

リスク感受性に関わる認知バイアスが運動学習に与える影響の解明： 行動経済学的アプローチが明らかにした リスク下の運動スキル学習における「目標設定の壁」

1. 著者

太田 啓示（東京大学大学院総合文化研究科・博士課程3年、日本学術振興会特別研究員）

進矢 正宏（東京大学大学院総合文化研究科・助教）

工藤 和俊（東京大学大学院情報学環、大学院総合文化研究科兼任・准教授）

2. 発表概要

高度なスポーツパフォーマンスの実現のためには、リスクがある中で適切にプレーを選択することが不可欠になります。例えば、テニスや卓球などの競技では、ライン際を狙ってボールを打った場合、もしコート内に入れば得点の可能性は高くなります。しかし同時にボールが少しでもラインを越えるとアウトになるため、失点の危険も増大します。一方で、安全なボールを打てばアウトになる危険は低下しますが、相手のチャンスボールになり攻撃され失点する可能性が増大します。このような状況におけるボール落下点の最適な狙い所（目標）は、プレーヤーが同一地点を目標として打球をした際の落下点分散（ばらつき）に依存します。すなわち、相対的にばらつきの小さいプレーヤーであればライン寄りの位置を狙うことができますが、ばらつきの大きいプレーヤーが同じ位置を狙うと失敗の確率が増大しパフォーマンスが低下してしまいます。従って、「どこを狙ってボールを打つか」という目標設定がパフォーマンスを左右する重要な鍵になります。

東京大学大学院情報学環・学際情報学府（大学院総合文化研究科兼任）の工藤和俊准教授および総合文化研究科博士課程3年の太田啓示らの研究グループは、スポーツで想定されるリスク環境を模倣した実験課題を作成し（図1）、ベイズ決定理論を用いて個人内における反応の分散（ばらつき）から個人ごとの最適な目標値を算出しました（図2）。さらに、個人ごとに実際に観察された目標値と最適値から、行動経済学的指標であるリスク感受性を定量化しました（図3）。このリスク感受性は、1)リスクを取りすぎて失敗が多くなりパフォーマンスが低下するリスク志向的、2)リスクを避けすぎてパフォーマンスが低下するリスク回避、および3)リスクの取り方が適切で最大パフォーマンスが得られるリスク中立、に分類されます。実験の結果、課題の繰り返し練習によって反応の分散は徐々に小さくなり得点は向上する一方で、リスク感受性に関してはリスク志向およびリスク回避となる参加者が大半を占めており、この傾向は個人内で頑健で、9日間・2250回の反復練習のみでは変化しにくいことが明らかになりました（図4）。

これまで人間の意思決定に関するリスク感受性バイアスは、購買行動など行動経済学分野で確認されてきましたが、本研究はリスク下における人間の身体運動においてもこの認知バイアスが存在し、それが学習の障壁となることを記述したものとイえます。スポーツ等における様々な運動スキルの学習は「山あり谷あり」と喩えられるように必ずしも練習量に比例して直線的に上達するものではなく、熟達するには長期間にわたる練習が必要になります。本研究により、運動学習が停滞

する1つの要因として、パフォーマンス結果のみに基づいて自分の運動パフォーマンスに適した狙い所を決めることの困難さ、すなわち「目標設定の壁」があることが示されました。

今後、身体運動における認知バイアス解消を図る方法を解明していくことにより、スポーツ選手のリスク特性評価指標の開発につながり、様々なスポーツにおける初心者・熟練者のパフォーマンス向上に貢献できるものと期待されます。

この成果は、2016年11月21日にネイチャー・パブリッシング・グループの総合科学雑誌「Scientific Reports(サイエンティフィック・リポーツ誌)」(オンライン版)に掲載される予定です。掲載論文は下記 URL から無料で閲覧することができます。

3. 発表雑誌

雑誌名: 「Scientific Reports」 2016年11月21日

論文タイトル: 「Sub-optimality in motor planning is retained throughout 9 days practice of 2250 trials」

