

## **Transfer, control, and automatic processing in a complex motor task: An Examination of Bounce juggling**

Bebko, J. M., Demark, J. L., Im-Bolter, N., & MacKewn, A.

*Journal of Motor Behavior*, Vol. 37, No. 6, pp. 465–474, 2005

### **Introduction**

- 制御処理と自動処理は対照的な特徴をもつ (e.g., Shiffrin & Schneider, 1977)
  - 制御処理 (controlled process)
    - ◇ 意図的, 努力を要する処理
  - 自動処理 (automatic process)
    - ◇ 意図や努力がより少ない処理
      - ✓ 課題に対する注意の減少を伴う
  - 両者が「トレードオフ」の関係という考えは不適切
  
- 本研究
  - 複雑な運動課題における制御処理と自動処理の関係について検討
    - ◇ Bebko et al. (2003) の追試, 発展という研究の位置づけ
  - 3つのボールを用いたバウンスジャグリングを課題
    - ◇ ロボット工学, 運動学, 知覚等の研究でジャグリングに焦点 (e.g., Beek & Lewbel, 1995; Beek & Turvey, 1992; van Santvoord & Beek, 1996)
  
- 先行研究 (Bebko et al., 2003)
  - ノービスによる3ボールカスケードの自動処理の達成について検討
    - ◇ 基準: 連続キャッチ数 20回
  - 3つのグループに群分け
    - ◇ 早期に自動処理を達成したグループ
    - ◇ 時間は掛かったが, 自動処理を達成したグループ
    - ◇ 自動処理を達成できなかったグループ
  
- 先行研究 (Bebko et al., 2003) の問題点
  - 制御処理と自動処理の関係については不明
  
- 本研究の目的1: 制御処理と自動処理の関係について検討
  - 仮説1: 両者がトレードオフの関係
    - ◇ バウンスジャグリングのパフォーマンス向上
      - ✓ 制御処理が追加で要求される類似課題のパフォーマンスは低下

- 仮説 2：両者が同時に成立する関係
  - ◇ バウンスジャグリングのパフォーマンス向上
    - ✓ 制御処理が追加で要求される類似課題のパフォーマンスも向上
      - 自動処理を達成したパフォーマーは、状況の変化に対して適応可能 (Schaal, Atkeson & Sternad, 1996)

- 本研究の目的 2：自動処理の正の転移について検討
  - カスケードジャグリング習得済みのジャグラー
    - ◇ ノービスよりも早くバウンスジャグリングの自動処理を達成できるのか？

## Method

### Participants

- 経験群
  - 4名（男性2名，女性2名）
    - ◇ 3ボールカスケードを習得済み
- ノービス群
  - 5名（男性3名，女性2名）
    - ◇ ジャグリング経験なし
- 両群ともバウンスジャグリングの経験なし
  - 全員，右利き
  - 22～35歳（平均27.5歳）

### Procedure

- Training phase
  - 約25分間
  - エキスパートによるデモと，各手続きの説明
    - ◇ 参加者は，各手続きに進む前に数分間練習
- Practice sessions（練習セッション）
  - 1日15分の練習（1セッション）
    - ◇ 週5回×5週，計25セッション
    - ◇ 参加者はセッション毎に連続キャッチ数を記録
- Probe sessions（探索セッション）

- Training phase と, 1, 3, 5 週目最後の練習セッション後 (Week 0/1/3/5)
  - ◇ スキルレベルの評価を実施
    - ✓ (a): バウンスジャグリングを単独で行う
    - ✓ (b): 1~20 をできるだけ早く多く数える
    - ✓ (c): (b) とともにバウンスジャグリングを行う
      - Dual-task
      - Bebko et al. (2003) や Heuer (1996) に基づく
    - ✓ (d): (a) や (c) とはボールの大きさ, 手触り, バウンドレベルが異なるボールでバウンスジャグリングを行う
      - 制御処理が追加で必要な類似課題
    - ✓ (e): (d) から正面から斜め 30° 傾いた面でバウンスジャグリングを行う
      - 制御処理が追加で必要な類似課題
- (c) を除いて, 各課題の前に 30 秒間の練習
  - ◇ (a)~(c)
    - ✓ 1 試行 30 秒間を 2 試行実施
  - ◇ (d)~(e)
    - ✓ 30 秒間を 1 試行実施
    - ✓ Week 0 における (e) は分析から除外

## Results

- 練習セッション
  - 各群におけるパフォーマンス平均値の推移 (Fig.1)
    - ◇ 経験群
      - ✓  $y = 6.3042x + 22.1220$
    - ◇ ノービス群
      - ✓  $y = 5.0387x - 1.0571$ 
        - 経験者群よりも約 6~7 日間, 習得の遅れ
        - 終盤に限っていえば約 10 日間の習得の遅れ
  - 練習要因 (練習セッション 1/5/10/15/20/25) × グループ要因で 2 要因の分散分析
    - ◇ 練習要因の主効果あり ( $F(5, 35) = 20.26, p < .0001$ )
      - ✓ パフォーマンスが増加
    - ◇ グループ要因の主効果あり ( $F(1, 7) = 6.58, p < .037$ )
      - ✓ 経験群 > ノービス群
    - ◇ 交互作用なし ( $F(5, 35) = 1.72, p = .205$ )
  - 自動処理の達成
    - ◇ 連続キャッチ数 20 回を達成した練習セッション数を群間で比較

