

氏名（本籍）	杉山 真人（兵庫県）
学位の種類	博士（スポーツ科学）
学位記番号	甲 第 30 号
学位授与日	平成30（2018）年3月17日
学位授与の要件	大阪体育大学大学院学位規程第4条第1項該当
研究科名	スポーツ科学研究科（博士後期課程）スポーツ科学専攻
論文題目	不確実な環境におけるタイミングの学習及び制御
審査委員	主査 教授 荒木 雅信 副査 教授 土屋 裕睦 教授 石川 昌紀

## 論文内容の要旨

本研究は、環境の不確実性がタイミングの学習及び制御に与える影響を明らかにすることを目的とした。

まず、第1章では達成すべき目的に関連する領域の研究を整理し、問題の所在を明確にした。その上で、以下の章の実験を試みた。

第2章では、一様乱数を用いたランダム呈示を一様ランダム刺激とし、この刺激に対する被験者の反応の特徴を見出すことを試みた。実験装置は被験者前方に設置された刺激呈示ボックスと手元の反応キーで構成された。被験者は光刺激の呈示位置に対応した系列位置に反応することを求められた。その際、できるだけ刺激の点灯と被験者の反応を一致させることを求められた。その結果、一様な反応分布を示すという特徴を得た。この結果は、一様な刺激と反応の性質がパターンのある系列課題のタイミングの学習に与える影響を見出す上での基礎的な知見と位置づけられる。

第3章では第2章での実験を踏まえ、複数の系列パターンの学習を行う際、呈示順序の違いが系列パターンのタイミングの習得過程に与える影響を明らかにすることを目的とした。3種類の系列パターンを

一様ランダムな呈示順序で行う一様ランダム条件を設けたのが特徴である。具体的には、A, B, C の系列パターンがあり、それぞれを習得しなければならない時、A, B, C の呈示順序を一様乱数に基づいたランダム呈示をした。これに加え、3種類のうちの一つのパターンを繰り返し練習してから次の系列パターンを練習するブロック条件、A, B, C という3つの系列パターンを ABCABCABC… というように、一つのパターンを行ったら次のパターンへ移行しそれが繰り返されるスケジュールで行うシリアル条件を設け、系列パターンのタイミングの習得の程度を比較した。その結果、一様ランダム呈示を用いた練習スケジュールにおいては系列パターンを用いたタイミングの向上は見出されなかった。

第3章の実験では系列パターンの習得過程に焦点を当てたため、呈示順序の違いが比較的永続的な学習に与える影響については十分に評価できていない。そこで第4章では、習得段階終了後、保持課題と転移課題を行わせ学習の評価を試みた。呈示条件は一様ランダム条件とブロック条件を設けた。呈示条件の特徴は前章と同様であった。その結果、習得段階だけではなく、保持段階及び転移段階においてもブロック条件の方がランダム条件よりも優れたタイミングの反応を示した。これは複数の課題をブロック化して練習するブロック練習よりも、毎回異なる順序で課題を練習するランダム練習の方が、学習が促進されるという文脈干渉効果とは異なる結果であり、系列パターンのタイミングの学習は一様ランダム呈示の無秩序さに強い影響を受けることが明らかとなった。

第2章から第4章までの実験では、呈示される刺激に反応する強制ペースの S-R 事態を想定した課題における不確実性を対象とした。他方で、実際の環境下での運動行動は推測によって解を導き、反応を行うとともに、その反応を連続的に実行することによって環境に内在するパターンを学習する事態も存在する。このような事態での学習は環境に内在する情報が重要な要因となると考えられる。そこで第5章では、推測による反応が求められる課題を行わせ、情報量と系列パターンの形成過程について検討した。具体的には系列パターンを過剰学習させた際の冗長性と系列依存性が系列パターンの学習過程における正確で高速な反応の出現に与える影響を明らかにすることを目的とした。被験者は予めパターンが知らされていない状況下で推測による反応を行った。この時、誤反応であれば正しい反応位置の正面の刺激呈示ボックスから光刺激が点灯し、正反応であれば消灯したままであった。すなわち、被験者自身の推測反応と正面の刺激ボックスからのフィードバック情報を頼りにパターンを習得することが求められた。そして、できるだけ速く正確に反応しなければならなかった。結果として課題の遂行に伴い、既知となった系列の数に依存して、不確定度が減少するとともに冗長度が増大した。また、課題の遂行に伴って系列要素の組織化が認められた。

一連の研究ではタッピング課題を用いてきたが、第6章ではこの環境を拡張し、歩行及び捕捉が求められる課題を用いてターゲットの速度変化が捕捉行為の方略に与える影響及び頭部の変位の特徴を明らかにすることを目的とした。被験者はスタート地点から捕捉地点に移動するとともにターゲットの到達と自身の移動完了を一致させることを求められた。ターゲットが等速で移動する課題のみを遂行する条件と不規則変化するパターン及び等速課題をランダムに呈示した条件を比較した。ターゲットと被験者の協調関係と頭部の変位パターンの結果から、ターゲットが不確実に変化する状況下では予期的な制御を伴った捕捉行為が行われる可能性が見出された。

以上から、不確実な状況でのタイミングの学習は困難であることと、予期的な制御が行われる可能性が示唆された。不確実な環境は運動実行者の円滑な運動の妨げとなる重大な問題である。本研究を通してこのような事態でのタイミングの学習及び制御を特徴づけることができた点は重要である。特に環境

に対する見越しや予期という身体運動の重要な機能の理解に貢献できる可能性を示唆した点は、知覚運動学習及び制御の側面から身体システムの理解を深める上で意義がある。

## 審査結果の要旨

### (論文審査)

本論文は、環境の不確実性がタイミングの学習及び制御に与える影響を明らかにした。実験では、系列刺激反応装置を用いて、(1)一様ランダム刺激（一様乱数を用いたランダム呈示）に対する反応の特徴を、(2)複数の系列パターンの学習を行う際の呈示順序の違いが系列パターンのタイミングの習得過程に与える影響を、(3)系列パターン習得段階終了後、保持課題と転移課題を行わせた学習の評価について、(4)推測による反応が求められる課題による情報量と系列パターンの形成過程について、それぞれ検討を行い、(5)不確実性を伴う環境を実運動に拡張し、歩行及び捕捉が求められる課題を用いてターゲットの速度変化が捕捉行為の方略に与える影響及び頭部の変位の特徴を重ねて検討した。これらを通して、不確実な状況でのタイミングの学習は困難であることと、そこでは予期的な制御が行われる可能性が確認された。

論文審査の結果、一様ランダム刺激を用いた系列反応による実験と、不確実性を伴うターゲットに対する歩行・捕捉運動の実験との整合性について指摘され、今後の研究の発展を含めて的確に答えた。一連の研究から、不確実な環境でのタイミングの学習及び制御を特徴づけることができた点は重要であり、特に環境に対する見越しや予期という身体運動の重要な機能の理解に貢献できる可能性を示唆した点は、知覚運動学習及び制御の側面から身体システムの理解を深める上で意義があると評価された。そこで、提出された論文は、博士論文の水準を満たしていると判定された。

### (最終試験)

提出された論文および関連する事項についての口頭試問を行った結果、博士の学位を授与する基準を満たしていると判断され、合格とした。