

Inhibition of action rules

Ulrich Mayr

Psychonomic Bulletin & Review, Vol. 9, No. 1, pp. 93-99, 2002

- 一貫した目標指向行動 (goal-directed action) は条件に従って、知覚・行動に内的制約を設ける (e.g., Logan, 1978; Woodworth, 1938)
 - 内的制約：心構え (mental sets), 課題設定 (task sets)
- 一般に、課題設定の選択プロセスは課題切替パラダイムを用いて検討 (Allport, Styles, & Hsieh, 1994; Mayr & Kliegl, 2000; Meiran, 1996; Rogers & Monsell, 1995)
 - 課題設定が直前と同じ／異なる場合を、反応時間・成績を用いて比較
- 課題設定の安定性-適応性ジレンマ (stability-flexibility dilemma) (e.g., Goschke, 2000; Mayr & Keele, 2000)
 - 曖昧で流動的な状況では、低次な選択を行う上で信頼できる案内役として機能
 - 行動様式の変更が必要な状況では、適応的な行為を妨げる障害として機能
- 課題の設定変更コスト (set-alternation cost)
 - 課題設定の変更は、その課題の再活性化を一定期間困難にする抑制的入力として働く
 - これは真の意味で“抑制”か、それとも非抑制プロセスか
- 設定変更に関する説明
 - 抑制による説明
 - > $n-1$ のときの“反応しない”タグで記録されたディストラクタが、 n のときにターゲットになると、タグが自動再生されて干渉源となる
 - エピソード記憶再生による説明
 - > 設定交代のある配列 (A-B-A) の処理は、交代のない配列 (C-B-A) に比べて利益が大きい

Is the Set-Alternation Cost Due to Episodic Retrieval?

- 両説明を直接的に検討する手法として、本研究ではルール-選択パラダイムを用いる (Figure 1)
 - 構成要素
 - > ルール (設定) 水平・垂直・対角
 - > 刺激 円の位置 (左上・右上・左下・右下)
 - > 反応 円の移動先に対応した 2×2 のキー (左上・右上・左下・右下)
 - n 試行目が $n-2$ 試行目から設定交代なし ($=n-2 \cdot n-1$ の設定と異なる) / 設定交代あり ($=n-2$ の設定を反復) の場合の反応時間を比較
 - > 記憶再生説明による予測 設定交代ありで、 $n-2$ と同じ刺激-反応の場合が最短

- 各ルール・刺激が似ているため、課題設定の切替時に知覚次元の切替が起こらない
- 合わせて、本パラダイムが典型的な課題切替の効果を再現できるかについても確認
 - 手がかり-刺激間の時間 (CSI) が増加すると切替コストは減少する (e.g., Mayr & Kliegl, 2000; Meiran, 1996; Rogers & Monsell, 1995), など

METHOD

Participants

- ボツダム大学の学生 39 名

Task and Stimuli

- 17 インチのモニターに、1 辺 8cm の四角、直径 1cm の円を表示
- 反応はテンキーの 1・2・4・5 を使用
 - キー押下後は人差し指をキーの中央に戻す
- 四角の上にルールを提示 (horizontal / vertical / diagonal)
- エラー時には“Error”と 500ms 表示
- ルールと刺激は各試行でランダムに提示
- RCI (反応から次試行の手がかりまでの時間) と CSI (手がかりから刺激までの時間) の組み合わせ
 - 150-150 / 650-150 / 150-650
 - > 150-150・650-150 間で受動的減衰効果, 650-150・150-650 間で能動的準備効果を検証

Procedure

- 最少 10 試行×2 の練習ブロック
- 課題を迅速かつ正確に解くよう教示
- 120 試行×3 ブロックを 1 セットとし、計 3 セット実施
 - 1 セット内の RCI-CSI は固定
 - 各ブロックの前に 10 試行の練習

RESULTS AND DISCUSSION

- 除外データ：エラー試行・エラー直後 2 試行 (8.4%), 反応時間が 2,000ms 以上の試行 (0.3%)
- エラー率は特に言及しない限り、反応時間と同様の結果

