

我々はスマートフォンやPCのような情報機器を日常的に使用している。これらの情報機器の操作は、始めはぎこちないものの、繰り返し操作しているうちに、特段意識することなく、スムーズに行えるようになる。これは、一連の動作を手続きとして記憶しているためである（系列的手続きの記憶）。系列的手続きの学習において、随伴的聴覚刺激の影響を受けるものとして、楽器演奏の習得や譜面の暗譜などが挙げられる。また、楽器演奏は自分や他者の出している音を聴きながら、リズムに乗って演奏するように求められることが多い。本研究では、系列的手続き学習時の随伴的聴覚刺激と運動タイミングが学習に与える影響を検討する。

実験では、連続ボタン押し学習課題の1×20課題を行った（図1, 2）。本研究のボタン押し課題は、学習ブロックとテストブロックの2つで構成されており、実験参加者は学習ブロックを行ったのち、ただちにテストブロックを行う。実験が始まると、学習ブロックが開始され、9個のボタンの内1つが点灯する。このボタンが1つ点灯している画面をセットと呼ぶ。点灯ボタンを制限時間内に押すことができれば、そのボタン位置に対応した音がスピーカーから出力され、決められたセット提示時間後に次のセットに移行する。

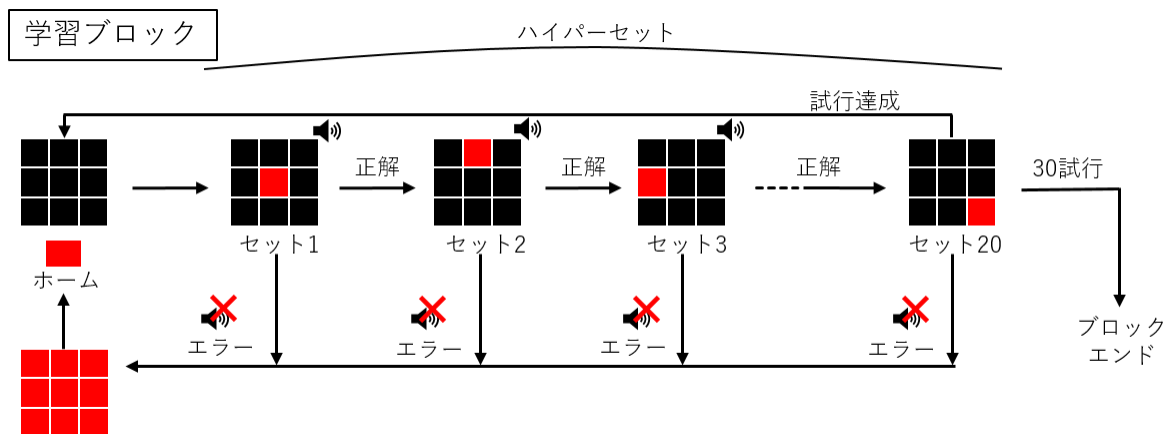


図1 学習ブロックの手続き

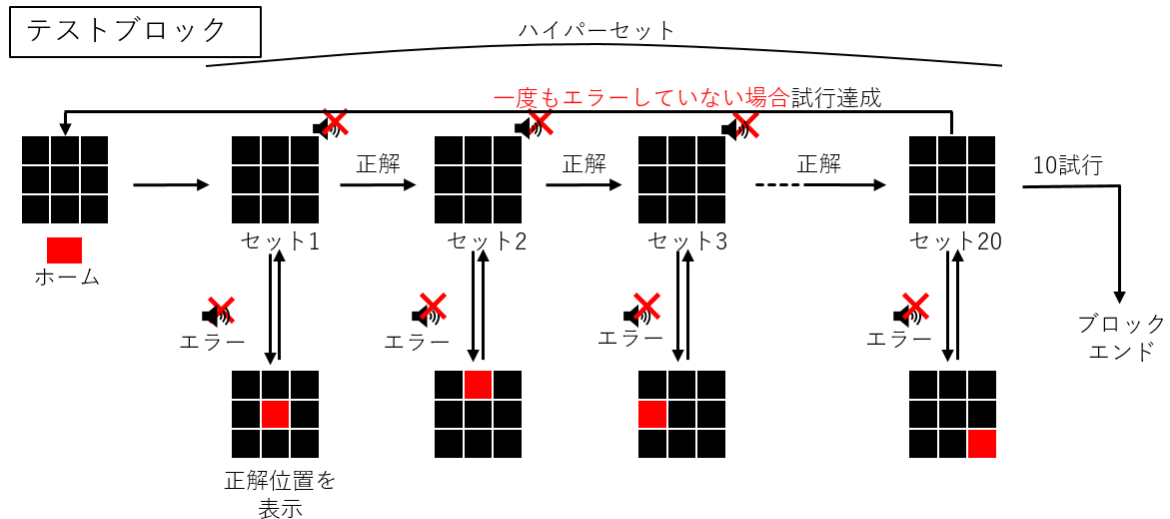


図 2 テストブロックの手続き

音の対応のしかたには、ボタンと音高が一対一対応している音高対応条件と、どのボタンにも同じ高さの音に対応している音高一定条件の2条件が設定されており（図3）、セット提示時間は、SOA一定条件、SOAランダム条件、RSI一定条件の3条件が設定されている（図4）。SOA一定条件では、実験参加者のボタン押し時間にセット提示時間が依存せず、かつ、セット提示時間が一定であり、SOAランダム条件では、実験参加者のボタン押し時間にセット提示時間が依存せず、セット提示時間はランダムで決まる。一方、RSI一定条件では、実験参加者のボタン押し時間にセット提示時間が依存し、ボタンが押されてから800ミリ秒後に次のセットが提示される。なお、制限時間は常に一定である。

