

「脳」で変身 ぱちんこ店 「みんなの健康広場」に

諏訪東京理科大学教授
日遊協理事

篠原菊紀

第4回

遊技に重要「ドーパミン神経」 開発やサービスのヒントに

早速ですが、図1、2、3を見てください。これら図は遊技台開発の上でも遊技台選定の上でも極めて重要です。のみならず、メーカーが機種ブランドの確立を目指したり、ホールが顧客サービスを考える上でも重要です。人材育成の基本を考える上でも示唆的なので目に焼き付けてください。

サルにジュースで 一気に神経が反応

まず図1から説明しましょう。これは、パチンコやスロットを考える上では必須ともいえる、快感や行動、モチベーションなどに深くかわるドーパミン神経のふるまいについて、報酬の与え方を変えることでその活動がどう変えるかを示した実験結果の一部です¹⁾。ケンブリッジ大学のシムルツらの実験で、サルのドーパミン神経に直接電極を当てる方法で調べたものです。

上段はサルに予測なしで報酬（ジュース）を与えたときのドーパミン神経の活動です。下のドットが点在している帯は、個々のドーパミン神経の発火の様子を示しています。図の右に向かって時間が経過しています。上のグラフは、個々のドーパミン神経の反応を足し合わせたもので、これがおおむねドーパミン神経活動の強さを示しています。下段も同様です。

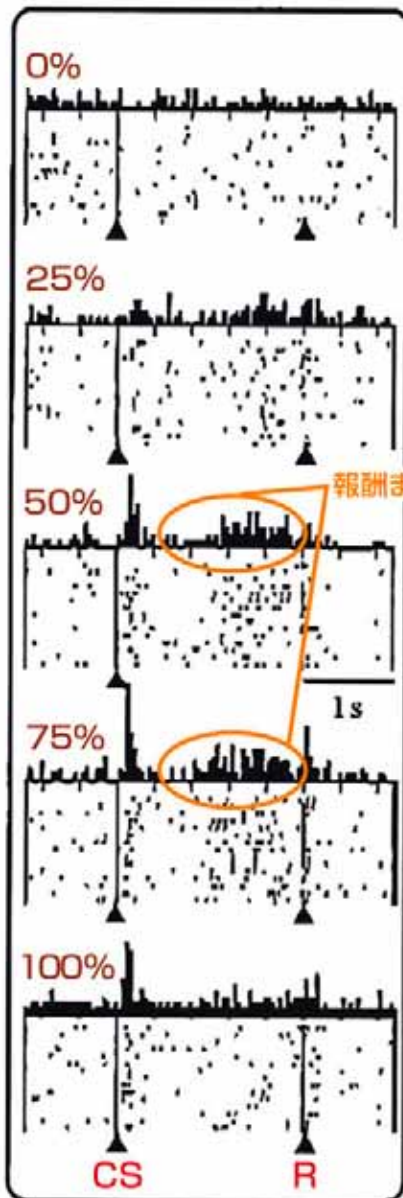
Rは報酬を与えたタイミングです。ここでサルの舌にジュースを滴下しています。上段では、滴下後にドーパミン神経が強く活動しているのがわかります。快を感じると「ドーパミンどばどば」というやつで、パチンコやスロットの当たり時のドーパミン活動もおおむねこのようなものと推測されます。

「予告」を学ぶと その時点で急上昇

図1の下段は、ランプがついてレバーをたたいたらジュースが舌に滴下される装置を作り、そこでサルを訓練した結果です。こういう訓練をすると、サルはランプがつくとレバーをたたくようになっていきますが、ほぼ確実にレバーをたたくようになった時の結果が下段です。図中のCSはランプ点灯時。興味深いことに、上段ではジュース滴下時（R）がピークだったドーパミン神経活動が、訓練の結果、下段ではランプ点灯時（CS）に前倒しされています。

