4】神経経済学および行動経済学の応用と展望

神経経済学および行動経済学は、1) ヒトおよび動物の行動の基盤になる価値が必ずしも金銭的・経済的価値だけで規定されるものではないこと、2) 長期的な利益よりも即時の快適さを求める行動は衝動性として理解され、側坐核・腹内側前頭前野などがこれに関与することを示してきた。これらは学術の基礎理論として重要な意味を持つが、さらには、心理臨床・学校教育から経済政策・労働政策・社会考察に至るまでの広範囲な応用と敷衍が期待できる。

◇心理臨床への応用 (注意欠陥多動性障害・衝動性への応用)

現在、発達障害に関して、神経経済学・行動経済学に基づく検討と理論構築が急速に進展しつつある。例えば、発達障害の中核をなす注意欠陥多動性障害 (ADHD) をもつ子どもや成人は、報酬量への感受性よりも報酬遅延への感受性が高く、その結果、即時報酬を選択する反応を生じやすい (Wilson et al., 2011)。また、ADHD モデル動物を用いた行動経済学的、神経経済学的研究が開始され、ADHD の衝動性に対して

catecholamine神経系が関与することが示されている(麦島 2006; 麦島 2013)。また、ADHD児(者)に対する応用行動分析の有用性が指摘されている(川西・米山, 2015)。ADHDをはじめとする発達障害には、オペラント学習理論に基づく応用行動分析が有用であり、かつ、これらの障害には基盤として特有の神経メカニズムが存在している。さらにADHDの症状である衝動性・多動性・不注意は、中枢刺激薬および選択的noradrenalineトランスポーター阻害薬によって緩和する(曾良・福島, 2006)。これらのことは、神経経済学・行動経済学がADHDへの心理臨床的アプローチの理論化・統合化に有用であることを示すと思われる。Volkow & Baler (2015)の遅延価値割引の神経回路モデルは、提案者自身、ADHD等の衝動性の理解と援助に向けたモデルとして構築している。また、最近では発達障害のみならず、薬物・アルコール・ギャンブル等の依存症への対応としても、神経経済学・行動経済学的検討が開始されている(蒲生, 2015)。

当研究室における一連のADHDモデルマウスのELマウスでの遅延割引課題によって、モデルマウス(ELマウス)はもちろん、対照マウス(DDYマウス)もまた、基本的に

報酬遅延の感受性(SD) > 報酬量の感受性(SA)であることが分かってきた(Kubo et al., 2014; 久保他, 2015)。一方で、両系統のSDの値にはつぎのような違いが見られることも分かってきた。

DDYマウスのSD < ELマウスのSD

つまり、両系統の違いは、衝動的選択の発現の強固さにある。ヒトを含む動物は、本来、環境との関わりにおいて、いま当座を生き抜くことが将来の存続を保證する。その点で、SD > SAに基づく行動を発現させ、そのための神経メカニズムを備えることは生態学的に合理的である。一方で、人間は、遅延大報酬を得るための戦略を組む能力に優れていたため、農耕や牧畜を発明し、財の貯蓄を発明し、文明を築いたとも考えられる。産業革命以降のモノとサービスの氾濫はその延長線上での成果であると同時に、いま当座を生きるための反応を誘発する刺激になっている可能性はある。冒頭で取り上げたRobertsの論は傾聴に値する。

◇エネルギー政策・環境政策への視座(原子力発電による放射性廃棄物に関して)

