

課題非関連なフィードバックによる 反応の促進は刺激-反応関係に依存する

(旧題：課題非関連なフィードバックによる反応の促進は運動に依存する)

田中 拓海¹ · 渡邊 克己² · 田中 観自³

¹ 慶應義塾大学大学院社会学研究科 · ² 早稲田大学理工学術院 · ³ 九州大学基幹教育院



背景

行動によって即時的なフィードバックが生じるとき、たとえそれが課題とは無関連であっても、その反応は促進される¹ (右図)。

この効果はフィードバックの有無だけでなく、行動とフィードバック間の時間的距離^{1, 2} や随伴性に依存³

→ 先行研究では動機づけの向上や行動結果の報酬価を仮定⁴ 一方、この説明の妥当性や具体的なメカニズムは未検討

◎ Eitam et al. (2013)

1つずつ落下するターゲット (赤円) の出現位置に応じたキーをできるだけ早く押す。



反応時間 (RT)

反応に対するフィードバック (=ターゲットの消失) が即時に与えられた参加者 < 遅延後に与えられた参加者



課題非関連なフィードバックは、どのような処理によって行動を促進させるのか？

目的と仮説 | 4つのメカニズムの検討

H0：課題全体に対する動機づけの向上

「フィードバックがあるほうが実験自体にやる気が出る！」

H1：刺激のみに依存した反応促進

「この刺激に反応すると何かが起こる！」

H2：運動のみに依存した反応促進

「このキーを押すと何かが起こる！」

H3：刺激-反応関係に依存した反応促進

「この刺激に対してこのキーを押すと何かが起こる！」

結論 | 一連の実験の結果は H3 を支持

同一課題ブロック内でも促進効果による差が見られた。

→ 先行研究の動機づけによる説明は不支持

特定の刺激や運動にフィードバックが伴うだけでは促進は生じない。

→ 単なる報酬的役割によっても説明困難

反応選択に関わる刺激特徴と結びついたフィードバックがその刺激-反応処理を促進

この知見は刺激-反応-結果が集合的に符号化されるとする事象符号化理論 (Theory of event coding)⁵ に合致。反応に際して結果 (フィードバック) の予測が生じることで刺激-反応連合の活性化を促進している可能性がある。

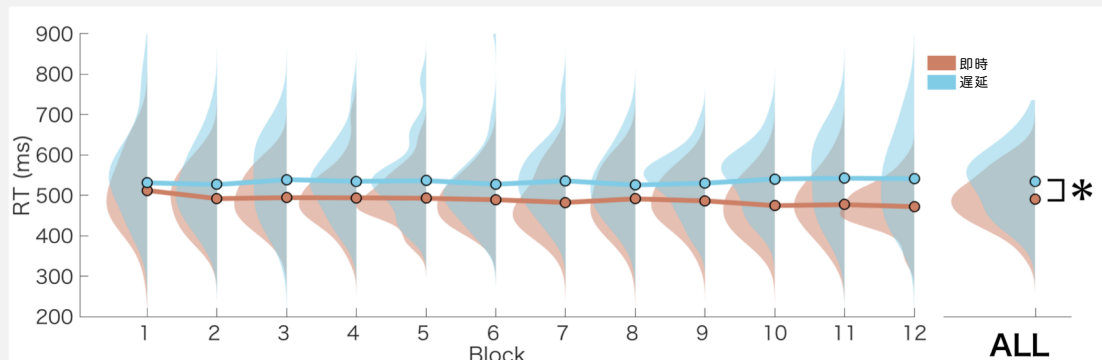
実験1 フィードバックの効果は再現できるか？

Eitam et al. (2013) の手続き (右上図) を用いて、再現実験を実施

参加者内計画 (即時/遅延条件群 各 $n = 24$, $M_{age} = 21.3 \pm 2.7$)

40 × 12ブロック = 480試行

両群においてフィードバックは反応の速度や正誤に関わらず提示



2 (即時 vs. 遅延) × 12 (ブロック) の2要因混合ANOVAの結果、即時条件では遅延条件よりRTが短かった ($F(1,44) = 5.63$, $p = .022$).

即時フィードバックによる促進効果を再現

実験2 刺激特徴に依存した反応促進は生じるか？

赤色か緑色のターゲット刺激を各位置にランダムな順番で提示

いずれかの色はキー押し直後に消失
もう一方の色は600ms後に消失

参加者内計画 ($N = 24$, $M_{age} = 20.1 \pm 1.1$)

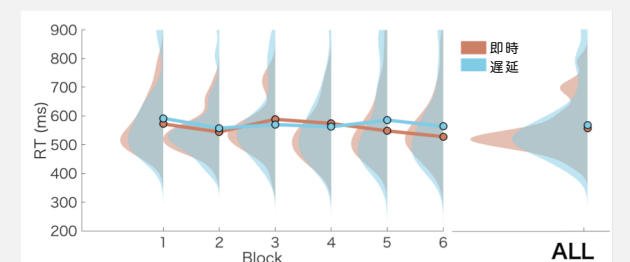
80 × 6ブロック = 480試行

2 (即時 vs. 遅延) × 6 (ブロック) の2要因参加者内ANOVAの結果、いずれの主効果および交互作用も見られなかった ($ps > .10$, $n.s.$).