こういう脳活動は、パチンコやスロットに親しんでいる皆さんにとっては、なじみ深い反応でしょう。「パトランプ点灯」「キューイン」「ガコッ」……いわゆる鉄板予告が来た時のドーパミン神経の活動がこれです。その演出の意味が全く理解できていない人にとっては無意味ですが、「熱い演出」が熱いと身体でわかっている（脳に刷り

図2 待機時のドーパミン活動

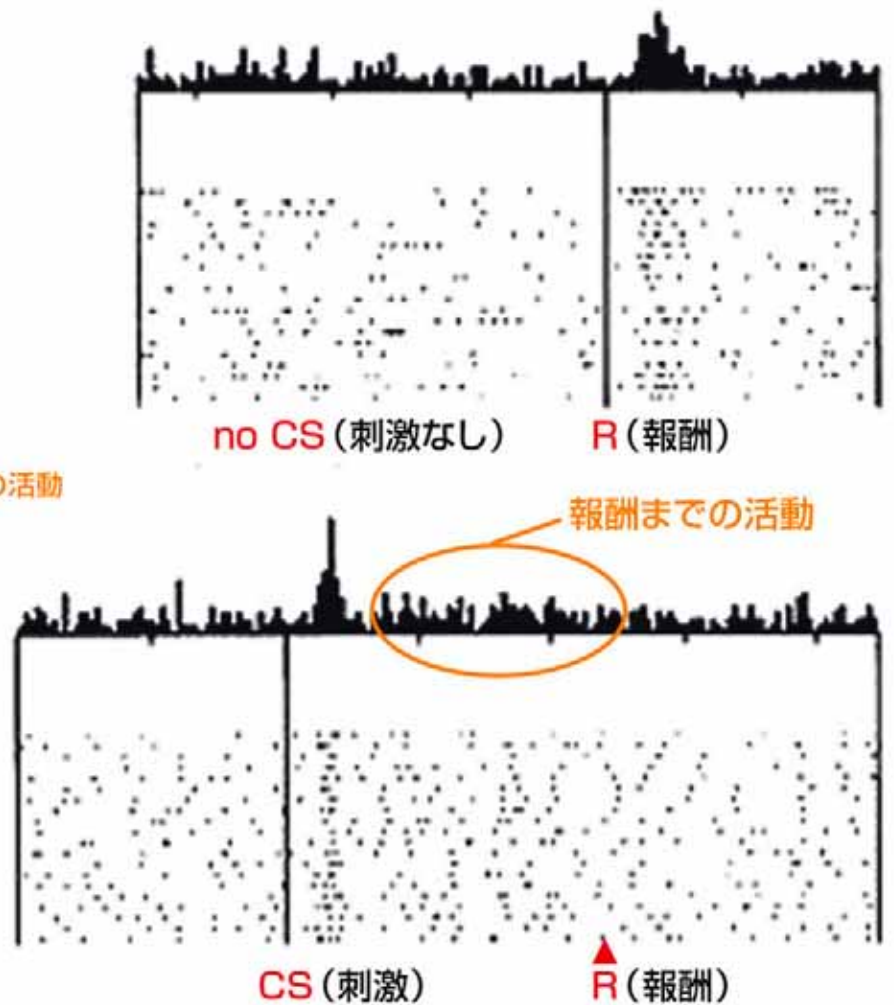


リスク条件下での報酬前反応は50%で極大化する。

上から、0%、25%、50%、75%、100%。50~75%が重要。

(Fiorillo 52003 参考)

図1 予測なしで報酬を与えられた場合と予測が成り立っている場合のドーパミン神経活動



下の帯は個々のドーパミン神経の活動。上のグラフはそれを足し合わせたもの。右に向かって時間が経過している。

上段：Rは報酬、サルの舌にジュースを滴下している。滴下後、ドーパミン神経が活動している。その後、ランプがついてレバーをたたいたらジュースが滴下される装置でサルを学習させる。

