

別紙1-1

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 高御堂 良太

論 文 題 目

不確実環境下における打撃動作の知覚-運動制御メカニズムの解明

論文審査担当者

主 査

名古屋大学大学院教育発達科学研究科教授	山本裕二
名古屋大学大学院教育発達科学研究科教授	竹之内隆志
名古屋大学大学院教育発達科学研究科准教授	横山慶子

別紙 1 - 2

論文審査の結果の要旨

本論文は、ヒトの不確実環境下での知覚—運動制御メカニズムを、特に時間的制約の厳しい野球型競技における打撃動作を通して検討することを目的としたものである。野球型競技における打撃動作では、他者が投じてからわずか 0.5 秒以内に到達するボールを全身運動で打ち返すことが必要となる。つまり、他者も含めた環境の不確実性と、ヒトという多自由度系の全身運動の遂行における不確実性が顕著に表れる課題である。そこで、投じられたボールの情報だけでなく、それ以前のボールを投じる他者の動きから、投じられるボールのコースや速度を予測する必要がある。このボールを投じる他者の動きを本論文では事前運動情報と呼び、事前運動情報を操作し不確実な環境が、打者の球速予測、球速知覚、打撃動作に及ぼす影響を実験的に検討し、その知覚—運動制御メカニズムを明らかにすることが第一の目的であった。そして、第二の目的は、実際の競技場面における課題の制約と運動パターンとの関係について、異なる環境、技能レベルの打者を対象に検討し、不確実環境における対処方法について検討することであった。

第一の目的に対して、第 3 章ではまず投球動作速度を操作し、投じられた後のボールを遮蔽することで、ボール速度の予測にバイアスがかかること、すなわち、遅い（速い）投球動作から投じられたであろうボールは遅い（速い）と予測することが明らかになった。そして、その後、投じられたボール速度を一定にして呈示しても、その予測バイアスがベイズ統合理論と合致するようにボール速度の知覚に影響を及ぼし、遅い（速い）投球動作で投じられたボールは、実際にはボール速度は一定にもかかわらず、遅い（速い）と知覚され、打撃動作を行ってもインパクトのタイミングも遅く（速く）なることが明らかになった。しかしながら、その予測バイアスの影響は知覚よりもインパクトのタイミングの方が小さかった。

そこで第 4 章では、第 3 章の実験で計測されたデータを用いて、打撃動作のキネマティクス（関節等の動き）とキネティクス（床反力）を分析した。その結果、キネマティクスから見た打撃動作の準備動作開始時点は、予測バイアスの影響を大きく受けており、最終的なインパクト時点でもその影響は小さくはなっていたが、予測バイアスの影響は受けていた。さらにキネティクスデータからも、主動作であるスイング開始直前にも予測バイアスを受けて、異なる下肢の力発揮のパターンが見られていた。他方、スイング開始後もインパクトまでの間ではスイング時間の微調整が行われ、結果的にインパクト時点での予測バイアスの影響を小さくしていた。これらのことから、不確実環境下での知覚—運動制御では、事前運動情報に基づく予測バイアスの影響を受けながらの粗雑な身体制御から、実際のボールを見ながらの精緻な身体制御という段階的な制御が行われていることを明らかにした。

さらに第 5 章では、高校、大学、実業団という、使用ボールの制約（高校はゴム製、大学・実業団は革製）と投球速度の違いによる時間的制約の違いが、打者の準備動作、特にステ

別紙 1 - 2

論文審査の結果の要旨

ップ動作と呼ばれる、踏み出し脚を上げてから再び脚を降ろすまでの時間に及ぼす影響を調べた。そして、クラスター分析によってステップ動作は早期継続型、直前開始型、早期完了型の 3 種類に分類でき、高校では早期継続型と直前開始型が、大学では直前開始型がほとんどで、実業団では 3 つのすべての種類が見られた。このことから、不確実環境下では、物理的な制約（ボールの種類や投球速度）とともに、個々の目的や志向性などの心理的制約によって、その準備動作が異なること、すなわち個性化が生じることが示唆された。

以上の内容から、本論文の意義は以下のようにまとめられる。

- 1) 知覚におけるベイズ統合による予測バイアスが、知覚だけでなく、打撃動作という全身運動にも影響を及ぼすことが明らかになったこと。
- 2) 不確実環境下での打撃動作では、事前運動情報に基づく粗雑な準備動作と、実際のボール情報に基づく精緻な主動作という段階的な知覚—運動制御が行われていることが明らかになったこと。
- 3) 実際の競技場面では、物理的な制約だけではなく心理的な制約によって、多自由度系というヒトの特性を生かして柔軟な運動パターンの生成を行い、それが個性化へとつながることを見出したこと。

一方、論文審査委員からは以下のような指摘や質問がなされた。

- 1) 段階的な知覚—運動制御が行われていると結論づけているが、予測バイアスは解消されていないのではないかと。予測バイアスは完全に解消されることがあるのか。
- 2) 第 3 章の実験 3 で通常に比べて ± 600 ms の刺激を速い（遅い）投球動作として用いているが、これには生態学的妥当性はあるのか。
- 3) 事前運動情報を用いることが重要であるという結論であるが、より技能レベルが高い熟練者にとってもこれが最適解なのか。
- 4) 本研究結果の現場への活かし方、あるいはロボット研究等への活かし方としては何が考えられるのか。
- 5) 不確実環境への対処として、知覚に関してはベイズ統合で説明できるかもしれないが、運動に関してはこういった理論的説明ができるのか。

こうした指摘や質問に対し、学位申請者からはおおむね適切な回答が述べられ、研究方法の問題点も十分に理解し、今後の研究課題と結び付けていく旨述べられた。以上の結果、本論文はヒトの打撃動作の知覚—運動制御メカニズム、特に不確実環境下における準備の重要性を指摘したもので、身体性の新たな意味を示唆する重要な知見をもたらしたと認め

別紙 1 - 2

論文審査の結果の要旨

られた。

よって、審査委員は、全員一致して本論文を博士（心理学）の学位に値するものと判断し、論文審査の結果を「可」と判定した。