



## スポーツを想定した新たな対戦ゲーム課題の開発と競い合い時の行動戦略の定量化

東京農工大学 工学研究院  
研究員 太田 啓示

□ 例えば、テニスやサッカーなど多くの対戦型スポーツでは、ボールがラインやポストの近くに行くほど得点できる可能性が高くなり、ラインやポストを少しでも過ぎると 0 点となる。すなわち、「最高のパフォーマンスと失敗のリスクが紙一重」である中で、相手の戦略や自身の運動のばらつきを考えて、どこを狙うか意思決定をする必要がある。このような「競い合い」は、スポーツだけでなくゲームや遊びにおいて「楽しさ」を生じさせる重要な要素であるが、競い合い時にヒトがどのような行動を取るかは明らかでない。これまで競い合いの研究では、実際に行われているスポーツの試合を分析するといった手法が扱われてきた(Yamamoto et al., 2013, *PLoS One* など)。しかし、試合データの解析では行動特徴を抽出するために、膨大な量のプレー解析と試合データ入手のための費用が必要である。そこで本研究では、対戦スポーツを想定した新たな実験課題を開発することで、この問題を突破し、対戦相手の強さを動的に変化させることができるコンピュータとの対戦を行うことで、競い合い時に生じる行動戦略を明らかにすることを目的とした。

「最高のパフォーマンスと失敗のリスクが紙一重」という状況において、被験者の意思決定戦略は、リスク志向的な戦略、リスク回避的戦略、リスク中立的戦略の 3 つに分類できる(Ota et al., 2016, *Sci Rep*)。本研究では、対戦相手なしで課題を行う 1 人

課題を実施した後、同じ状況で対戦相手と得点を競う対戦課題を実施した。さらに、1 人課題と対戦課題で取られた戦略が、3 つの内どの戦略に当てはまるかを検討することで、競い合い時特有の行動戦略を浮き彫りとすることを試みた。

被験者は、前方に腕を伸展させ、スタート位置に戻るという素早いリーチング運動を実施した。Y 軸上の最大伸展位置が、リーチング到達点として黄色のカーソルで表示された。この際リーチング到達点に応じて、1 試行の得点が与えられ、到達点が参照ラインに近いほど高い得点が得られたが、参照ラインを越えると 0 点となった(Fig. 1A)。被験者には、自身の運動のばらつきを踏まえて、どこを狙うか運動の意思決定が求められた。

10 試行の総得点を最大化する個人課題と、交互にリーチングを行い、総得点の大きさを相手と競う競争課題を実施した(Fig. 1B)。被験者は、強いコンピュータか(最適でリスク中立に行動するよう設定)、弱いコンピュータか(リスク回避的に行動するよう設定)との対戦群、あるいは個人課題を継続する群に振り分けられた。

Figure 1C は、個人課題から競争課題への到達点の時系列変化を示す。個人課題時の実際の狙い目は、総得点が最大となる最適な狙い目よりも参照ラインに近く、リスク志向的な方略が取られることが明らかとなった。しかしながら、対戦課題 1 試行目の

到達点は、個人課題から大きく減少し、その後数試行かけて回復するという、リスク回避的な戦略への切り替えが観察された。さらに、追加実験の結果、対戦初期の戦略の切り替えは、事前に練習を沢山した場合や相手の戦略を観察した場合、コンピュータでなく被験者同士で対戦する場合であっても見られ、頑健な性質であることが明らかとなった。

次に本研究では、対戦相手の意思決定が被験者の行動戦略に与える影響を検討した。Figure 1D は、被験者のリスク感受性（実際の狙い目－最適な狙い目）を示し、正值がリスク志向的な戦略が取られたことを示す。個人課題を継続する場合は、リスク志向的な戦略が取られ続け(Fig. 1D 紫)、この傾向はリスク中立的で強い相手との対戦で部分的に改善された(Fig. 1D 緑)。一方で、リスク回避的で弱い相手と対戦する際には、被験者の方略は最適な方略まで誘導されることが明らかとなった(Fig. 1D 青：リスク感受性が 0)。追加実験によりこの傾向は、よりリスク回避的でかなり弱い相手との対戦によっても維持され、効果の頑健性を確認した。

