



2012年2月17日14時

国立大学法人 京都大学

独立行政法人放射線医学総合研究所

ギャンブルへの慎重さに 脳内のノルアドレナリンが関与

——【本研究成果のポイント】——

- 脳内分子の画像技術と経済理論から利得と損失の双方の可能性があるリスク判断をする時に、より損失に比重を置く慎重さを計測
- 脳内の視床のノルアドレナリントランスポーターの密度が低い人ほどより損失に比重を置いて慎重な判断をする
- ギャンブル依存に陥りやすい傾向の客観的評価や新たな治療戦略に貢献

経済的あるいは社会的損失などの不利な結果を招くと予想されるにもかかわらず、ギャンブルを止められないギャンブル依存症は現在、家庭崩壊や犯罪の原因になるなど社会問題となっています。反対に過度に損失を恐れてリスクを取らない判断ばかりであると、ビジネスも学術も革新的な進歩は望めません。

京都大学大学院医学研究科 高橋英彦 准教授（独立行政法人 放射線医学総合研究所（理事長：米倉義晴、以下、放医研）分子イメージング^{※1}研究センター 分子神経イメージング研究プログラム（須原哲也プログラムリーダー）客員研究員）は、PET^{※2}を用いて、利得と損失の双方の可能性があるリスク判断をする時に、利得よりも損失に比重を置く傾向の強さに脳内ノルアドレナリン^{※3}が関与していることを世界で初めて明らかにしました。

今回の研究では健常者を対象に、経済理論を用いて利得と損失の双方の可能性があるギャンブルに際して、利得と損失のどちらに比重を置くか検証したところ、多くの被験者は、理論通り、同額の利得と損失の可能性がある場合、損失に比重を高く置き、ギャンブルには参加しませんでした。また、利益の金額が少なくとも損失の何倍以上ならギャンブルに参加しても良いと思う金額（倍数）、つまり損失への比重のかけ方には個人差があり、典型的にはある損失に対して最低その約 3 倍の利得が見込まれないとギャンブルに参加しないことが示されました。

被験者の脳内のノルアドレナリントランスポーター（以下 NAT）^{※4}の密度を PET 検査で調べた結果、視床^{※5}の NAT の密度が低い人ほど、より損失に比重を置いて判断する傾向があるという関係が見出されました。

これらの成果は、今後、ギャンブル依存などの依存に陥りやすい人等様々な依存傾向の客観的な評価およびその新たな治療戦略につながるものと期待されます。

1. 背景

私たちは、毎日の日常生活や仕事の上でも、将来の不確実なことに對して判断をしていかなければなりません。例えば、朝、家を出かけるときに降水確率が 50% という天気予報を見て、傘を持っていかない人は、雨が降らなければ、身軽で得した気分になります。しかし、もし、雨が降ったら大きな損害です。ビジネスの上でも今後の円相場が円高、円安どちらに転ぶかわからない状況で、円安になれば利益が上がり、円高になれば損失になるような商談について判断していかなければなりません。

伝統的な経済理論では意思決定者は、常に合理的に判断し、理論に基づいて最も利益をあげる確率が高いオプションを選択するものと想定してきました。しかし、次の例を考えてみましょう。コイントスをして表が出れば 1 万円もらえて、裏が出れば 1 万円失うくじがあったとします。多くの人はこのくじには参加しないのではないのでしょうか。伝統的な理論では利益、損失が同額でその確率も 50-50% であれば、このくじ（期待値 0）に参加しても良いと思う人は 2 人に 1 人程度いても不思議ではないと予想し、ほとんどの人が上にあげたくじには参加しないことを上手く説明できませんでした。ここで、表だと 2 万円もらえて、裏だと 1 万円失うくじを想定した場合、参加してもよいと思う人が増えてきます。これは同額の利益と損失がある場合、損失が利益に対して少なくとも 2 倍の心理的影響を与え、慎重な判断をするのが典型的であることを示しています。