さらに、価値割引理論による神経経済学・行動経済学の考え方や知見は、エネルギー政策と環境政策に対して一つの視座を与えると考えられる。具体例の一つ

に、原子力発電によって生じる放射性廃棄物処理の問題があろう。我が国の原子力発電所の最大操業期間である40年は、主要な政策として十分に長期であり、大きなコストをかけて原発を建設して安定的に電力供給することは遅延大報酬選択のように見える。一方、旧核燃料サイクル開発機構と電気事業者は、長半減期低発熱性廃棄物の処分に関する技術開発課題等に取り組んだと成果として「第2次TRUレポート」をまとめ、その中で、ヨウ素129の放出抑制期間を10万年以上にする可能性と、炭素14の閉じ込め期間を6万年にする可能性を得た(原子力委員会, 2006)。高レベル放射性物質をガラス固化した上で地層処理を保持する期間を仮に10万年とすると、原発操業期間の40年と比較して、後者が圧倒的な即時小報酬であるとも言える。10万年という時間は、人間の時間感覚から外れているので、人間にとって適度な長期である40年との合理的比較ができず、それとは認識せずに即時小報酬を選択している可能性がある。ちなみに、ホモサピエンスがアフリカで誕生したのが20万年前、本格的な出アフリカの開始が5万年前、農耕の開始が1.2万年前である(海部, 2005)(図4)。行動経済学・神経経済学は、超長期的利得とそれよりは短い中長期的利得との間で合理的に比較検討する視座をもつ。この視座は、二酸化炭素やメタン等の温室効果ガスの問題等、環境政策全般に役立つと考えられる。

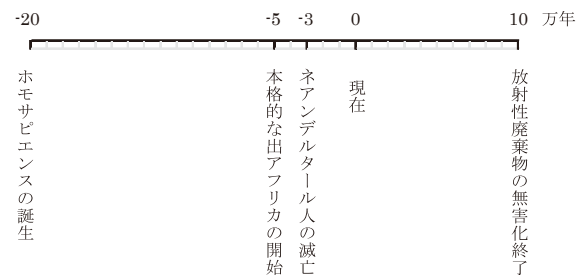


図4 現生人類の歩み

◇組織経営・労働政策への視座

また、行動経済学が示した、ヒトおよび動物の生産消費行動の基盤になる価値が必ずしも金銭的・経済的価値だけで規定されるものではないことは、例えば労働政策の策定や企業等の組織のマネジメントに応用される価値がある。Ariely et al., (2008)は、レゴ(ブロック玩具)で飛行機の形を作成して報酬を得る作業について、わずかな違いによる意味づけによって、作

業量が大きく異なることを見出した。実験協力者が作成したレゴを、実験者が即時にばらばらに戻すのだが、その理由として、「他の協力者が作成するため」と伝えられた群は、「あなたが今から作成するため」と伝えられた群に比べて、作り続ける飛行機の数が有意に多かった。これは、標準的経済学が示してきた「効用の最大化のための行動」ではなく、仕事における意味づけがないと、仕事の成果が低下することを示唆している。

Ouchi (1981)は、McGregorのX, Y理論を敷衍したZ理論において、戦後一貫して成長する日本型企業経営 (Jタイプ) の特徴は、ボトムアップ型合意制、集団責任制、安定雇用制であるとした。一方、廣田 (2013)によれば、Peters & Waterman (1983)は、米国企業の活力の喪失の原因の1つは、「合理主義」的な考え方の行き過ぎによるものではないかと考えた。当時の経営では、経営につきものの人的側面を排除するところから「合理的」という言葉が成り立つと理解されるまでになっていた。Peters & Waterman (1983)が注目したエクセレント・カンパニーの場合は、必ずしも「合理主義」にこだわらず、価値観を重視し、人を通じて生産性向上を図るという対応が見られた (廣田, 2013)。行動経済学の観点では、合理主義の行き過ぎは、労働の意味づけを阻害する要因を増大させ、その結果、必ずしも新古典派経済学のような「効用最大化」のみで経済行為を行わない労働者のパフォーマンス低下を招くだろうと予想できる。一方、上記のJタイプやエクセレント・カンパニーは、仕事における意味づけ (Ariely 2010) を提供できていると言える。しかしながらその後、日本企業はバブル経済崩壊後の停滞から立ち直れず、グローバル経済の波に押され、2000年前後から急速に、成果主義的賃金体制・短期雇用制・上意下達制へと切り替えた (高橋, 2004)。一例として、国内のある大学も典型であり、2006年に、業績評価に基づく年俸による給与体系※と、5年の任期雇用制に切り替わった。さらに、役職選挙の廃止・形式化などにより、ボトムアップ型合意制から上意下達制へと切り替わった。これらは多くの場合、大学自治の観点から議論されるが、それ以前に、上述のような企業経営論の範疇の議論だとも言える。この一例にとどまらず、成果主義賃金・上意下達制等の利点も当然存在するわけなので、今後おそらく必要なのは、合理的な比較検討を行うための視座であろう。行動経済学・神経経済学がもつ、仕事の意味づけ等の価値と金銭的価値とを合理的に比較検討する視座は、