ただし、実験2における色は反応とは無関連 = 弁別は不必要

→ 実験4へ

※実際のターゲットの提示は1つずつ。



刺激依存の反応促進を棄却

H0 H1 H2 H3

実験3 運動に依存した反応促進は生じるか？

4つのキーのうち、予め決められた2つのキーのいずれかを押した場合はターゲットが即時に消失
残りの2つのキーのいずれかを押した場合には600msの遅延の後に消失

参加者内計画 ($N = 24$, $M_{age} = 20.8 \pm 1.7$)

80 × 6ブロック = 480試行

2要因参加者内ANOVAの結果、

RTは 即時条件 < 遅延条件

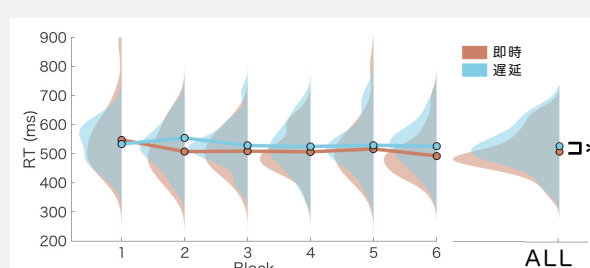
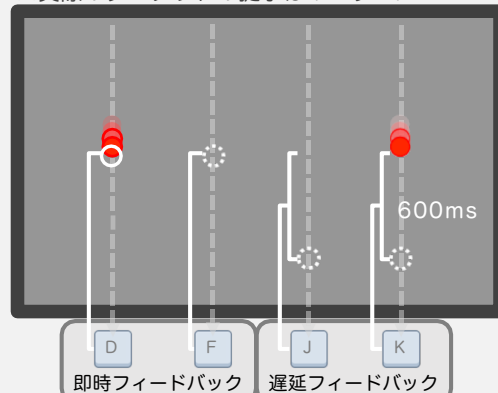
($F(1,23) = 9.35$, $p < .01$).

同一課題内の条件差 → H0を棄却

ただし、実験3では位置 = 運動

→ 実験4へ

※実際のターゲットの提示は1つずつ。



運動依存の反応促進を支持？

H0 H1 H2 H3

実験4 反応促進は運動のみに依存するか？

4つの位置のいずれかに
右向きあるいは左向きの矢印が出現
出現位置から矢印方向に隣り合ったキーを押すことが求められた。
いずれかの方向の矢印は即時に消失
もう一方の方向は600ms後に消失

参加者内計画 ($N = 24$, $M_{age} = 20.6 \pm 1.7$)

80 × 6ブロック = 480試行

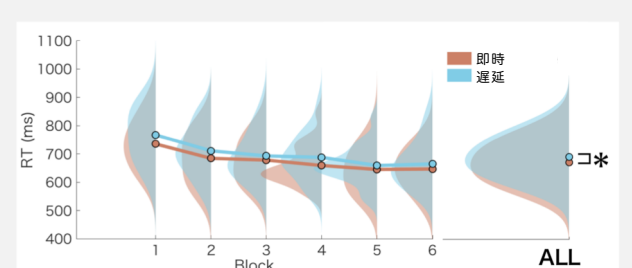
2要因参加者内ANOVAの結果、

RTは 即時条件 < 遅延条件

($F(1,23) = 9.35$, $p < .01$).

同一の運動でも、反応する刺激によってRTが変化 → H2を棄却

※実際のターゲットの提示は1つずつ。



刺激-反応依存の促進を支持！

H0 H1 H2 H3

¹ Eitam, B., Kennedy, P. M., & Higgins, E. T. (2013). Motivation from control. *Experimental Brain Research*, 229 (3), 475-484.

² Karsh, N., Eitam, B., Mark, I., & Higgins, E. T. (2016). Bootstrapping agency: How control-relevant information affects motivation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 145 (10), 1333.

³ Karsh, N., & Eitam, B. (2015). I control therefore I do: Judgments of agency influence action selection. *Cognition*, 138, 122-131.

⁴ Penton, T., Wang, X., Coll, M. P., Catmur, C., & Bird, G. (2018). The influence of action-outcome contingency on motivation from control. *Experimental Brain Research*, 236 (12), 3239-3249.