期待値通りではない、一見非合理的に見える意思決定は必ずしも悪いものではなく、こうした非合理的な意思決定が社会生活を豊かにしたり、円滑にしたりしている面もあります。しかし、非合理の度合いが行き過ぎるとギャンブル依存のような精神・神経疾患に認められる意思決定障害につながります。他方、過剰に合理的過ぎると、自分さえ良ければよいという考えにつながりかねません。

そのため、実際の人々の消費行動や市場の動きを計算式からのみではなく、血の通った人間の行動や心理状態を考慮して、私たちの経済行動を研究する行動経済学^{※6}という領域が発展してきました。

行動経済学のパイオニアである Tversky と Kahneman (後者は 2002 年にノーベル経済学賞受賞) らは、私たちは同額の利益を得ることより、同額の損失を回避する心理傾向が強いことを実証的に見出し、この現象を損失忌避^{※7}と名付けました。コイントスの例も損失忌避の現れといえます。最近では、行動経済学からさらに進化して、神経経済学^{※8}という経済的あるいは社会的な意思決定をしている際の脳活動を調べる学問も興隆しています。神経経済学の知見からも、人間の経済的意思決定は、常に合理的に計算しつくされたものではなく、情動に関わる脳部位が意思決定に重要な役割を担っていることがわかってきました。しかし、これまでの神経経済学は、機能的 MRI を中心とした脳活動を調べるものにとどまっていた。

本研究は、放医研の世界最高水準の分子イメージング技術を用いて意思決定にかかわる神経伝達物質である脳内のノルアドレナリンが、損失忌避にどのように

関わっているかを調べた世界で最初の研究です。

本研究は、カリフォルニア工科大学、日本医科大学、慶應義塾大学、および早稲田大学との共同研究による成果で、また、独立行政法人 科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業 さきがけ「脳情報の解読と制御」【研究総括 （株）国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所 所長 川人光男】研究領域における研究課題「情動的意思決定における脳内分子メカニズムの解明」および、文部科学省脳科学研究戦略推進プログラム「精神・神経疾患の克服を目指す脳科学研究」の一環として行われたもので Molecular Psychiatry オンライン版に 2 月 21 日午前 4 時に掲載されます。

2. 研究手法と成果

健常男性 19 名を対象に次の実験を実施しました。参加者には、実験に関する簡単な説明を受けた後、上記に挙げたような 50-50%のコイントスに参加するかしないかの判断が求められます。ただし、表が出た時に得られる金額と、裏が出た時に失う金額は必ずしも同額ではなく、いろんな当選金額と損失金額の組合せのコイントスが次々と出てきて、それに対して参加するかしないかを決めていきます。その結果から、各個人が利益と損失の双方の可能性があるリスクのある判断をする時に、より損失に比重を置いて判断する傾向の強さを推定します。損失に比重を置いて判断する損失忌避（慎重さ）の指標（変数）をモデル式に当てはめて、推定しました。その結果、多くの被験者は、理論通り、同額の利益と損失の可能性がある場合、損失に比重を高く置き、ギャンブルには参加せず、平均的にはある損失金額に対して少なくともその約 3-4 倍の利益が見込まれないとギャンブルに参加しないことが示されました。また、利益の金額が少なくとも損失の何倍以上ならギャンブルに参加しても良いと思う金額（倍数）、つまり損失忌避（慎重さ）の程度には個人差がありました。

次に PET 検査を受けてもらいました。脳内の NAT の密度を検討できる (S, S)-[^{18}F]FMeNER-D₂^{※9} という薬剤を用いて PET 検査を行い、モデル解析により脳内の視床とよばれる部位の NAT の密度の指標を定量しました。（図 1）。

損失に比重を置いて判断する損失忌避（慎重さ）の程度を表す変数と視床の NAT の密度との関係を調べたところ、視床の NAT の密度が低い人ほど、損失に比重を置いて判断する損失忌避の程度が強いということがわかりました（図 2）。つまり、視床の NAT の密度が低い人は予測される損失の金額よりはるかに高い利益が見込まれないと上記のコイントスに参加しない慎重な傾向があることがわかりました。