下段：90%以上の確率でレバーをたたくようになった時。CSはランプ。ランプ点灯時にドーパミン神経活動が前倒しされ、かつ時間的に短く一気に活動する。実際の報酬までの期間も活動が続く。ドーパミン神経の全体活動は大きくなる。(Schultzら 1999 参考)

それだけではありません。さらに図を細かく見てください。ランプ点灯時にあたる時間（下段CS、上段はCSに相当する時間）からジュース滴下時（R）までの間、上段に比べて下段でドーパミン神経活動がやや高い状態が続いているのがわかります。図2はやはりシュルツらの実験で、信頼度をい

き刺さるわけです。

さて、ここで図1をもう一度よく見てください。たんにドーパミン神経の活動が前倒しされているだけではありません。よくよく見ると、ランプ点灯時のドーパミン神経活動が、上段のジュース滴下時より反応にかかる時間は短くなって、その活動が一気に高まっています。先鋭化しています。だから鉄板予告は、ズキエンと脳に突き刺さるわけです。

前倒しだけでなく先鋭化し持続する

ではなかなか。「キューイン」

込まれている）人にとっては、その演出で脳がズキエン。特に知りごろ、わかりごろのドーパミン活動は一層高くなります。余談ですが、わかりすぎていない人では活動低下が起こります。「キューイン」

報酬は無駄になる
100%の確率で

ろいろに設定してドーパミン神経活動を調べたのですが、待機時でもっともドーパミン神経が発火するのは確率50%の時、50〜75%で盛んに発火します⁽¹⁾⁽²⁾。人の線条体（後で説明します）でも信頼度50%が一つのポイントで、いわば丁半条件でドーパミン神経活動が高まります⁽¹⁾⁽³⁾（図3）。

さらに、ジュースが得られた時だけ（得られない時もある、図2はその場合も合算）の脳活動では、丁半条件以上だとジュースが得られた時にもドーパミン神経活動のピークが現れます。つまり予測時と報酬時の二峰性のドーパミン神経活動がみられるわけで、一粒で二度おいしい。サービス提供側から見ると極めて「ありがたい」。

報酬50%の確率はドーパミンが2度

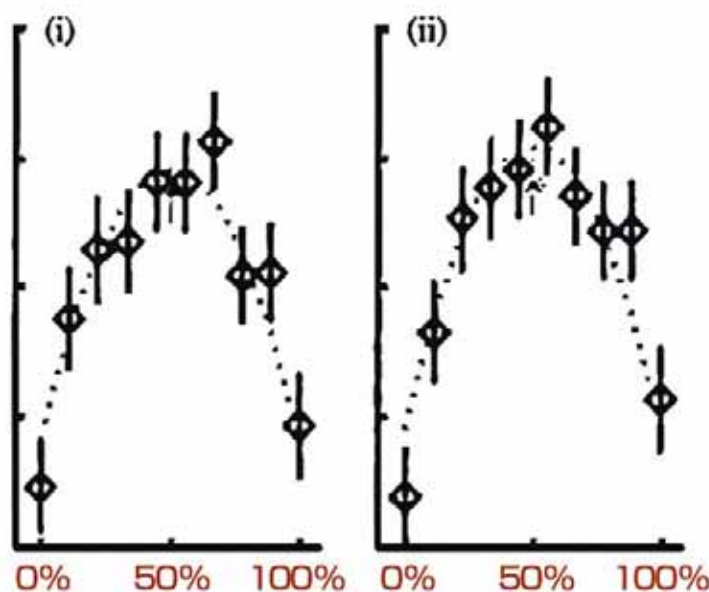
報酬を与えてきたことが裏目に出る。せっかく従業員に意識を徹底させ、ホスピタリティを高めてきたのに、アルバイトのたつた一度の不調法がすべてをぶち壊す。サービス業ではよく見る光景です。これを抑えるのにも有効なのがやはり丁半条件です。ランブがついてレバーをたたいたら100%ジュース（報酬）が出てしまうから、だんだんにジュース（報酬）自体の快が薄まっていくのです。また、100%だったのに出ないから脳が真っ白になるわけです。ランブがついてレバーをたたいたら50%程度でジュースが出るように設定しておけば、学習には多少手間がかかりますが、予測時にもジュース滴下時にもドーパミン神経活動が高まります。二峰性が保て、待機時の脳活動と合わせて、総ドーパミン神経活動量が極大化するのです（もっともホスピタリティを丁半ではいきませんが）。

