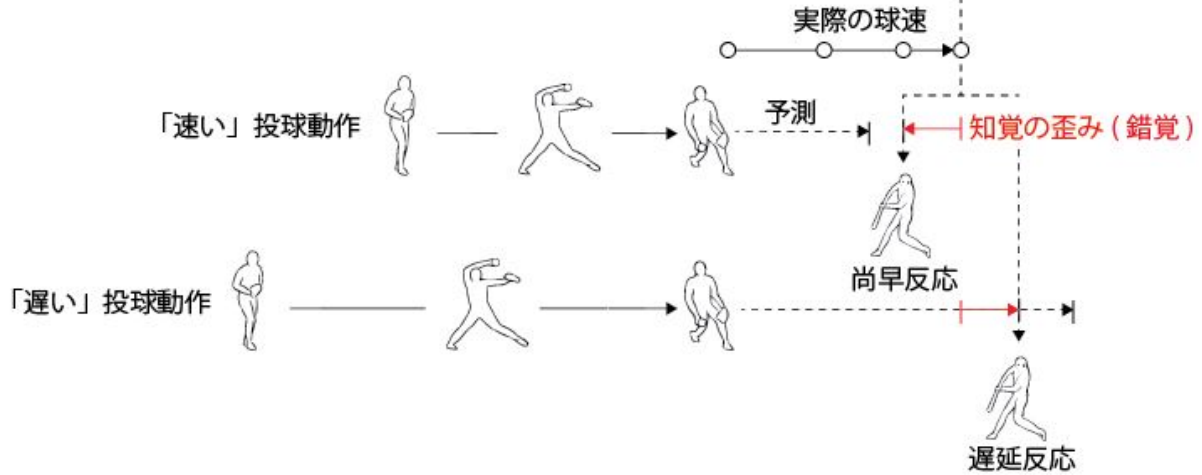


実験映像



ゆっくりとしたフォームで投げると打者は振り遅れる？ —投球動作によって騙されるメカニズムの解明—

名古屋大学大学院教育発達科学研究科の高御堂 良太 博士後期課程学生は、総合保健体育科学センターの横山 慶子 准教授、山本 裕二 教授とともに、ソフトボールを題材として、ボールの物理的な速さが同じであっても、投手の動きの速さによって、打者の球速予測、球速判断、インパクトタイミングが変化する現象を実験的に解明しました。

私達の脳は、不確実な環境においても、以前の経験や知識に基づいて予測を行うことで、適切な状況判断を可能にしています。しかしながら、この予測と実際に起きた出来事が異なる場合、予測に合うように知覚や運動の歪み(錯覚)が生じるとされています。この錯覚は通常、無意識のうちに修正されますが、限られた時間内で複雑な全身運動を要求される打撃動作では、修正しきれずに結果に影響が生じることが仮定されます。そのため、我々はこれを実験的に検証しました。具体的には、異なる速さの投球動作から同じ速度のボールが投げられる映像を作成し、投球動作の速さと、打者の球速予測、球速判断、インパクトタイミングの関係を検証しました。その結果、1) 打者は投手の動きが遅い(速い)ほど、遅い(速い)球速を予測する傾向にあり、2) 同じボールを見た場合でも、予測に影響されて、球速が実際よりも遅い(速い)と錯覚する傾向にあり、3) 遅いと錯覚した場合は結果的に振り遅れ、速いと錯覚した場合は早く振る傾向にありました。これらの結果は、予測と実際のボールとの不一致が、打者に球速の錯覚やタイミングの誤差を生じさせるという、投球動作によって騙されるメカニズムを示唆しています。

本研究成果は、2020年8月27日付(日本時間28日1時)米国科学雑誌『Research Quarterly for Exercise and Sport』オンライン版に掲載されました。

この研究は、科学研究費補助金基盤研究(B)「バイオロジカルモーションを用いた対人技能ダイナミクスの解明」、及び科学研究費補助金基盤研究(A)「対人運動技能の制御・学習則の解明」の支援のもとで行われたものです。