組織経営や労働政策にとって有用だと思われる。

※業績がA評価の場合、次年度の報酬が前年度比20%増となり、E評価の場合は20%減となる仕組みで開始された。この制度では、仮に30年間雇用されてA評価を受け続けると30年目の金額は1年目の197.8倍となり、同じくE評価を受け続けると1年目の0.0015倍となる。なおこの仕組みは、開始から半年以上経過したところで、根本的に変更された。年俸制・5年任期制は存続している。

以上のように、心理臨床・エネルギー政策・労働政策・企業経営等に対し、行動経済学の視点は労働政策と企業経営にとって重要な視座を与え、神経経済学の知見はこの視座を補強できるであろう。とくに衝動性に関する心理臨床を中心とした分野には、神経経済学が主要な示唆を与えていくこととなろう。

引用文献

- Ainslie, G. (1975) Spontaneous reword: A behavioral theory of impulsiveness and impulse control. *Psychological Bulletin*, **82**, 463-496.
- Amlung, M., Few, L. R., Howland, J., Rohsenow, D. J., Metrik, J., MacKillop, J. (2013) Impulsivity and alcohol demand in relation to combined alcohol and caffeine use. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, **21**, 467-474.
- Ariely, D., Loewenstein, G., Prelec, D. (2003) Coherent arbitrariness: Stable demand curves without stable preferences. *Quarterly Journal of Economics*, **118**, 73-105.
- Ariely, D. & Wertenbroch, K. (2003) Procrastination, Deadlines, and Performance: Self-Control by Precommitment. *Psychological Science*, **13**, 219-224.
- Ariely, D., Kamenica, E., Prelec, D. (2008) Man's search for meaning: The case of Legos. *Journal of Economic Behaviour and Organization*, **67**, 671-677.
- Ariely, D. (2010) *The upside of irrationality. The unexpected benefits of defying logic at work and at home*. New York: HarperCollins. (櫻井祐子 (訳) 2010 不合理だからうまくいく 行動経済学で「人を動かす」早川書房.)
- Bickel, W. K., Michelle L. Miller, M. L., Yi, R., Kowal, B. P., Lindquist, D. M., Pitcock, J. A. (2007) Behavioral and neuroeconomics of drug addiction: Competing neural systems and temporal discounting processes. *Drug and Alcohol*