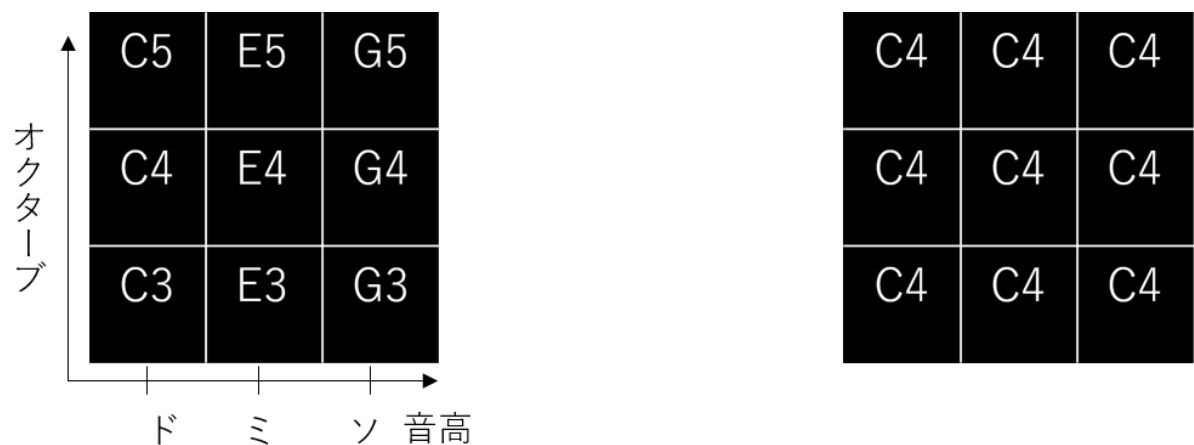


図 3 ボタン位置と音高の対応

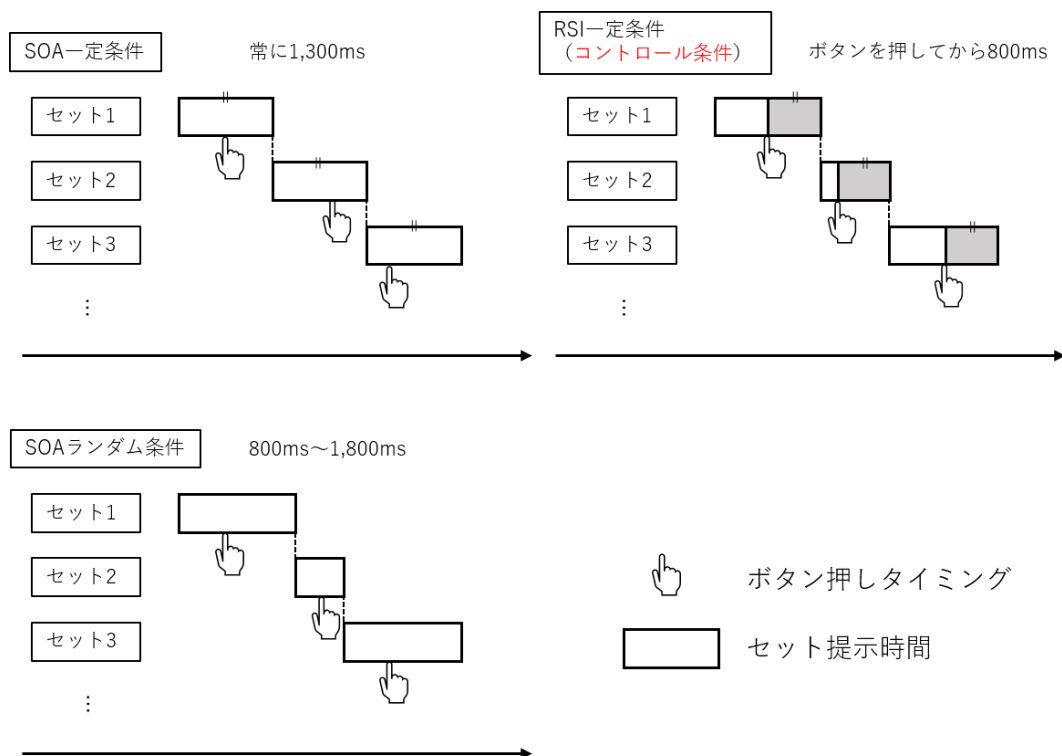


図 4 セット提示時間

制限時間内にボタンを押すことができなかった、もしくは、点灯していないボタンを押してしまった場合はエラーとなり、最初からやり直しになる。セットは 20 あり、これらをまとめてハイパーセットと呼ぶ。ハイパーセットのすべての点灯ボタンを正しく押すことができれば、その試行は達成したとみなされ、30 試行達成すると学習ブロックが終了し、テストブロックに移行する。テストブロックでは、学習ブロックと同じ順序のボタン押しを、ボタンが点灯しない画面で行う。また、ボタンを押してもスピーカーから音が出力されることはなく、制限時間やセット提示時間が別途設定されることもない。さらに、間違えたボタンを押してしまいエラーになった場合は、そのとき押すべきだったボタンを数ミリ秒提示した後、ホーム画面ではなく、エラーしたセットからやり直す。ハイパーセットの全てのボタンを押し終わったとき、一度もエラーしていない場合のみ試行達成されたとみなし、15 試行達成することでテストブロックが終了する。

音高の条件を実験参加者内比較で、セット提示時間の条件を実験参加者間比較で検討することで、随伴的聴覚刺激と運動タイミングが学習に与える影響を調査する。

図 5 は学習ブロック全体におけるエラー数を表したものであり、SOA ランダム条件において、有意にエラー数が増えていることがわかる。図 6 と図 7 は学習ブロックの正解試行前半と正解試行後半の平均反応時間の差分を表したものであり、SOA ランダム条件において、有意に差分が小さい、すなわち、反応時間の減少度合いが小さいことがわかる。この傾向は、音高対応条件においても同様であり、随伴的聴覚刺激が系列体手続きの学習において手がかりとして有