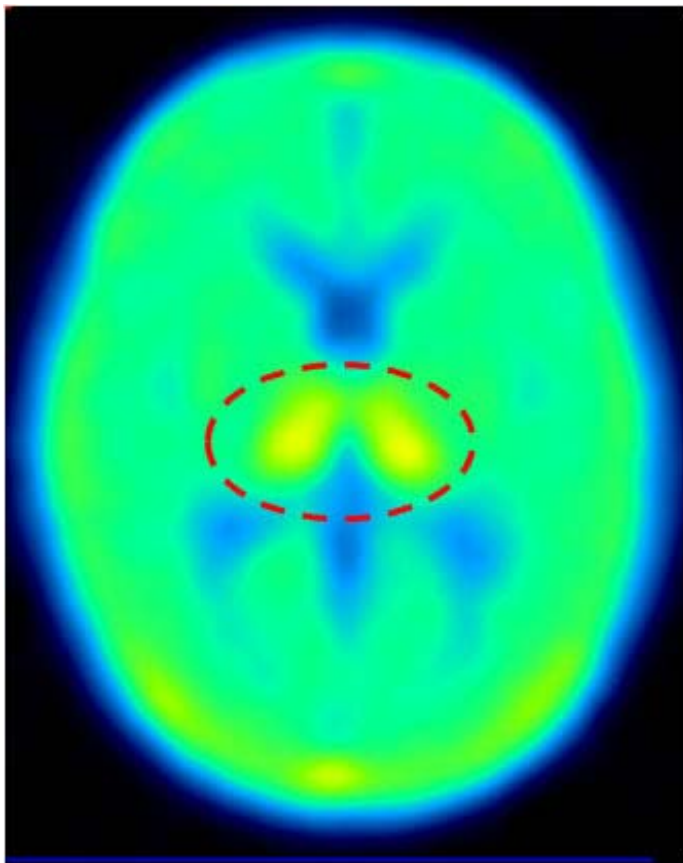


図 1 脳内 NAT の PET 画像。点線内の黄色い部分が視床

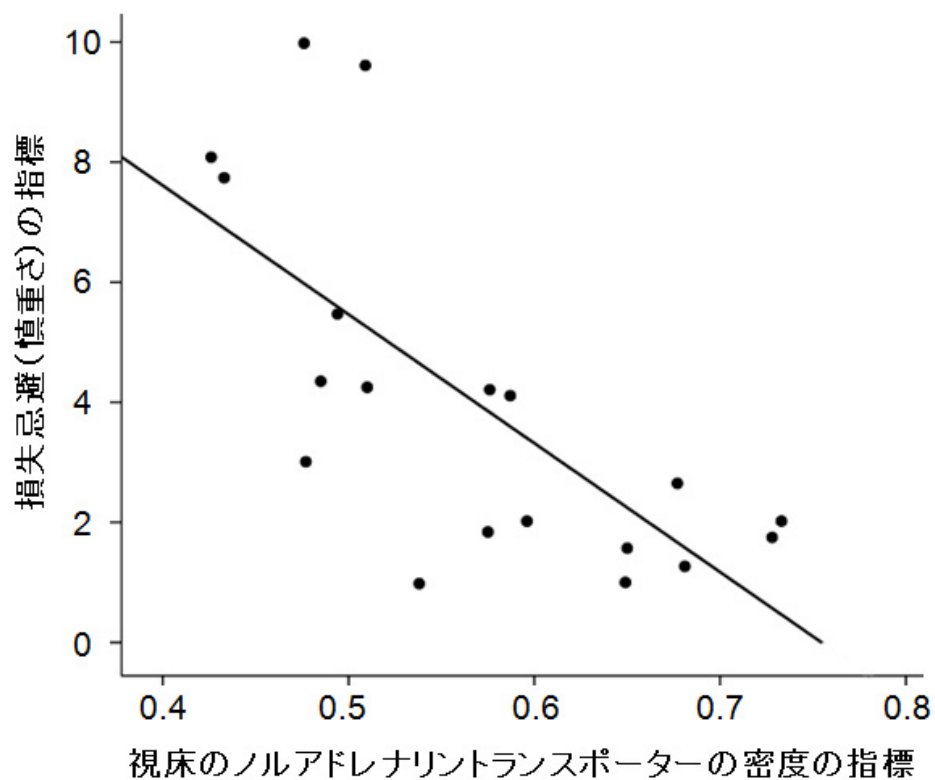


図 2 より損失に比重をおいて慎重に意思決定する損失忌避の程度と視床の NAT との関係。
損失忌避の指標が大きいほどギャンブルへの参加に慎重な人で、10 近い人は上記のギャンブルで 1 万円を失う可能性があれば、当選金額は 10 万円近くでないとそのギャンブルに参加しない人を意味する。

3. 今後の展開

これらの成果は、今後、ギャンブル依存などの依存に陥りやすい人等様々な依存傾向の客観的な評価、治療効果判定およびその新たな治療戦略につながるものと期待されます。今後、この研究では、ノルアドレナリン以外の神経伝達物質が人間らしい非合理的な意思決定にどのようにかかわっているかを明らかにし、人間らしい意思決定の分子レベルのメカニズム解明、および精神・神経疾患の意思決定障害の理解を深めることを目指します。

(用語解説)

※1 分子イメージング

生体内で起こるさまざまな生命現象を外部から分子レベルで捉えて画像化する技術及びそれを開発する研究分野であり、生命の統合的理解を深める新しいライフサイエンス研究分野。体の中の現象を、分子レベルで、しかも対象に大きな負担をかけることなく調べることができる。がん細胞のふるまいの調査だけではなく、アルツハイマー病や統合失調症、うつ病といった脳の病気、「こころの病」を解明し、治療法を確立するための手段として期待されている。

※2 PET

ポジトロン断層撮像法(positron emission tomography ; PET)のこと。画像診断装置の一種で陽電子を検出することによって様々な病態や生体内物質の挙動をコンピュータ処理によって画像化する技術である。

※3 ノルアドレナリン

中枢神経系に存在する神経伝達物質であり、脳幹の青斑核から投射され、脳内に広く分布している。覚醒、集中、意欲、記憶などの働きがあり、ストレスを受けたときにも放出される。