予測的な脳活動が
前向きな希望へと

ただジュース（報酬）を与えるより、予測させて与えた方がドーパミン神経の総発火量は大きく

図3 人の線条体の活動と信頼度

人の場合でもリスク条件下では50%程度の信頼度で線条体の活動が極大化する。



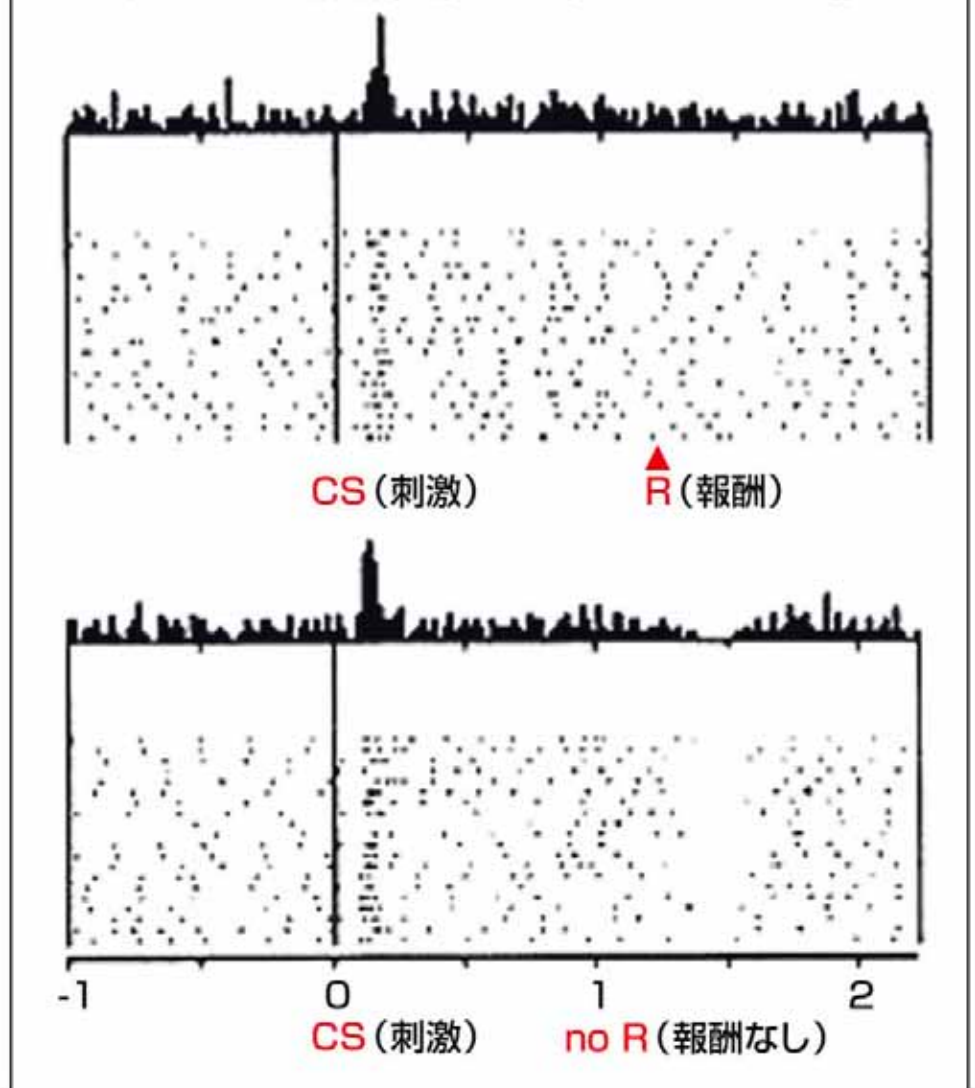
に比べてドーパミン神経活動が増加しているのですが、下段、ジュース滴下時のドーパミン神経活動はゼロではないもの、ほぼフラットです。せっかくジュース（報酬）をあげているのに、ドーパミン神