効である可能性が示唆される。また、SOA ランダム条件において、エラー数が増えること、反応時間の差分が小さくなることから、運動タイミングがばらばらであると系列的手続きの学習が阻害されるという可能性が考えられる。この推測が正しければ、テストブロックにおいて、学習ブロックの条件が SOA ランダム条件だった場合の成績が有意に悪くなるという結果が出ると考えられる。

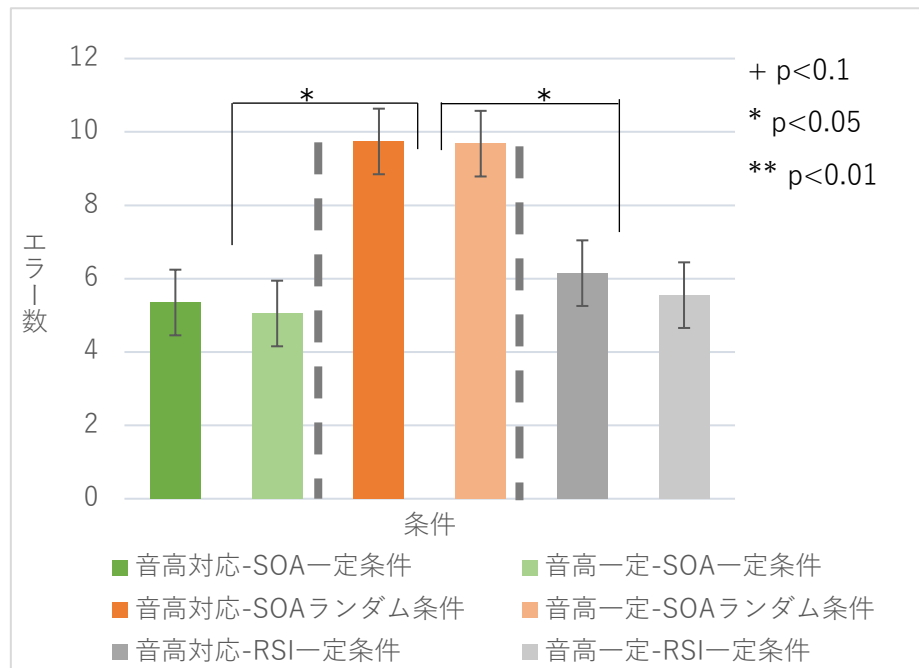


図 5 学習ブロック全体のエラー数

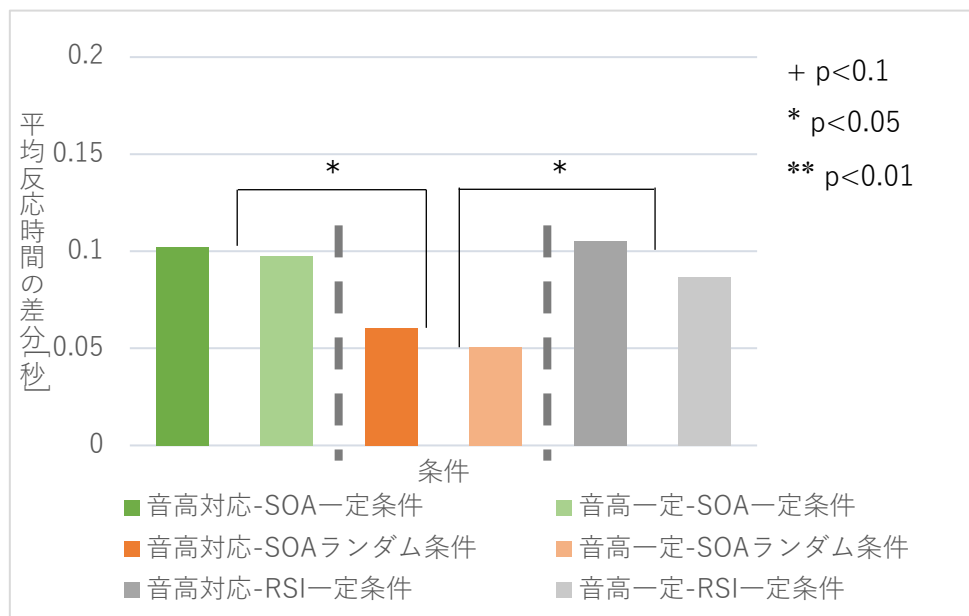