著者: Keiji Ota, Masahiro Shinya, & Kazutoshi Kudo

DOI: 10.1038/srep37181

論文 URL: <http://www.nature.com/articles/srep37181>

なお、本研究は日本学術振興会 科研費(課題番号: 24240085、26560344)と日本学術振興会 特別研究員奨励費の助成を受けたものです。

4. 研究手法および成果

実験では、健常成人を対象に、リスク下での一致タイミング課題を行ってもらいました。この課題では、光の合図による課題開始後にキーを押してもらいます。その反応時間が2300ミリ秒に近いほど、実験参加者は高い得点が得られましたが、2300ミリ秒を少しでも越えてしまうと0点(失敗)となりました(図1)。実験参加者には、1試行ごとにパフォーマンス結果(得点)のフィードバックが与えられ、50回の総得点ができる限り高くなるように、いつボタンを押せば良いかを考えて課題を行ってもらいました。今回の実験では、この課題を9日間練習してもらいました。リスクがある中で、パフォーマンス(総得点)を最大化するためには、自分の運動がどのくらいばらつくのかを考慮して、どこを狙うかを決定する必要があります。練習初期段階で反応時間のばらつきが大きいときには、高得点狙いは避けて早めに反応し(図2 緑枠)、練習が進行し反応時間のばらつきが小さくなったときには、高得点を狙って2300ミリ秒より少し手前で反応するのが、最適な戦略であると言えます(図2 青枠)。

しかしながら、実際の実験参加者は、この最適な反応時間に沿った行動をしていないことが明らかとなりました。ある参加者は、反応のばらつきが大きいときも小さいときも、ギリギリを狙いリスクを取っている傾向が見られ(図3 青枠)、ある参加者はばらつきの減少に伴って狙い所を高得点へと更新するものの、最適な反応時間よりもリスクを避けている傾向が見られました(図3 緑枠)。このリスク志向的な方略を取るか、リスク回避的な方略を取るかには個人差があり参加者によって

分かれるものの、個人内では頑健で9日間の練習では改善されにくい性質を持つことが明らかとなりました(図4C)。すなわち、今回の実験では、練習により運動のばらつきが減少し正確性が向上するという点での学習は認められましたが(図4B)、適切に狙える(目標を定める)ようになるという点での学習は必ずしも参加者全員には認められませんでした(図4C, D)。人間の意思決定における認知バイアスは購買行動など経済学の枠組みで確認されていましたが、本研究の成果はこのバイアスが人間の運動スキルの学習の障壁となることを記述したものとと言えます。

5. 本研究成果の学術的意義

これまで身体運動科学の研究では、実験者が定めた目標となる運動(=的に向かってボールを投げる、蹴るなど)を上手に行うための力学的・筋活動の特性や熟達差などが多く検討されてきました。しかし、たとえばサッカーのペナルティーキックでは、どこを狙って蹴るかという目標は予め設定されておらず、プレーヤー自身が決定する必要があります。本研究では、このような目標設定に関する学習は、パフォーマンス結果に関するフィードバックを与えられていても、9日間(計2250試行)の練習のみでは、困難であることを初めて明らかにしました。運動スキルの学習は「山あり谷あり」と喩えられるように長い時間をかけて上達していきませんが、本研究の成果はその理由の1つに「目標設定の難しさ」があることを示す重要な知見であると言えます。

6. 本研究成果の社会的意義

本研究で用いた最高のパフォーマンスとリスクが隣り合わせとなるという状況は、テニスや卓球、野球、ゴルフ、アルペンスキー、スキージャンプなど様々なスポーツで見られ、スポーツ間で広く共通する性質であると言えます。本研究により、このような状況の中で適切な狙い所を自ら学習していくことは必ずしも容易ではないことが明らかになりました。このことはプレーヤーがスキル学習を行う上での壁になりうることから、指導者やコーチには選手のリスク特性に応じた指導を行うことが望まれます。テニスのサーブで例えるならば、リスク回避的な選手には、サーブの正確性に自信を持たせ、より積極的にエースを狙わせるのが良いと言えるでしょう。一方で、リスク志向的な選手には、一時的にはエース狙いを避けさせるのも一手ですが、長い目で見れば今の狙い所は維持したまま正確性が向上するのを待つのも良いと言えるでしょう。本研究の成果は、選手の認知特性を考慮した新たな指導方法へと展開させることにより、初心者からトップアスリートまで含めたパフォーマンス向上に貢献するものと期待できます。