- ✓ 有意差なし ( $F(1, 7) = 1.93, p = .104$ )
- ◇ 全ての参加者が自動処理を達成
  
- 探索セッション
  - (c) の各群における平均コストの推移 (Fig.2)
    - ◇ (c) における Dual-task コスト
      - ✓ (b) から (c) に掛けての暗唱数の減少率
        - 例…(b) 暗唱数 60, (c) 暗唱数 54 ならば, 減少率 10%
  - 探索要因 (Week 0/1/3/5) × グループ要因で 2 要因の分散分析
    - ◇ 探索要因の主効果あり ( $F(3, 21) = 16.68, p < .001$ )
      - ✓ コストは有意に減少
    - ◇ グループ要因の主効果なし ( $F(1, 7) = 0.73, p = .795$ )
    - ◇ 交互作用なし ( $F(3, 21) = 0.05, p > .937$ )
  - (d) と (e) の各群におけるパフォーマンス平均値の推移 (Fig.3)
    - ◇ どちらの課題においても自動処理を達成
      - ✓ Dual-task コストと負の相関あり
        - (d):  $r = -.40, p < .01$
        - (e):  $r = -.54, p < .003$
    - ◇ パフォーマンスを群間で比較
      - ✓ どちらの課題においても有意差なし ( $F < 1.0$ )

## Discussion

- 経験群において自動処理の正の転移を確認
  - カスケードジャグリング→バウンスジャグリング
    - ◇ バウンスジャグリングの方が容易 (Schaal & Atkeson, 1993)
  
- 制御処理と自動処理の関係
  - 本研究の結果
    - ◇ 仮説 2 を支持
    - ◇ 制御処理が追加で必要な類似課題
      - ✓ 群間の差異は確認されなかった
      - ✓ 制御処理が機能し, 外的状況の変化に対する適応が観察
        - 高いレベルでの制御処理は, 高いレベルでの自動処理に関連 (Ericsson & Lehmann, 1996; Logan; 1988)
  - 現実場面
    - ◇ 例…経験豊富なドライバーの目の前に突然, 鹿が現れる

- ✓ 鹿を避けるための複数の手段を選択できる
- ✓ 内的・外的状況に応じた選択 (Kelso and Zanone, 2002)
  - 選択こそが制御処理
  
- 制御処理と自動処理の関係に関するモデルを提案 (Fig.4)
  - 左下の領域：自動処理，制御処理を達成していないレベル
    - ◇ 低速，正確性が低い
  - 右下の領域：自動処理を達成しているものの，制御処理は達成していないレベル
    - ◇ 高速，正確性が低い
      - ✓ 例…素早くタイピングができるが，タイプミスが多い
  - 左上の領域：制御処理は達成しているものの，自動処理は達成していないレベル
    - ◇ 低速，正確性が高く，努力を要す
      - ✓ 例…我流のタイピング
  - 右上の領域：エキスパートレベル
    - ◇ 高速，正確性が高い，柔軟性
  - 左下の領域から，右下や左上の領域を経由し，右上の領域に到達
  - 制御処理と自動処理で構成されるスキルは複数存在
  
- エキスパートレベルでは，認知が調整
  - プランニングやモニタリングに基づく予測や行動の修正 (Ericsson & Lehmann, 1996; Logan, 1988)
    - ◇ 柔軟性を制御処理が担う
  
- 今後は，別のタイプの課題を用いて，提案したモデルについて詳細に検討

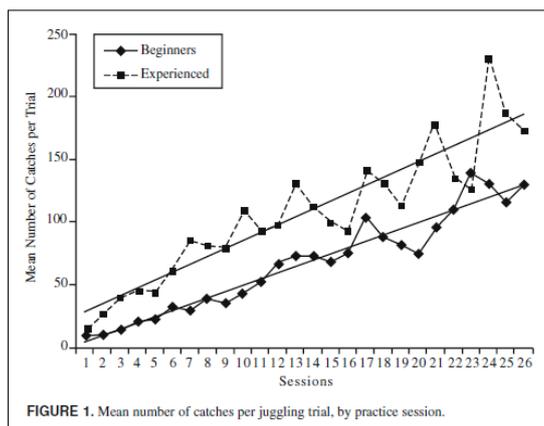
■補足



バウンスジャグリング

※ YouTube: Bertan Canbeldek Bounce Juggling Act  
<URL: <https://www.youtube.com/watch?v=S8riQFs8waA>>

■Figure



※Training phase と練習セッション，合計 26 セッションによる記録