- Dependence*, **90** (Suppl 1), S85-S91.
- Bickel, W. K., Koffarnus, M. N., Moody, L., Wilson, A. G. (2014) The behavioral- and neuro-economic process of temporal discounting: A candidate behavioral marker of addiction. *Neuropharmacology*, **76**, 518-557.
- Boettiger, C. A., Mitchell, J. M., Tavares, V. C., Robertson, M., Joslyn, G., D'Esposito, M., Fields, H. L. (2007) Immediate reward bias in humans: fronto-parietal networks and a role for the catechol-O-methyltransferase 158(Val/Val) genotype. *Journal of Neuroscience*, **27**, 14383-14391.
- Camerer, C., Loewenstein, G., Prelec, D. (2005) Neuroeconomics: How neuroscience can inform economics. *Journal of Economic Literature*, **43**, 9-64.
- Claus, E. D., Kiehl, K. A., Hutchison, K. E. (2011) Neural and behavioral mechanisms of impulsive choice in alcohol use disorder. *Alcoholism, Clinical and Experimental Research*, **35**, 1209-1219.
- 古山英二 (2008) 行動 (心理) 経済学 (behavioral economics) と脳科学. 日本橋学館大学紀要, **7**, 67-79.
- 蒲生裕司 (2015) ギャンブル障害：依存と嗜癖：やめられない心理：依存症と嗜癖障害. *こころの科学*, **182**, 41-44.
- 原子力委員会・長半減期低発熱放射性廃棄物処分技術検討会 (2006) 長半減期低発熱放射性廃棄物の地層処分の基本的考え方—高レベル放射性廃棄物との併置処分等の技術的成立性—
- 林奈津美・木村裕・小山明子・久保浩明・中本百合江・吉井光信・麦島剛 (2012) 日本行動分析学会年次大会プログラム・発表論文集, **30**, 28.
- Herrnstein, R. J. (1964) Aperiodicity as a factor in choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **7** (2), 179-182.
- 廣田俊郎 (2013) 経営理念とビジョンに基づく経営戦略 (下). 関西大学商学論集, **58** (2), 49-86.
- 岩本康志 (2009) 行動経済学は政策をどう変えるのか 池田新介・市村英彦・伊藤秀史 (編) 現代経済学の潮流 東洋経済新報社
- 井田政則 (2005) 自己制御と衝動性：高校生の勉強行動との関連. 立正大学心理学部研究紀要, **3**, 1-15.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1979) Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, **47**, 263-291.
- 海部陽介 (2005) 現代人の起源—研究の現状と将来の展望—*Anthropological Science (Japanese Series)*, **113**, 5-16.
- 川西舞・米山直樹 (2015) 応用行動分析にもとづく視点から特別支援教育を考える. 関西学院大学心理科学研究, **41**, 29-35.
- Kringelbach, M. L., Rolls, E. T. (2004) The functional neuroanatomy of the human orbitofrontal cortex: evidence from neuroimaging and neuropsychology. *Progress in Neurobiology*, **72**, 341-72.
- 久保浩明・木村裕・永末正志・野添美和・中本百合江・吉井光信・麦島剛 (2011) ELマウスの選択行動におけるマッチング法則の検討：ADHDモデル動物の強化に対する感受性について. 日本行動分析学会年次大会プログラム・発表論文集, **29**, 106.
- 久保浩明・木村裕・永井友幸・森寺亜伊子・中本百合江・吉井光信・麦島剛 (2015) 遅延価値割引課題におけるELマウス (ADHDモデル) の主観的等価点および不注意に関する考察. 日本行動分析学会年次大会プログラム・発表論文集, **33**, in print.
- Kubo, H., Kimura, H., Nakano, K., Nagai, T., Nomiya, H., Hayashi, N., Nakamoto, Y., Yoshii, M., Mugishima, G. (2014) On the subjective equivalence between amount and delay in ELmouse as an animal model of ADHD. *Japanese Journal of Animal Psychology*, **64**, 119.
- Logue, A. W., Rodriguez, M. L., Pena-Carreal, T. E., and Maruo, B. C. (1984) Choice in a self-control paradigm: Quantification of experience-based differences. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **41**, 53-67.
- 松田俊・植木詩乃・記谷康之 (2013) 行動経済学に関するERPを用いた一研究 国立高等専門学校機構大島商船高等専門学校紀要, **46**, 59-67.
- McClure, S. M., Laibson, D. I., Loewenstein, G., Cohen, J. D. (2004) *Science*, **306**, 503-507.
- McClure, S. M., Ericson, K. M., Laibson, D. I., Loewenstein, G., Cohen, J. D. (2007) *Journal of Neuroscience*, **27**, 5796-5804.
- Meisur, J. E. (2006) *Learning and behavior* 6th ed. London: Pearson Prentice Hall.

