視覚的情報の付加がトラッキング課題において 生成される運動に及ぼす影響

○上田彩子¹, 井関龍太¹, 葛森英史^{1*}, 勝原摩耶¹, 熊田孝恒^{1, 2}

(¹理化学研究所 理研BSI-トヨタ連携センター・²京都大学)

キーワード: 視覚運動協応・トラッキング・予測的制御

Influence of additional visual information on finding center of object in visuomotor tracking task

Sayako UEDA¹, Ryuta Iseki¹, Eishi TSUTAMORI^{1*}, Maya KATSUHARA¹ and Takatsune KUMADA^{1, 2}

(¹RIKEN BSI-Toyota Collaboration Center, RIKEN Brain Science Institute., ²Kyoto University)

Key Words: visuomotor coordination, tracking task, anticipatory control

目 的

環境イベントに対応した適切な運動を生成するうえで、視覚運動協応は重要である。視覚運動協応のメカニズムを検討する代表的な課題に、運動するターゲットをマウスやジョイスティックなどの入力装置でコントロールできるエフェクターで追跡する(トラッキング)課題がある。発達性協調運動障害を対象とした、トラッキング課題を用いた先行研究において、ターゲットの挙動の短期の予測を可能にさせるような先行する付加刺激が、運動制御のフィードフォワードプロセスに影響する可能性が示唆されている(de Oliveira & Wann, 2010)。短期予測を可能にする付加刺激が運動制御の違いをもたらすのであれば、トラッキング課題において生成される運動パフォーマンスに影響を及ぼす可能性がある。しかしながら、これまでのトラッキング課題を用いた研究では、課題に関連する視覚情報の付加が、生成される運動パフォーマンスのどのような側面に影響をあたえるのか明らかにされていない。そこで本研究では、ターゲットの挙動に対し、性質の異なる視覚的情報(先行、もしくは後追い)を付加する条件を設定し、それぞれがトラッキングパフォーマンスに与える影響を明らかにすることを目的とした。

方 法

実験参加者 29名(女性18名, 平均年齢20.9歳, $SD=1.32$, 全員右利き)が参加した。

刺激 ターゲット, エフェクター, 付加刺激として, 視角 1×6 または 1×12 度の長さの線分, および視角 1×0.1 度のポイントを設定した。

実験デザイン 付加刺激の挙動に関して, 3条件: 付加刺激なし条件, 先行条件(プレディクター条件), 後追い条件(チェイサー条件)を設定した。プレディクター条件およびチェイサー条件では, ターゲットとの時間差として, 3段階の条件(500ms, 1s, 2s)を設定した(Fig. 1)。

手続き 実験は個別で実施した。刺激は実験参加者の前に設置されたパソコンモニタ上に提示した。参加者の課題は, ジョイスティックを用いて, ターゲットの下に表示されたエフェクターを左右方向にコントロールし, 正弦波の合成により左右運動が表現されたターゲットの中央を, エフェクターの中央で, できるだけ滑らかかつ正確に追跡することであった。参加者には, ターゲットの上に付加刺激が提示される場合のあること, 付加刺激の挙動は, ターゲットを先行する場合と, ターゲットを追ってくる場合があることを伝え, 課題に取り組むうえで, これらの付加情報を利用するか否かは自由とした。トラッキングの正確さの指標としてターゲットの中央とエフェクターの中央間のズレ(トラッキングエラー), 滑らかさの指標としてジャーク(加速度の時間変化率)を算出した。

Fig1. 各条件のターゲットと付加刺激の挙動

結 果 と 考 察

プレディクター条件とチェイサー条件は, ターゲットの挙動からの時間差の度合いは同じで, その方向のみが異なる。そのため, 付加刺激の持つ情報のうち, 予測を可能にする成分のみが運動制御の違いをもたらすのであれば, プレディクター条件でのみ, トラッキングパフォーマンスに違いが認められるはずである。これを検討するため, 平均トラッキングエラー, ジャークを従属変数とし, それぞれ1要因被験者内分散分析を実施した結果, ジャークでのみ付加刺激の条件の主効果が認められ($F_{(6, 168)} = 9.52$, $MSe = 0.02$, $p < .01$), 多重比較の結果, 2s 先行条件で, ジャークが有意に小さいことが示された($p < .05$) (Fig. 2)。ターゲットの挙動に対し, 2s 先行するプレディクターの存在は, トラッキングを行う際の運動制御のフィードフォワードプロセスに影響を及ぼすことで, 予測的制御を可能にし, 生成された運動に影響を与えたと考えられる。こうした予測的制御による効果は, トラッキングパフォーマンスの「正確さ」ではなく, 「滑らかさ」という側面で表出すると考えられる。時間差2sのプレディクター条件のみでパフォーマンスに変化が生じたことから, 課題の予測的制御を可能にする最適のプレディクタータイミングが存在する可能性がある。

Fig 2. 各条件で生成されたトラッキングパフォーマンス

* 現所属 北海道教育大学