7. 問合せ先

工藤 和俊 (クドウ カズトシ)

東京大学大学院情報学環 (大学院総合文化研究科兼任)・准教授

〒153-8902 東京都目黒区駒場3-8-1

TEL 03-5454-6854, FAX 03-5454-4317

e-mail: kudo@idaten.c.tokyo.ac.jp

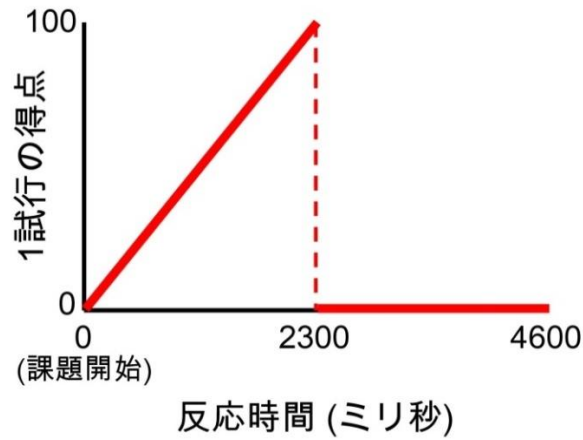


図 1 リスク下での一致タイミング課題

実験参加者は課題開始後、ボタン押しの反応を行う。その反応時間が 2300 ミリ秒に近いほど高い得点を得られるが、少しでも越えると 0 点となる。

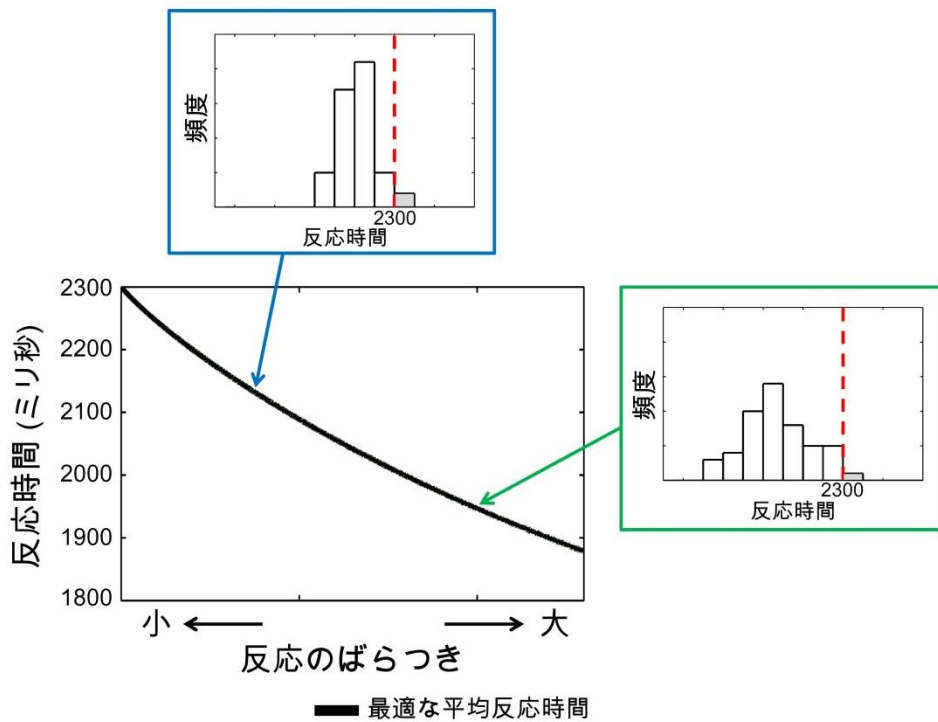


図 2 反応のばらつき的大小と最適な反応時間の関係

上図緑枠に示すように、目標とした反応時間に対して大きくばらつく時には、目標（狙い所）を 2300 ミリ秒よりも早くに設定するのが最適となる。一方で、練習によってばらつきが小さくなった時には、目標を 2300 ミリ秒の少し手前に設定するのが最適となる（上図青枠）。