なぜこの効果がもたらされるのかを検討するために、被験者と対戦相手の狙い目の時系列変化をプロットした。リスク中立的な相手との対戦で、相手の狙い目が徐々に引き上がる時には、被験者も自分の狙い目を引き上げた(Fig. 1E)。一方で、リスク回避的な相手と対戦する際、相手が狙い目を引き下げる場合には、被験者は自分の狙い目を引き下げるのではなく、そのまま維持した(Fig. 1F)。すなわち、対戦相手の意思決定は、被験者の意思決定に非線形な影響を及ぼしていることが明らかとなった。被験者の狙い目を線形モデルと二次方程式モデルで近似した結果、二次方程式モデルが良い当てはまりを示すことが明らかとなった。

以上の結果から、本研究では、1) 個人課題でのリスク志向的な方略を破棄し、保守的な戦略から対戦を始めること、2) 対戦相手特有の非線形な影響により、リスク回避的で弱い相手と対戦する際に、最適でリスク中立的な方略が達成されることを明らかとした。戦略的意思決定に関する研究は、囚人のジレンマゲームなどゲーム理論の分野で広く検討されて

いたが、本研究ではスポーツを想定した競い合い時の行動戦略の特徴を浮き彫りとした。これらの知見は、スポーツ現場において、トレーニングプロトコルを作成する際や試合時の戦略を考案する際に有用となるだろう。

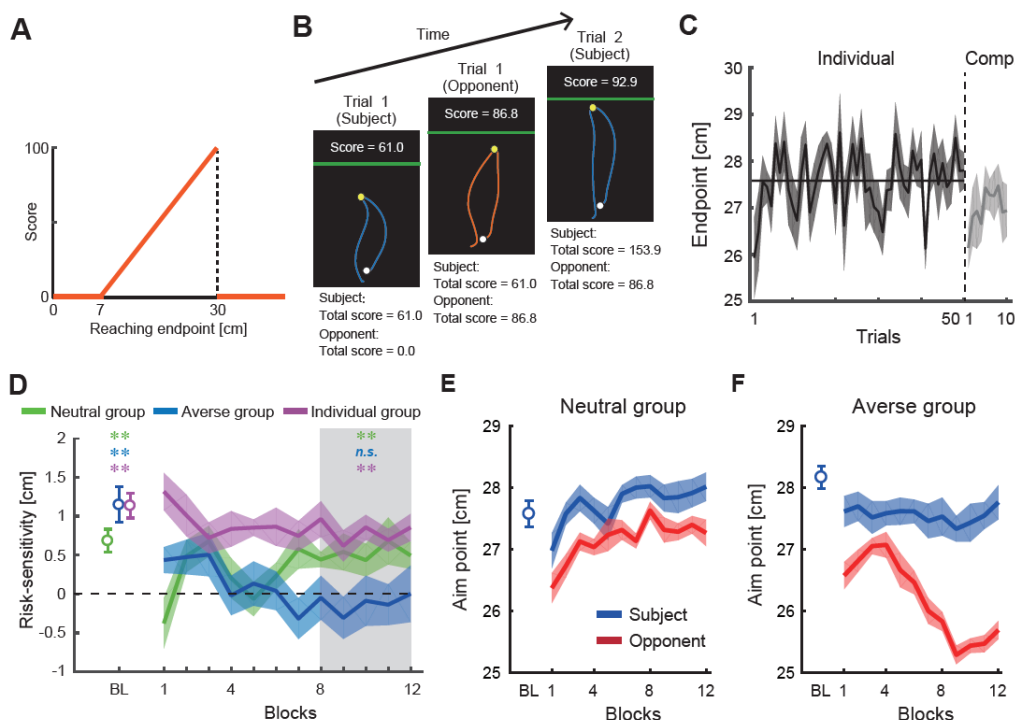


Figure 1. 対戦スポーツを想定した実験室課題の開発 (A, B) と競い合い時の行動戦略 (C, D, E, F).