Switch Costs

- n 試行を, $n-2 \cdot n-1$ 試行とのルール (設定) の関係に基づき分類
 - 切替なし $n-1$ 試行と同じルール 例：対角-垂直-垂直
 - 交代なし切替 $n-2 \cdot n-1$ 試行と異なるルール 例：対角-垂直-水平

- 交代あり切替 $n-2$ 試行と同じルール 例：対角-垂直-対角
- $n-2 \cdot n-1$ 試行のルールが異なる場合のみを分析対象（対角-対角-垂直などは除外）

- n 試行を、 $n-1$ 試行との反応の関係に基づき分類
 - 反応反復なし $n-1$ 試行と異なる反応
 - 反応反復あり $n-1$ 試行と同じ反応
- 直前試行と反応が同じ／異なる場合で、プライミング効果に差が生じる (e. g., Meiran, 1996; Quinlan, 1999; Rogers & Monsell, 1995)

- 分析方針
 - ルール変更要因
 - > 切替なし・交代なし切替間の比較 ($n-1$ 試行からのルール切替による効果)
 - > 交代なし切替・交代あり切替間の比較 ($n-2$ 試行からのルール交代による効果)
 - RSI-CSI 時間要因
 - > 150-150・650-150 間の比較 ($n-1$ 試行の減衰による効果)
 - > 650-150・150-650 間の比較 (手がかりを用いた準備による効果)

- 切替なし（白）・交代なし切替（灰）の反応時間 (Figure 2)
 - 切替の主効果 切替なし < 交代なし切替 ($F(1,38) = 54.9, p < .01$)
 - 切替×減衰の交互作用 有意傾向 ($F(1,38) = 3.8, p < .06$)
 - > 減衰時間が長くなるにつれ、切替コストが減少
 - 切替×準備の交互作用 有意 ($F(1,38) = 9.1, p < .01$)
 - > 準備時間が長くなるにつれ、切替コストが減少
 - 切替×反応の交互作用 有意 ($F(1,38) = 86.9, p < .01$)
 - > 反応反復なし 切替なし \approx 交代なし切替
 - * 切替コストは小さい（減衰時間・準備時間によらず）
 - > 反応反復あり 切替なし < 交代なし切替
 - * 切替コストは大きい（減衰時間・準備時間が長くても）

- 反応反復なし時は特に切替コストが小さい点は一見驚くべき結果だが、先行研究と一致した傾向
 - 長期記憶の再生が影響 (Mayr & Kliegl, 2000; Rubinstein, Meyer, & Evans, 2001)
 - 刺激のみならず刺激-反応のマッピングも再生される (e.g., Rogers & Monsell, 1995)