【ポイント】

1. 投じられるボールの速度が同一で、投球動作の速さのみが異なる映像を用いて、①投球動作から投じられるボール速度を予測する実験、②投球動作と実際に投じられたボールを見てその球速を評価する実験、③同じように、投じられたボールにタイミングを合わせてバットスイングを行う実験という、3つの実験を実施しました。
2. 一連の実験の結果、投手の動作速度が遅い(速い)ほど、①打者は投球動作からより遅い(速い)投球を予測し、②実際よりも球速を過少(過大)評価して、③振り遅れる(早く振る)傾向にあることが明らかになりました。
3. これらの結果は、投手の動きに基づく予測と実際のボールとの不一致が、「投球動作によって騙される」という現象を生じさせていることを示唆しています。また逆に、このことは、熟練の打者が投手の動きに基づく予測を利用して、投じられたボール情報の不足を補い、自らの知覚や運動をより適したものにしていることを示しています。

【研究背景と内容】

私達の脳は、周囲の状況や後に生じる出来事が不確実な環境下においても、以前の経験や知識に基づいて予測を行うことで、適切な状況判断や素早い意思決定を可能にしています。このような不確実環境下に適応するための予測能力は、スポーツ場面においても重要な役割を果たしています。例えば、野球やソフトボール等の野球型競技では、打者はボールが投じられてから手元に到達するまでの、約 0.4 秒から 0.5 秒という非常に限られた時間の中で、ボールが到達する位置やタイミングを正確に把握し、打撃を実行する必要があります。このような状況下では、「ボールを見てから動いたのでは間に合わない」ため、熟練の打者は相手の投球動作から事前に予測を行い、打撃を実行しています。すなわち、熟練者はボールがいつどこに来るか分からない、不確実な状況下でも、予測能力を活用して、限られたボールの情報を補い、正確な打撃を実行することができます。

しかしながら、このような適応的な予測能力は、ときに生じた出来事に対する錯覚を生む要因にもなります。すなわち、この予測と、実際に生じた出来事が大きく異なる場合、予測に一致するような錯覚が生じることが知られています(ベイズ統合)。このような錯覚の多くは、錯視図形等の特殊な場合を除いて、日常生活では無意識のうちに修正されています。しかしながら、前述のような打撃動作においては、1. 修正可能な時間(ボールが投じられてから手元に到達するまでの時間)が非常に限られていること、2. 大きな慣性力を伴う全身運動であるため、スイングを開始したのちに行える修正に限界があること等の点から、このような錯覚を修正しきれずに、最終的なボールの知覚(投じられたボールが、どのようなボールであったかという認知的な判断)や、打撃結果に影響が生じている可能性があります。

そこで我々は、図 1 に示すような正面方向から投球を行う映像のうち、ボールリリース以前の投球動作部分(図 1(a)~(d))の再生速度のみを変更して、実験映像を作成しました。すなわち、投手の動きの速さのみが異なり、実際に投じられるボールの速度や軌道は同一の実験映像を作成しました。打者は一般的に、投手の動作速度(力発揮)が大きくなるほど、より速い球速を予測するため、この予測と実際に投じられるボールとの不一致は前述のような錯覚をもたらし、最終的な打撃結果にも影響を与えることが仮定されます(図 2)。