経は活動しない。報酬をあげた甲斐がありません。子どもにおもちゃを与え続けると、だんだんに見向きもなくなる。ありがたがらなくなる。部下もほめて育てるというからほめつづけたら、「また〜」という表情をするようになる。100%ほめつづけ、100%報酬を与え続けると、せっかくの報酬が無駄になっていきます。

さらに図4を見てください。これは図1の実験の続きで、上段は図1の下段に同じものですが、下段はもらえるはずの報酬（R）がもらえなかった時のドーパミン神経活動です。ほぼ完全にドーパミン神経活動が消失しています。鉄板だと思ったりチが外れた。給料日に記帳をしたが、入っていない。バトル突入、なのにケンシロウ、一発目から撃沈。「まじっ!」。脳、真っ白。場合によっては怒りに転じます。

図4 もらえるはずの報酬がもらえないとへこむ

上段は図1の下段に同じ。下段はもらえるはずの報酬 (R) が与えられない時。ほぼ完全にドーパミン神経活動が消失する。(Schultzら 1999 参考)



る。ズキユンと脳に突き刺さり、ジユース (報酬) が与えられるまでの間もドーパミン神経が比較的高く続く。さらにその増幅度合いは丁半条件で最大。この脳が持つ予測による快の増幅機能に寄り添うように、パチンコやスロットの演出が進化を遂げ、ここまで多様化してきたのです。

ただ当たるのではなく、リーチで当たる。スーパリーチで当てる。予告を作る (約50%の信頼度を持つ魚群が大きな意味を持ったわけです)。ステップアップをつける (前倒しをさらに前倒しするわけです)。保留先読み機能をつける。予兆をつける。疑似連をつける…これらはみな、予測による

っているユーザーがいるのなら、その状態を利用しない手はない。快を増幅させやすく困り込みが容易。また、ここではパチンコやスロット以外の過去のいい記憶も利用できるわけで、よく知られ快を伴う版權の使用が相当に効くからこそ、版權商売が成り立つのです。お店側でいえば、ユーザーのり

快の増大を目指すした工夫です。メーカーごとの信頼度調整は、まさに全遊技時間中でいかにドーパミン神経活動を極大化するかの攻防です。また、メーカーがヒット作のシリーズ化に全力を注ぐのも、このドーパミン神経活動の極大化に過去の快記憶を利用しようというもの。そのタイトルを見ただけで快が予測される状態にな

ピーター化を目指す努力は、結局のところ、ユーザーの脳に予測の快を刷り込む努力です。そのお店を思い描いただけでランプ点灯時のような脳活動が起こるようになれば、お店に来るまでの間、期待感が持続します。来店動機なるものが維持され、来店確率が上がるわけです。そうなれば、同じ勝ちをユーザーが得ても、他店で得るより自店で得た方が快が大きいという脳の状態になり、ユーザーの困り込みが出来る。

予測の快記憶を遊技機に活用して

まあ、パチンコ、スロットに限らず、あらゆる商売、サービス、商品が、ユーザーの脳をいかに予測の快で満たすかの競争をしているわけです。余談ですが、わたしたちはこの予測的な脳活動による快の増幅機能のおかげで、日々を生きていられます。人生には「大当たり」のような明確な目的や価値は存在しません、それでも、こんなことが起こると楽しいんじゃないか、こうするとうまくいくんじゃないかと、ただ楽しかったり、成功したりする結果の快以上