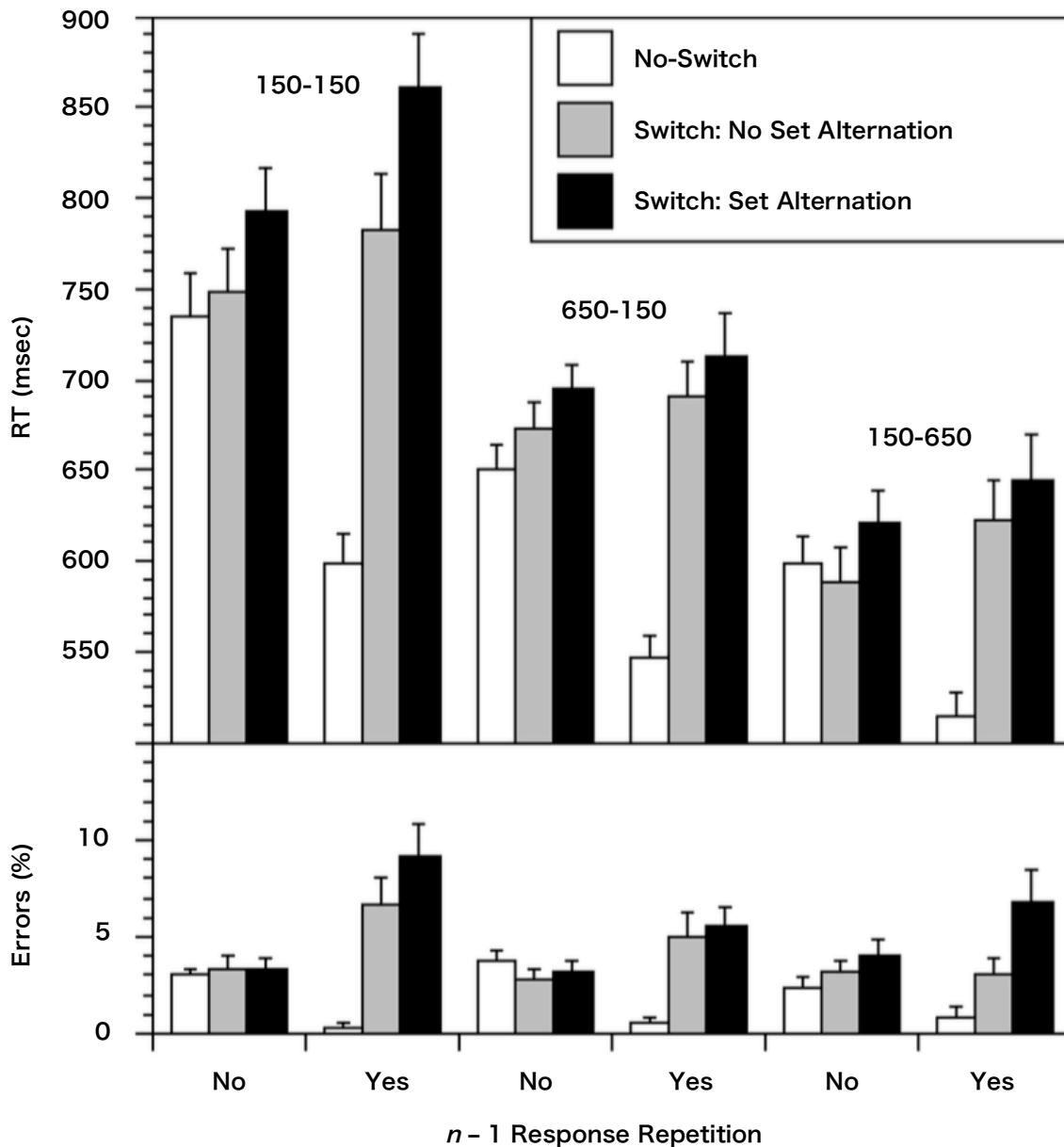


Figure 2. Reaction times and error percentages for no-switch trials, switch trials without set alternations, and switch trials with set alternations as a function of RCI-CSI constellations and the response-repetition variable. Error bars reflect between-subjects standard errors.

Set-Alternation Costs

- 交代なし切替（灰）・交代あり切替（黒）の反応時間 (Figure 2)
 - 交代の主効果 交代なし切替 < 交代あり切替 ($F(1,38) = 31.6, p < .01$)
 - 交代×減衰の交互作用 有意 ($F(1,38) = 6.4, p < .05$)
 - > 減衰時間が長くなるにつれ, 交代コストが減少
 - 交代×準備の交互作用 なし ($F(1,38) = 0.1, p > .7$)
 - > 準備時間による影響を, 交代コストは受けない
 - > 受動的な抑制プロセスは, 能動的な準備があっても簡単には消えない (Mayr & Keele, 2000)

- 交代×反応の交互作用 なし (all $F_s < 1.5$)

- 本パラダイムは設定交代コストの先行研究を概ね再現

Inhibition Versus Episodic Retrieval

- n 試行を, $n-2$ 試行のルール (設定) との関係で分類
 - 交代なし $n-2$ 試行と異なるルール
 - 交代あり $n-2$ 試行と同じルール
- n 試行を, $n-2$ 試行の反応との関係で分類
 - 反応反復なし $n-2$ 試行と異なる反応
 - 反応反復あり $n-2$ 試行と同じ反応

- 交代×反応の反応時間 (Figure 3)