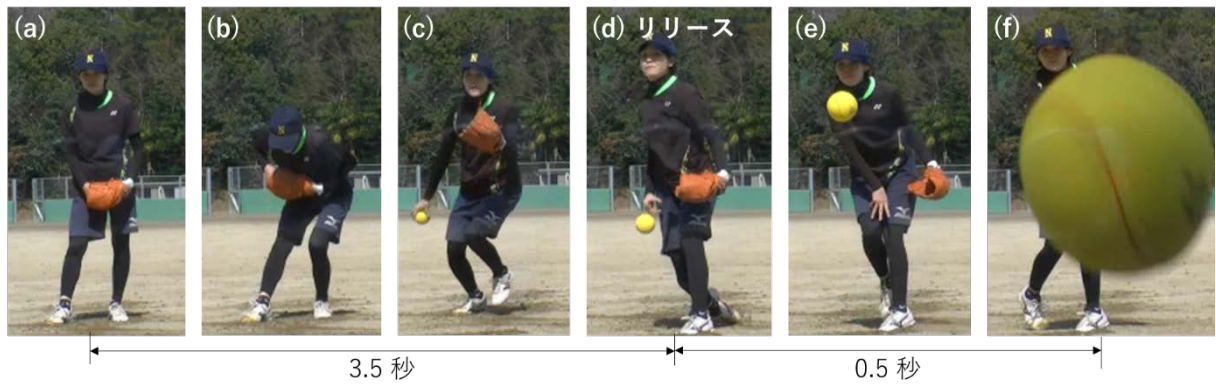


図 1. 実験で使用したソフトボール投手の投球映像。実験では投球動作速度を最大で 20%程度増加・減少させた。投じられたボールは 0.5 秒後に手元に到達する。

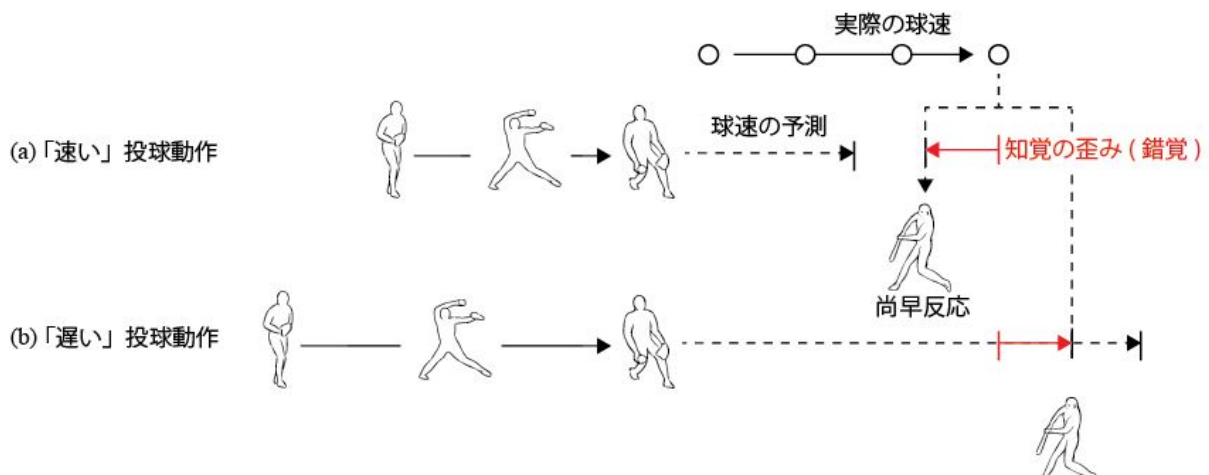


図 2. 想定された投手の動作速度と打者の球速予測、球速判断、打撃結果の関係。

我々はこの映像を用いてソフトボール経験者の打者を対象に、3つの実験を実施しました(図3)。一つ目の実験では、打者はリリース以前の投球動作のみを観察して、投げられるボールの速度を予測しました。具体的には、打者は基準映像(動作速度に変更を加えない基の映像)と、その前後に呈示される動作速度を変更した実験映像を比較して、より速いボールが来ると予測した映像を回答しました。二つ目の実験では、打者は基準映像と実験映像において実際に投げられたボールも観察して、球速がより速いと感じた映像を回答しました。最後に、三つ目の実験では、打者は投げられたボールに合わせて、出来る限り正確なタイミングでバットスイングを行いました。

これらの実験の結果、まず、図 4(a)に示すように、打者は投手の動作速度が遅く(速く)なるほど、より遅い(速い)球速を予測する傾向にありました。特に、基準映像と比較して 0.15 秒という僅かな差であっても予測に顕著な違いが生じることから、打者は投球動作の僅かな違いも見極めて、予測を行っていることがわかります。しかしながら、この優れた予測能力は、投げられたボールに対する錯覚も生じさせており、実験 2 の結果、打者は同一速度のボールを見ても、事前の予測に一致するようにボールの速度を過少(過大)評価して感じるようになりました(図 4(b))。但し、実験 2 ではあくまで打者がボールを「見逃した」場合の体感球速を計測しているため、実際に振った場合には異なる球速判断を示す可能性があることに注意が必要です。またさらに、この球速に関しての錯覚は、最終的なインパクトタイミングにも反映されており、実験 3 の結果、同一のボール映像に対しての打撃でも、投手の動作が遅い場合には遅延反応(振り遅れ)、速い場合には尚早反応(早く振る)を示す傾向にありました。