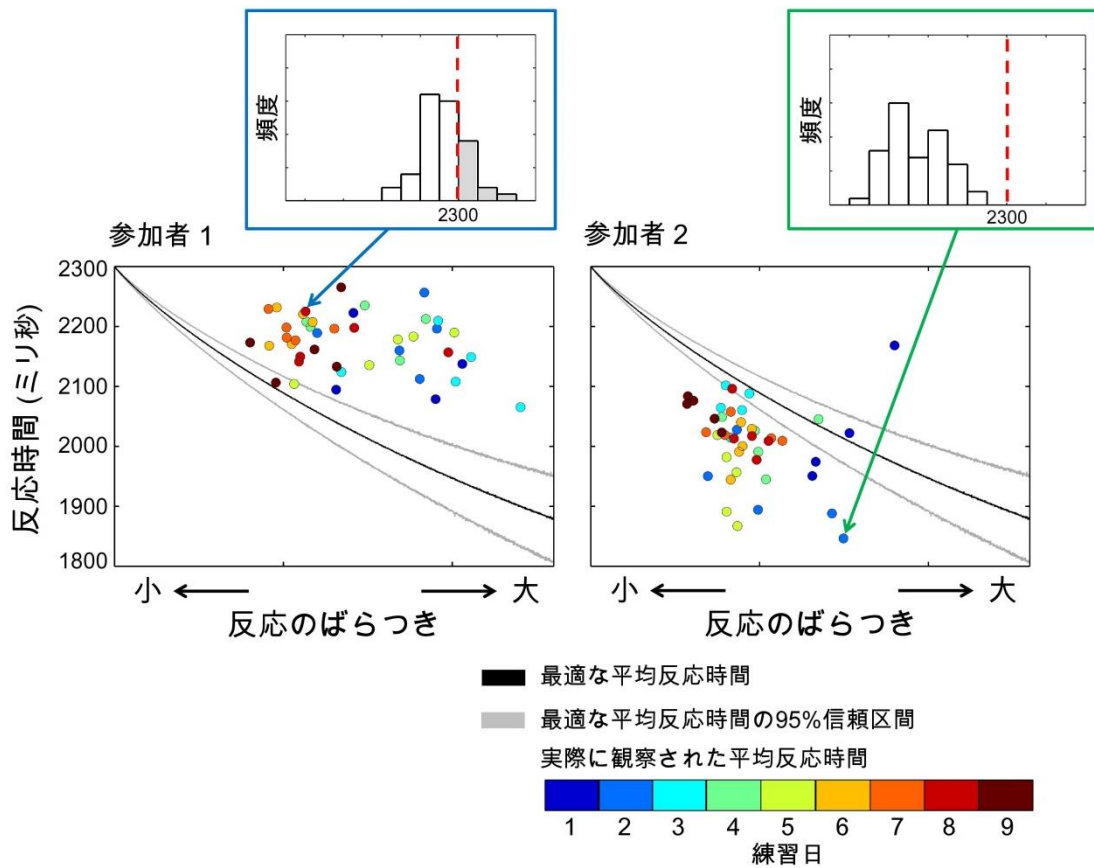


図3 練習9日間の反応時間の推移

9日間・計45ブロックの平均反応時間を○印で示す。両参加者とも反応のばらつきは、練習が進むに従って小さくなる点は共通するが、反応時間の推移は異なる。参加者1は2300ミリ秒の際を狙い、リスク志向的の方略を取る（上図青枠）。その結果、失敗数が多くなる（青枠内の灰色の領域）。対照的に、参加者2は失敗を避けてリスク回避的の方略を取る（上図緑枠）。