図 6 学習ブロック前半と後半の正解試行の平均反応時間の差分

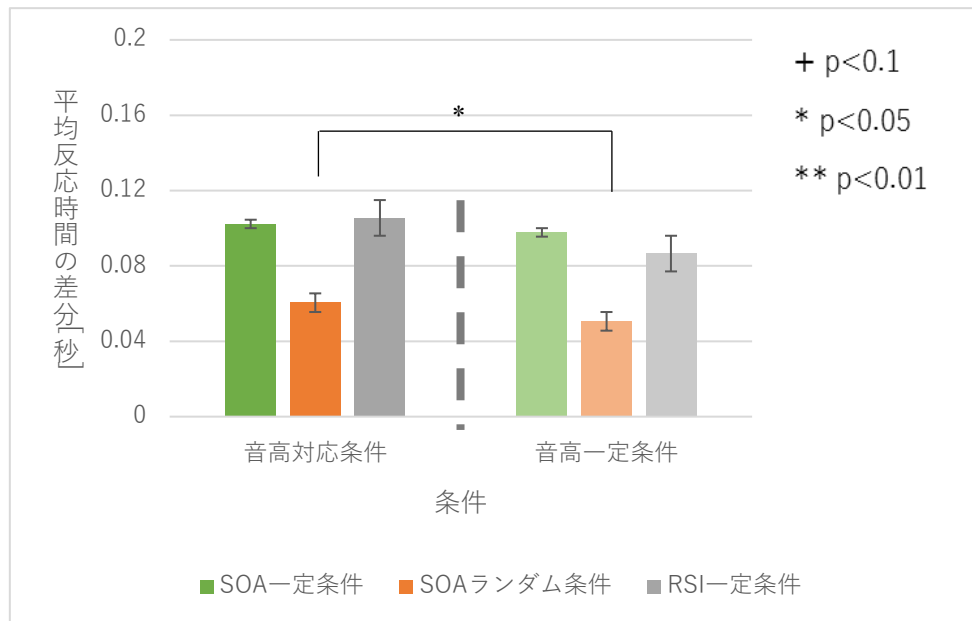


図 7 学習ブロック前半と後半の正解試行の平均反応時間の差分（音高の条件ごと）

図 8 はテストブロック後半のエラー数を表したものであり、たしかに、学習ブロックを SOA ランダム条件で行っていた場合、有意にエラー数が増えることがわかる。したがって、学習時に運動タイミングがバラバラであることが系列的手続きの学習を阻害するということが示唆された。