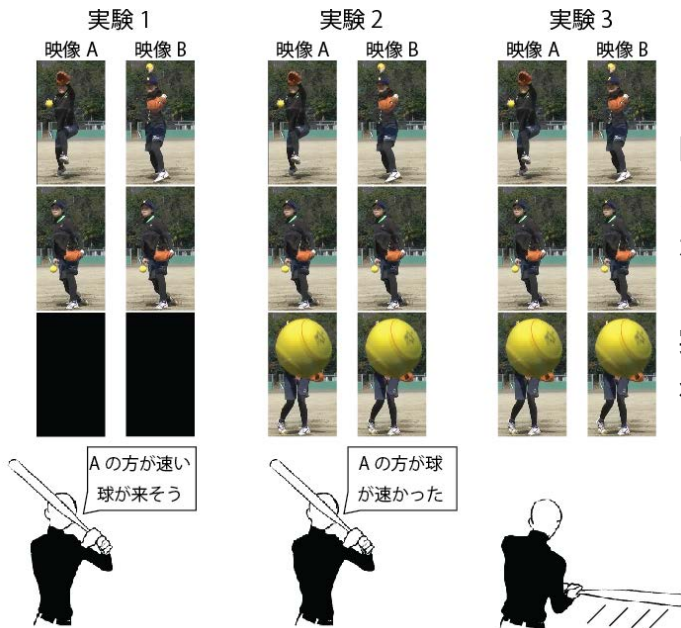


図 3. 本研究で実施した実験の概要。実験 1 では、二つの映像を比べてより速い球速が予測された映像を回答し、実験 2 では、より球速が速いと感じた映像を回答し、実験 3 ではボール映像にタイミングを合わせてバットスイングを行った。

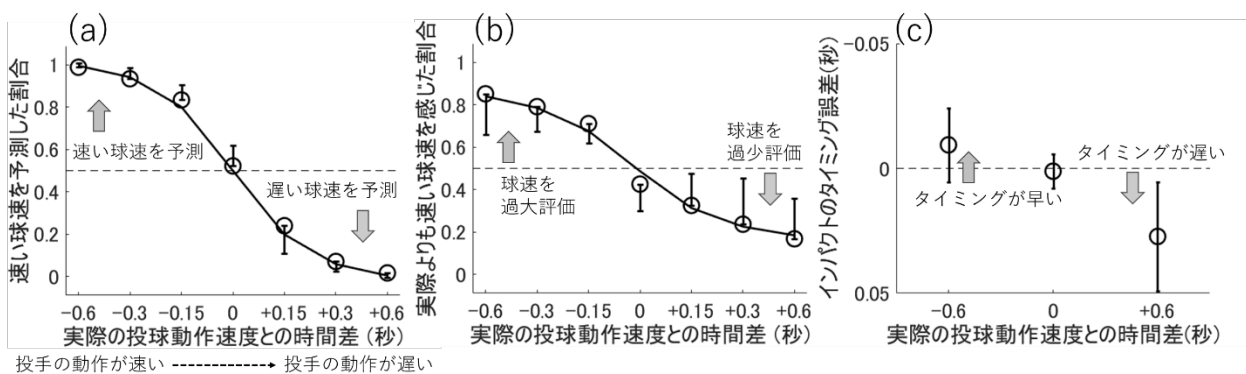


図 4. 本研究で実施した各実験の結果。(a) 投球動作速度と打者の球速予測の関係、(b) 投球動作速度と打者の体感球速の関係、(c) 投球動作速度と打者のインパクトタイミングの関係。