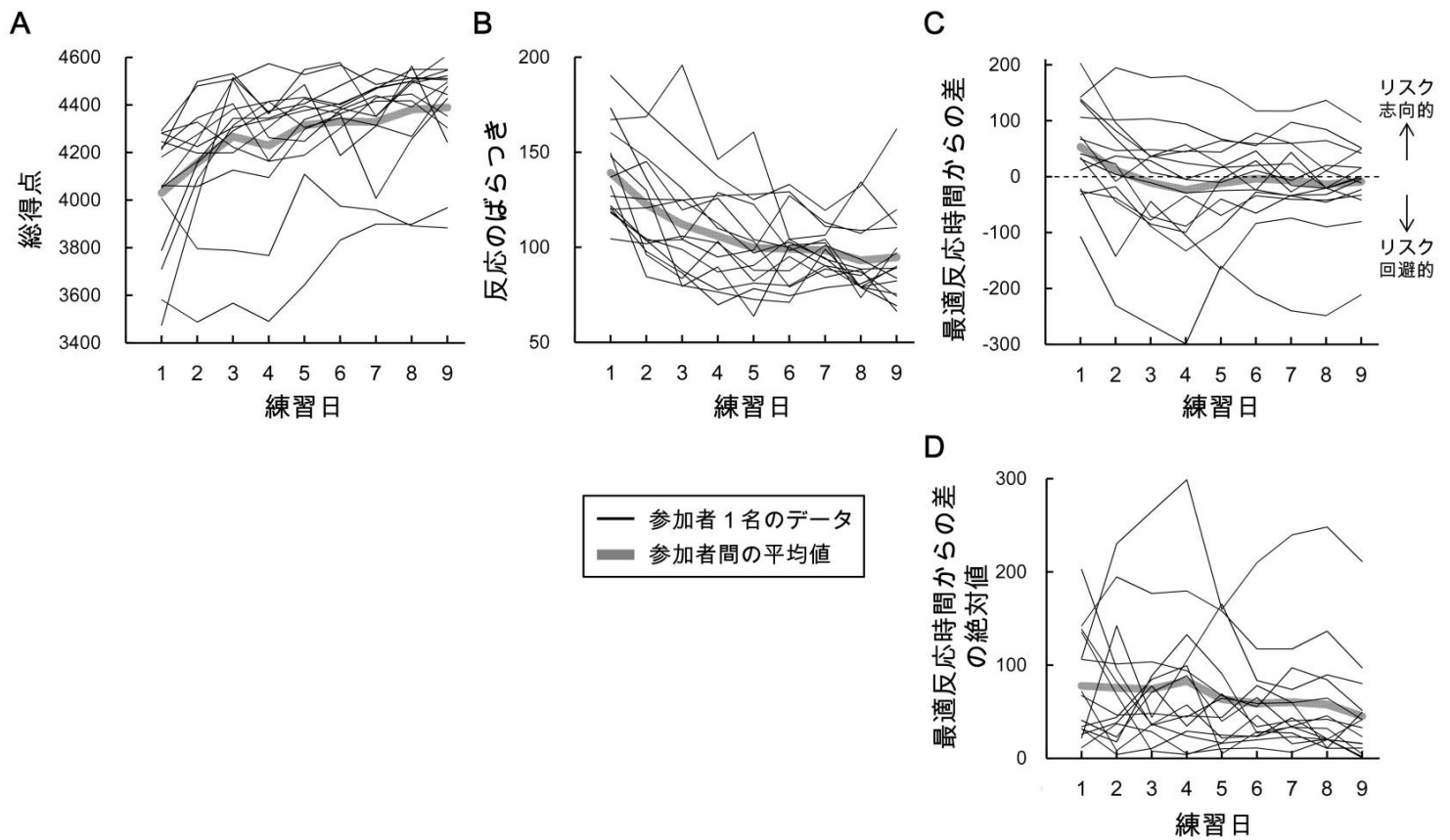


図4 パフォーマンス指標の時系列変化

各図とも、参加者1名のデータを黒線で、参加者間の平均値を灰色線で示す。練習日が進むにつれ、反応のばらつきが減少し（図B）、総得点が上昇する（図A）ことは多くの参加者に認められる。一方で、最適反応時間からの差は練習が進んでも変化しにくい傾向が見られる（図C, D）。図Cにおいて、正の値はリスク志向的方略、負の値はリスク回避的方略を取っていることを示す。各黒線は練習が進行しても横ばいになっており、差が0（＝ベストな戦略）に近づきにくい。図Dは、図Cのデータを絶対値変換したデータ。