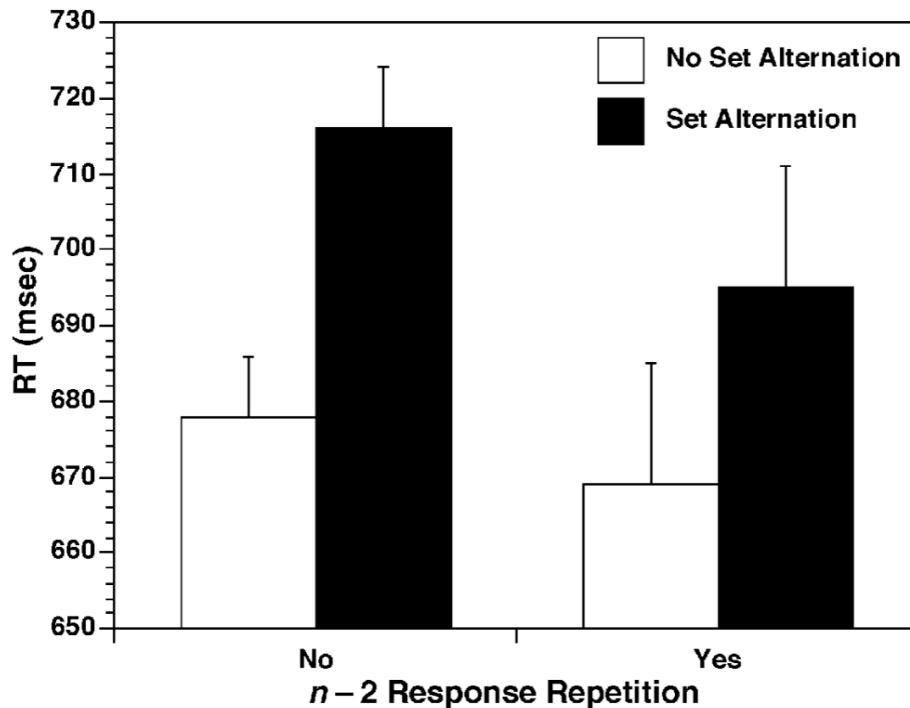


Figure 3. Reaction times from switch trials without set alternations ($n-2$ rule changes) and with set alternations ($n-2$ rule repetitions) as a function of $n-2$ response repetitions. Error bars reflect within-subjects 95% confidence intervals for the set-alternation contrast, computed separately for $n-2$ response changes and for $n-2$ response repetitions.

- 交代の主効果 交代なし < 交代あり ($F(1,38) = 35.0, p < .01$)
- 反応の主効果 反復なし > 反復あり ($F(1,38) = 7.69, p < .01$)
- 交代×反応の交互作用 なし¹ ($F(1,38) = 1.3, p = .26$)

¹ 構造上, ルール・反応が同じ場合は刺激も必ず同じ。一方, ルールが異なる場合は, 同じ反応でも刺激は異なる。ただ, 刺激が同じ場合でも交代コストは変わらない ($F(1,38) = 0.4, p > .5$)

- > エラー率においてもなし ($F(1,38) = 1.7, p = .2$)
- RSI・CSI の効果 なし (all $F_s < 1.0$)
- $n-1$ 試行と反応が同じ試行を除いても結果は変わらず
 - 設定交代コストは、 $n-2$ 試行とルール-刺激-反応が同じ場合でも生じる
 - > 設定交代コストは設定固有の抑制を反映している

CONCLUSION

- (1) $n-2$ 試行のルール-刺激-反応が同じ場合においても設定交代コストが観察された
 - エピソード記憶再生ではなく、課題設定の持続的抑制によるもの
 - この抑制は、内的な準備時間には影響を受けないが、時間経過により減衰する
- 抑制は様々な認知統制モデルの文脈で、重要な仮想プロセスとして扱われている
 - ただし、行為レベルの実践的現象として抑制を取り出すことは困難
- 「強く活性化した他者を抑える必要に迫られたときに抑制が重要である」という考えとは矛盾しない
 - ネガティブプライミングと比べ、エピソード記憶再生の寄与を検証しやすいため、設定交代パラダイムは抑制研究に適している
- (2) 設定交代コストが知覚次元のモジュール (Mayr & Keele, 2000) 以外の領域 (課題設定・ルール) で一般的に観察された
 - 比較的抽象度の高い行動を導く内的統制に抑制は影響
- 統制設定と低次な行動パラメータは共変することもあるだろう
 - 特定行動の詳述と高次な統制設定の組み合わせる工夫により、その変化に対応できる
- 課題設定の切替時には反復が負のプライミング効果をもたらすが、これは高次な統制設定が関連する低次なプロセスを制約してくれているため、と間接的に解釈できる