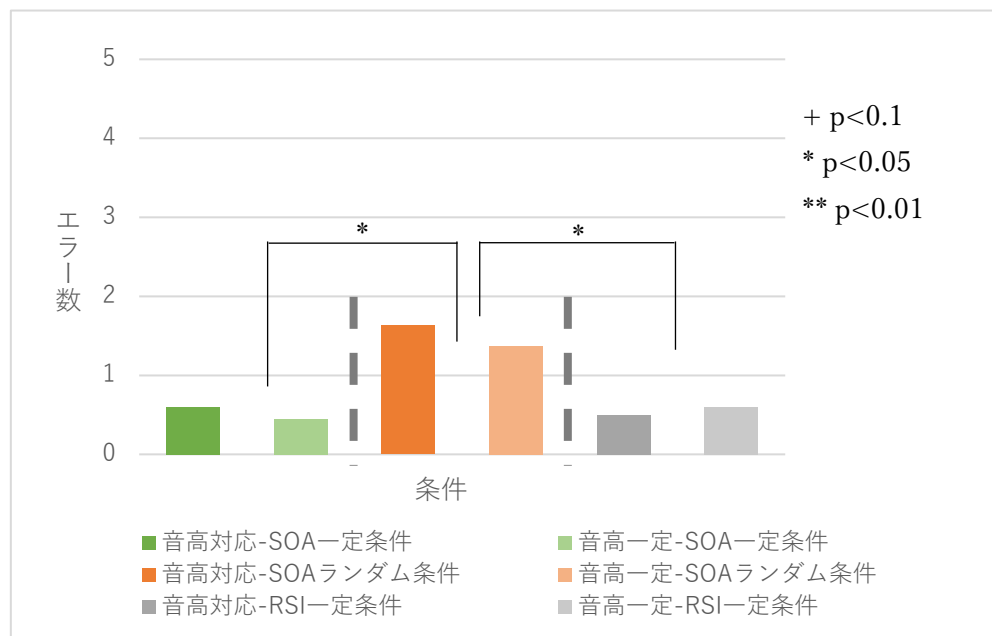


図 8 テストブロック 8 試行達成後から終了までのエラー数

図9はテストブロックの正解試行前半と正解試行後半の平均反応時間の差分を表しており、学習ブロックを音高対応条件で行うと、テストブロックにおいて、反応時間の減少度合いが有意に大きくなることがわかった。図10はテストブロック前半における平均反応時間を表しており、学習ブロックを音高対応条件で行うと、テストブロック前半の平均反応時間が増加する傾向にあることがわかった。同様に、音高対応条件で学習ブロックを行った場合、テストブロック全体のエラー数が増加する傾向があることがわかった（図11）。これらの結果から、随伴的聴覚刺激が存在する場面で系列的手続きを行うと、聴覚刺激が消失した場面において、うまく系列を再生できなくなることが示唆された。