実験 3 における最終的なインパクトのタイミング誤差は、100 分の 1 秒から 2 秒と非常に僅かなものではありませんでしたが、厳密なタイミング調整を要求される打者にとっては、この僅かな誤差によっても打撃の成否が分かっている可能性があります。また、さらに興味深い点としては、投手の動作速度が速い場合と遅い場合とで、影響の大きさに違いがあったことが挙げられます。すなわち、実験 3 において、打者は投手の動作速度が遅い場合、速い場合と比べて、2 倍ほど大きなタイミングの誤差が生じていました(図 4(c))。これは、打者にとっては、ゆっくりとした(遅い)投球動作から、予測以上に速い投球をされる方が、よりタイミングの調節が困難であることを意味しています。ただし、実験 3 の結果には個人差もあり、速い投球動作から、予測以上に遅い投球、すなわち「思ったよりも来ない球」を投げられる方が、より大きな誤差が生じる打者も少数ながら観察されたため、結果の解釈には注意が必要です。

これら本研究の結果、打者が振り遅れる、早く振るといった現象は、ボールの物理的な速度のみでなく、投手の動きにも依存して生じることを示しています。そのため、投手にとっては相手打者から自らの動作がどう見えるかを把握し、動作以上に速い、または遅いボールで打者を揺さぶるという戦略が想定できます。また、打者にとっては、投手の動きに騙されない、または騙された際に如何に修正するかという能力が、正確な打撃を行うために重要となることが示唆されます。つまり、単に打者に向かって物理的に速いボールを投げる、あるいはバットを力強く振るといった身体能力に加えて、相手に自分の動きをどう見せるか、相手の「騙し」動作をどう見破るか等のような、心理的・認知的な駆け引きも重要となることが想定されます。

このような事前の予測による錯覚は、ボールから得られる情報が少なくなる、すなわち球速が速くなるほど顕著になると想定されます。そのため、より高い競技レベルでプレーする選手ほど、これらの心理的・認知的な駆け引きが重要となる可能性があります。

また、これらの結果は逆に、熟練の打者が投手の動きに基づく予測を利用して、投げられたボール情報の不足を補い、自らの知覚や運動をより適したものにしていることを示しています。そして、本研究の結果からは、野球型の打撃動作においては、このような不確実環境下への適応能力を、日常的な身体運動では気付けないような僅かな違いまで、より詳細に検証できる可能性が示唆されています。この意味では、野球型競技の打撃動作において私達ヒトは、不確実環境下における知覚－運動能力の限界に挑戦しているともいえるかもしれません。

【成果の意義】

本研究の成果の意義は、学術的な観点からは、打撃動作のような複雑な全身運動において、事前の予測から生じる錯覚の影響を明らかにした点にあります。また、実践的な観点からは、従来競技現場で言われていた、「ボールの(物理的な)速度以上に打者が振り遅れる投球フォーム」等の現象が生じるメカニズムを検証した点にあります。これは、相手選手との心理的・認知的な駆け引きという、新たな観点からの練習に応用できる可能性があります。今後は、トップレベルの選手たちがこの錯覚をどのように利用しているのか、あるいは対処しているのかを検証することで、私達ヒトの持つ不確実環境下に対する適応能力をより詳細に解明することが期待されます。

【用語解説】

球速予測・球速判断：球速予測は、ボールが投げられる以前に、打者が相手投手の投球動作から、投げられるボールの速度を予測することを表します。球速判断は、実際に投げられたボールを見て(見逃して)、そのボールがどの程度の速さであったかを見積もることを表します。

球速の過小(過大)評価：投げられたボールの速度を実際よりも、遅いと判断したり、速いと判断したりすることを表します。

ベイズ統合：私達の脳が環境から得られる様々な情報を統合して、対象の出来事を知覚していることを表します。本研究では特に、投手の投球動作を基にした、ボール速度に関する事前の予測と、実際に投げられたボールを見た際に得られる感覚入力の一つを統合して、打者がボールの速度を知覚していると仮定しています。

【論文情報】

雑誌名：Research Quarterly for Exercise and Sport

タイトル：Effect of Manipulating Advanced Kinematic Information on Hitting Movement Prediction, Perception, and Action

(動作情報の操作が打撃動作時の予測、知覚、行為に及ぼす影響)

著者：Ryota Takamido^{1*}, Keiko Yokoyama², and Yuji Yamamoto²

(高御堂 良太^{1*}、横山 慶子²、山本 裕二²)

1. 名古屋大学大学院教育発達科学研究科、 2. 名古屋大学 総合保健体育科学センター

DOI : [10.1080/02701367.2020.1773375](https://doi.org/10.1080/02701367.2020.1773375)