の快が、脳が持つこの予測の力によって日々細かに得られているので、なんだか前向きになったりもするのです。絶対的な価値や目的なるものがあるのかすらわからない人生を、予測の力によって様々な快で彩っているから、わたしたちは未来に希望が持て、生きていられるのです。

報酬のサジ加減でやる気の水準高く

ところで、子育て、部下教育などで「ほめて育てよ」と盛んに言われます。その根拠になるのもこのドーパミン神経の予測的なふるまいと、それによる快の増幅機能です。

「○○をしたらほめる」「○○をしたらほめる」・・・をひたすら繰り返すと、「○○しようかな」とちよつと思っただけでモチベーションがアップする。「○○しようかな」と思うのが、実験でいうランプポイントになるわけです。そしてモチベーションが高くと高まり、やる気が高い水準で維持される。それでその行動が起こりやすくなる。強化されるのです。

しかしひたすらほめつづけたのでは、**図4**のようにほめの効果が減少して、かつ、うっかりほめ忘れると逆効果になってしまうのです。そして、これを克服するのも丁半条件。最初は立て続けにほめる必要がありますが、どこかの地点からは間引いていく。ほめたりほめなかつたり。そうすると、次の報酬を待たたり、がまんすることにかかわるセロトニン神経の活動が高まるので、重要なのはやはり報酬のさじ加減です。キャバクラなどで最初は優しかったのに時折つれなくされたりすると、余計に貢いでしまう。その上、待つ心まで育ってしまうわけです。

パチスロの方が神経活動が高まる

ところで、さきほどまで「快」の話をして、ここでいきなりモチベーションややる気の話になったことに違和感を感じた方もいらっしゃるでしょう。「快感」と「やる気」は同じなの？と。その疑問はもっともなのです。実は、ここまでのサルの実験で調べているドーパミン神経は、いわゆる快感系のドーパミン神経ではありません。

ここで調べているのは黒質―線条体ドーパミン神経系といわれるもので、どちらかといえば身体のコントロールにかかわるドーパミン神経です。たとえば微細な運動調整や運動機能が障害されていくパーキンソン氏病では、このドーパミン神経の数が少なくなっていくことが知られています。そして、ややこしい話ですが、この身体のコントロールにかかわるドーパミン神経が投射する「線条体」の腹側（下側）に、快感系のドーパミン神経が投射する側坐核があるのです。

線条体（**図5**）は、前回、前々回の連載でも取り上げましたが、左右の脳に1対ずつある大脳基底核の一部で、身体と快を結び付けています。たとえば恋人の写真をみると吸い寄せられるような衝動が起きますが、この時、腹側被蓋のほか尾状核（線条体の一部）が活動します。テレビゲームをしているときの「やる気度」と線条体の活動は相関しますが、だからこそ指を動かしたい衝動も高まるのです。

ですから、これまでのドーパミン神経の話は、単に快の話ではな

しのはら●きくのり



1960年生まれ。長野県茅野市出身。東京大学教育学部卒業、同大学院教育学研究科修了。現在は、諏訪東京理科大学共同教育センター教授、学生相談室長、東京理科大学総合機構構任教授。専門は脳神経科学、応用健康科学で、アミューズメント、教育、電子技術産業などと多数の共同研究を手がけている。1月から日遊協理事。マスコミへの登場も多く、著書も多数。

く、予測の話であり、身体動作を伴いような「やる気」の話であり、何かを欲する衝動の話でもあるのです。この点から見ると、パチンコに比べてスロットの方が身体操作が加わる分、線条体の活動が高まりやすいので（もともと最近のパチンコはボタン操作が多用されていますから差はなくなりつつあるのかもしれませんが）、身体的な衝動が起きやすくなるでしょう。また、線条体や腹側被蓋はテレビゲームがうまい人の方が大きいことも知られていますから、テレビゲームやインターネットゲ