※4 ノルアドレナリントランスポーター (NAT)

神経終末などに存在し、神経終末から放出されたノルアドレナリンを放出された近傍ですばやく再取り込みして、その活性を終了させる役割を担う。

※5 視床

脳の中心部にあって、間脳に属する神経細胞群。視覚、聴覚、体性感覚などの感覚入力は大脳皮質へ中継する重要な役割を担う。意識、情動、記憶、注意など様々な機能に関わる。

※6 行動経済学

伝統的な経済学では、計算式や理論に基づき人間は合理的に振る舞うというのを前提としていたが、観察や実験を通して血の通った人々の行動や心理状態を重視して、人間の心理バイアスや認知が私たちの経済行動にどのような影響を与える研究する分野。ダニエル・カーネマン、バーノン・スミスはこの分野への功績で2002年ノーベル経済学賞を受賞した。

※7 損失忌避

利益と損失の双方の可能性がある意思決定に際して、より損失に比重を置いて意思決定をする傾向。つまり同額の利益を得ることより、同額の損失を回避する心理傾向が強いことを指す。

※8 神経経済学

行動経済学に端を派し、心理学、認知科学、経済学に脳神経科学が融合し、人間の行動選択、意思決定、消費行動を脳神経科学の観点から理解しようとする学際的分野で近年、急速に興隆している。

※9 (S, S)-[¹⁸F]FMeNER-D₂

ノルアドレナリントランスポーターに対して高い親和性と選択性を有するレボキセチンという薬剤を放射性同位元素のフッ素-18で標識したもの。

(問い合わせ先)

国立大学法人 京都大学

総務部 広報課

TEL:075-753-2071 / FAX:075-753-2094

E-mail : kohho52@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

独立行政法人 放射線医学総合研究所

企画部 広報課

TEL : 043-206-3026 / FAX : 043-206-4062

E-mail : info@nirs.go.jp