- Monterosso, J. R., Ainslie, G., Xu, J., Cordova, X., Domier, C. P., London, E. D. (2007) Frontoparietal cortical activity of methamphetamine-dependent and comparison subjects performing a delay discounting task. *Humman Brain Mapping*, **28**, 383-393.
- 麦島剛 (2006) 注意欠陥多動性障害 (ADHD) をめぐる動向：新たな研究法の確立に向けて。福岡県立大学人間社会学部紀要, **14** (2), 51-63.
- 麦島剛・木村裕・小山明子・久保浩明・中本百合江・吉井光信, (2011) 報酬遅延を用いたELマウスの衝動的行動の検討：ADHDモデル動物の選択行動。日本行動分析学会年次大会プログラム・発表論文集, **29**, 111.
- 麦島剛 (2013) ADHD(注意欠陥・多動性障害)への臨床応用に向けた行動神経科学的研究の動向：衝動的行動分析学を中心にして。福岡県立大学心理臨床研究, **5**, 43-48.
- 麦島剛・木村裕・久保浩明・林奈津美・市丸有美・後藤瑞貴・中本百合江・吉井光信 (2013) 遅延価値割引事象におけるELマウスの衝動的行動と手がかり刺激への注意：音と光を用いたADHDモデル動物での検討。日本行動分析学会年次大会プログラム・発表論文集, **31**, 81.
- 麦島剛・久保浩明・林奈津美・野見山遥・永井友幸・中野昂一・木村裕・中本百合江・吉井光信 (2014) ADHDモデル動物ELマウスの衝動的選択行動に対する治療薬atomoxetine投与の効果。日本行動分析学会年次大会プログラム・発表論文集, **32**, 72.
- Ouchi, W. (1981) *Theory Z: How American Business Can Meet Japanese Challenge*. Boston: Addison-Wesley. (W・オオウチ著, 徳山二郎監訳 (1981)『セオリーZ』CBSソニー出版)
- 小山明子・木村裕・久保浩明・森久美子・星子友里恵・中本百合江・吉井光信・麦島剛 (2011) 遅延価値割引を用いたELマウスの衝動的行動の検討：ADHDモデル動物の報酬遅延と報酬量への感受性。日本行動分析学会年次大会プログラム・発表論文集, **29**, 105.
- Rachlin, H. (1974) Self-control. *Behaviorism*, **2**, 94-107.
- Roberts, P. (2014) *The impulse society. America in the age of gratification*. Dexter: Bloomsbury.
- 坂上貴之 (2002) 行動分析学と経済学：進化的枠組みの中での共同作業をめざして 行動分析学研究, **16**, 92-105.
- 柴田正良 (2003) 素朴心理学が静かに消える日 戸田山和久・服部裕幸・柴田正良・美濃正 (編) 心の科学と哲学—コネクションニズムの可能性 Pp. 117-143. 昭和堂
- 柴田正良 (2009) 素朴心理学と消去主義 日本学術会議サイエンスカフェ資料, Pp. 1-4.
- 曾良一郎・福島攝 (2006) 脳の発達障害ADHDはどこまでわかったか? 日本薬理学雑誌, **128**, 8-12.
- 高橋伸夫 (2004) 虚妄の成果主義. 日経BP社
- 武隈慎一 (1999) ミクロ経済学. 新世社
- 竹村和久 (2006) リスク社会における判断と意思決定 *Cognitive Studies*, **13**, 17-31.
- 竹村和久 (2015) 心理経済学 行動経済学の心理的基礎 培風館
- 瀧澤弘和 (2010) 行動経済学と神経経済学は標準的経済学を変えるのか 公共選択の研究, **54**, 67-75.
- Tom, S. M., Fox, C. R., Trepel, C., Poldrack, R. A. (2007) The neural basis of loss aversion in decision-making under risk. *Science*, **315**, 515-518.
- 恒松伸 (1999) 行動経済学における価値研究の展開。動物心理学研究, **49**, 19-39.
- Volkow, N. D., Baler, R. D. (2015) NOW vs LATER brain circuits: implications for obesity and addiction. *Trends in Neurosciences*, **38**, 345-352.
- Wade, T. R., de Wit, H., Richards, J. B. (2000) Effects of dopaminergic drugs on delayed reward as a measure of impulsive behavior in rats. *Psychopharmacology (Berl)*, **150**, 90-101.
- Wassum, K. M., Izquierdo, A. (2015) The basolateral amygdala in reward learning and addiction. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, **57**, 271-283.
- Wilson, V. B., Mitchell, S. H., Musser, E. D., Schmitt, C. F., Nigg, J. T. (2011) Delay discounting of reward in ADHD: application in young children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and allied disciplines*, **52**, 256-264.
- Winstanley, C. A., Dalley, J. W., Theobald, D. E., Robbins, T. W. (2003) Global 5-HT depletion attenuates the ability of amphetamine to decrease impulsive choice on a delay-discounting task in rats. *Psychopharmacology (Berl)*, **170**, 320-331.

神経経済学の進展と視座：衝動性をめぐる心理臨床・エネルギー政策・組織経営への応用と視座

読売新聞東京版朝刊 2007年7月10日「スティール
は乱用的買収者」 防衛策、高裁も「適法」 ブルド
ックあす発動.