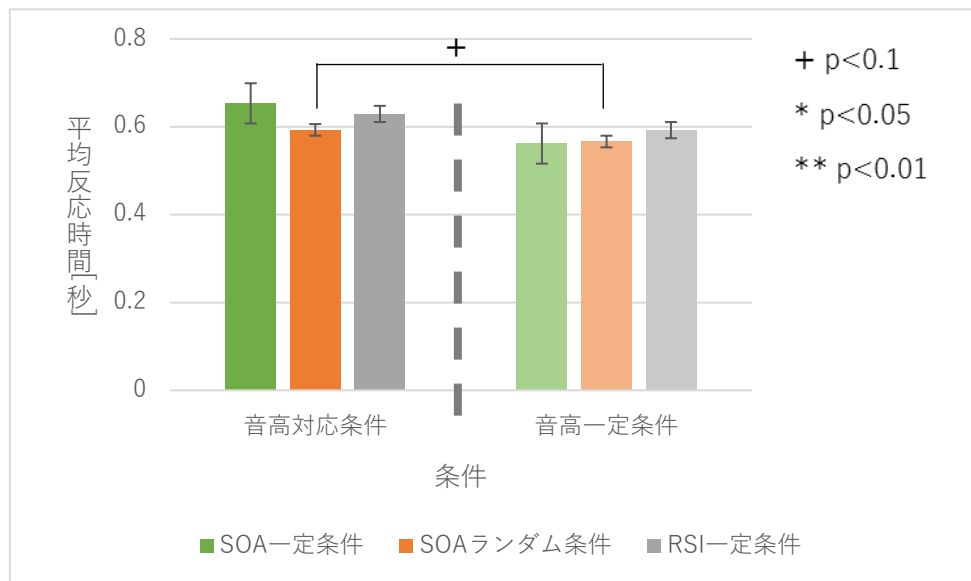


図9 テストブロック開始から7試行目が達成されるまでの正解試行の平均反応時間（音高の条件ごと）

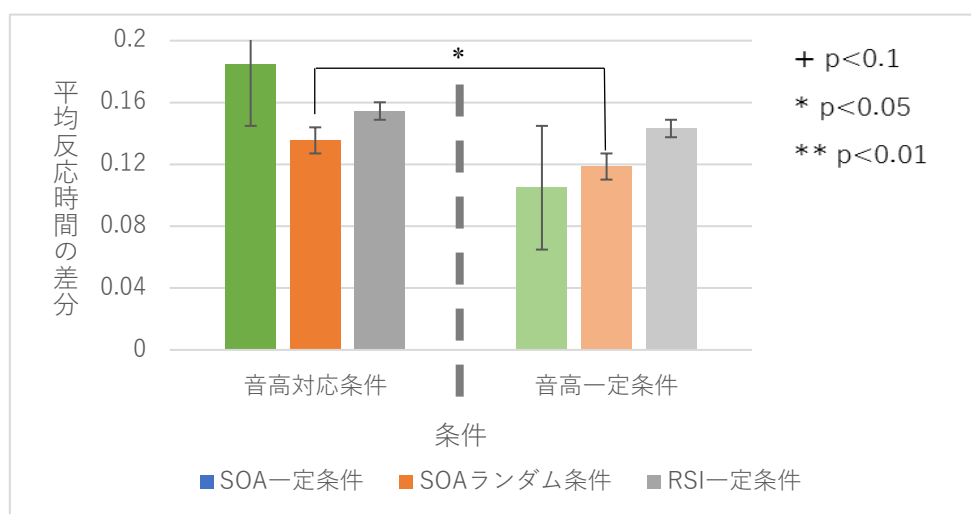


図80 テストブロック前半と後半の正解試行の平均反応時間の差分（音高の条件ごと）

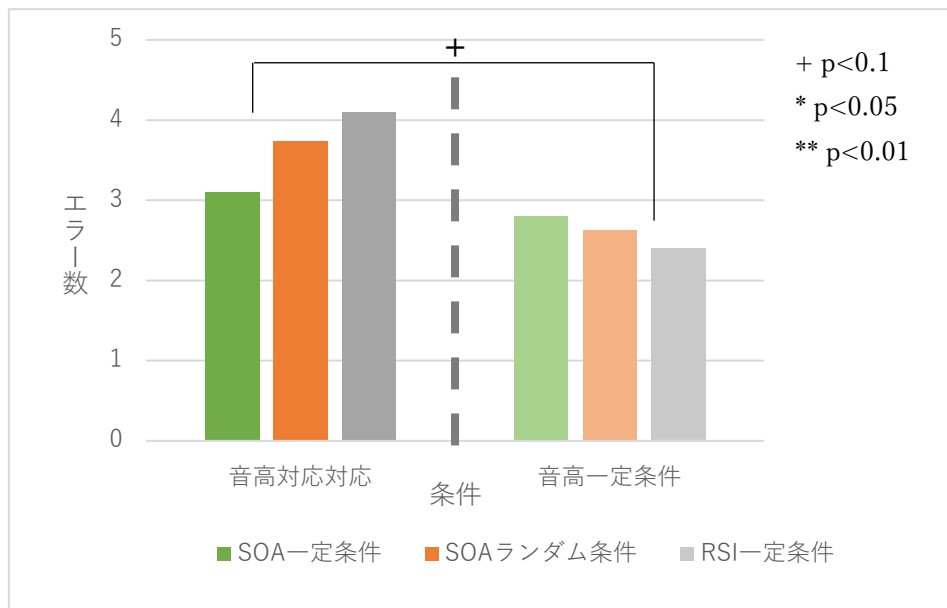


図 11 テストブロック全体のエラー数（音高の条件ごと）

以上の結果より、系列的手続き学習時に随伴的聴覚刺激が手がかりとして有効であること、学習時の運動タイミングがばらばらであると系列的手続きの学習が阻害されることが示唆された。また、系列的手続き学習時に随伴的聴覚刺激を利用していた場合、聴覚刺激が消失した場面で系列の再生が困難になることから、系列の手続き再生時にも聴覚情報を参照していることの可能性が示唆された。