ームからスロットへの誘導は重要
です。

お金でつるの やる気が低下する

こんな興味深い実験がありました。玉川大の松元健二先生たちの実験で、お金でつるとお金という報酬が無くなったときに、やる気が低下する、線条体などの活動が落ちるといのです。アンダーマインング効果として知られている心理的な効果の脳的な反映を示したものです。

被験者にストップウォッチを渡し、ジャスト5秒で止めるように求めます。4・95〜5・05秒なら成功。被験者はA群とB群に分け、A群は、「報酬なし」→「報酬あり」→休憩→「報酬なし」の順で実験します。「報酬あり」のときは、一回の成功ごとに200円加算していきます。休憩前に、休憩後のセッションでは成功ごとの加算報酬はないことを伝えます。一方で、B群は、「報酬なし」→「報酬なし」→休憩→「報酬なし」の順で実験します。

まず休憩中。報酬なしのB群の人たちは盛んにストップウォッチ

図5 線条体 快感ややる気は線条体の活動と深くかわる



(Images are generated by Life Science Databases)

B群のように、お金という報酬を目的としない自主的、自発的な遊技は可能です。それどころかその方がドーパミン神経活動を高める可能性すらある。

そして、それを目指すのが風営法の基本精神だから、「遊技の結果について技術介入の余地がなくなっていることをうかがわせる表示」を規制し、その一方で、技術性を持ったタレントなどのイベントは規制の対象にしないということなのでしよう。単にドーパミン神経活動を高めることを「射幸心」をおおることと定義するならば、あこがれの人の遊技を見られるというだけでドーパミン神経活動は高まり「射幸心」をおおります。「入賞を容易にした遊技機の設置をうかがわせる表示」「大当たりの確率の設定変更が可能な遊技機について設定状況等を示す表示」「著しく多くの遊技球等の獲得が容易であることを示す表示」が予測の快を増大させ「射幸心」をおおることと一緒です。

射幸心すべてが 射幸性ではない

このストップウォッチゲームの

を止める練習をしたのに対して、A群はあまり練習しません。さらに最初のセッションでは両群とも線条体などの活動が高まっていたが、最終セッションではB群はほぼ変わらないものの、A群の活動は大きく低下しました。まさにアンダーマイニング、やる気が失ってしまったのです。

そして、遊技台の表現上の工夫もまた、すべて「射幸心」をおおる工夫になってしましますし、お店の努力も予測の快を高めようとする分、「射幸心」をおおる行為になります。しかし、それらは上記の実験が示すように金銭条件から独立させることも可能です。ドーパミン神経活動は射幸性に深くかわりますが、射幸性そのものではないことを確認しておきましょう。あくまでもポイントは一時の娯楽を超えるような金銭イメージ。だからこそ、「賞品買取行為への関与をうかがわせる表示」などは運用が見直されるのです。また、前回の最後に指摘した「社会的破綻の分離」が重要なのです。

参考文献

- (1) Schultz W. The Reward Signal of Midbrain Dopamine Neurons. *Physiology* December 1999 vol. 14 no. 6 249-255.
- (2) Fiorillo CD, Tobler PN, Schultz W. Discrete coding of reward probability and uncertainty by dopamine neurons. *Science*. 2003 Mar 21;299(5614):1898-902.
- (3) Schultz W, Preusschoff K, Camerer C, Hsu M, Fiorillo CD, Tobler PN, Bossaerts P. Explicit neural signals reflecting reward uncertainty. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2008 Dec 12;363(1511):3801-11.
- (4) Preusschoff K, Bossaerts P, Quartz SR. Neural differentiation of expected reward and risk in human subcortical structures. *Neuron*. 2006 Aug 3;51(3):381-90.
- (5) Murayama K, Matsumoto M, Izuma K, Matsumoto K. Neural basis of the undermining effect of monetary reward on intrinsic motivation. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2010 Dec 7;107(49):20911-6.