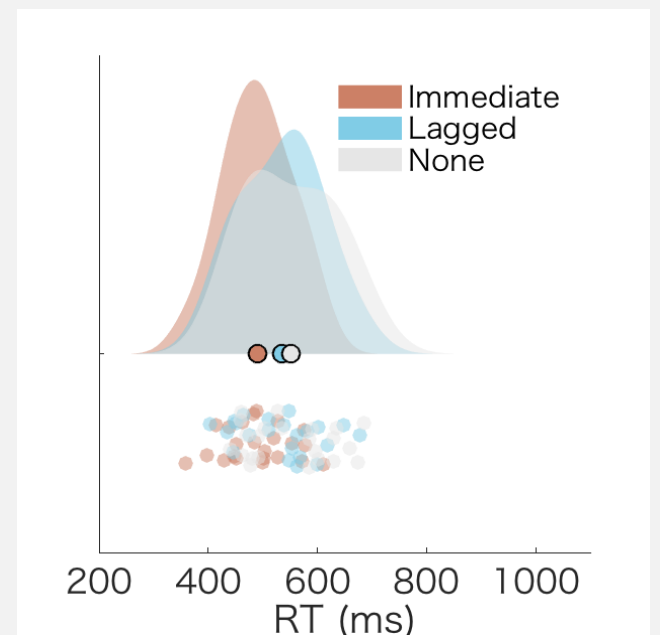
⁵ Hommel, B., Musseler, J., Aschersleben, G., & Prinz, W. (2001). The theory of event coding (TEC): A framework for perception and action planning. *Behavioral and Brain Sciences*, 24 (5), 849-878.

Q 即時フィードバックによる促進か？遅延フィードバックによる抑制か？

Eitam et al. (2013)+本研究実験1において..

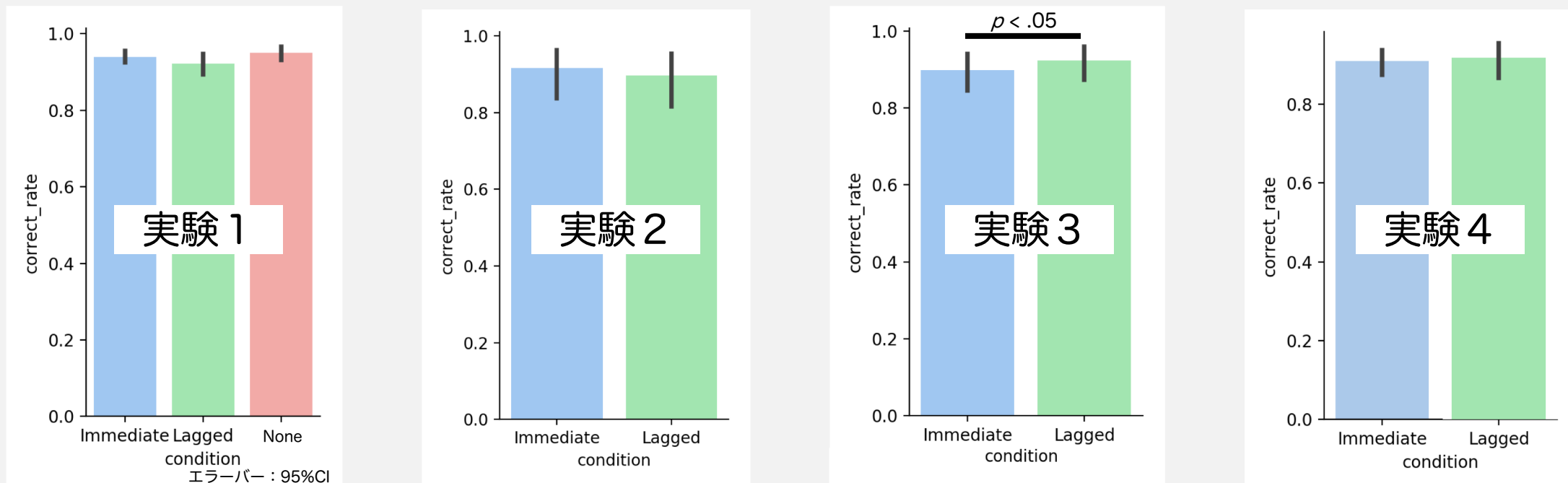
RT : 即時フィードバック < 遅延フィードバック = フィードバックなし
(ターゲット消失しない)

A. 即時フィードバックが反応を促進



Q 正確性と速度のトレード・オフは生じているか？

実験3のみにおいて、正反応率は 即時フィードバック < 遅延フィードバック



A. フィードバックが反応選択の正確性にも影響する可能性はあるが、
反応時間の短縮はトレード・オフだけでは説明できない。

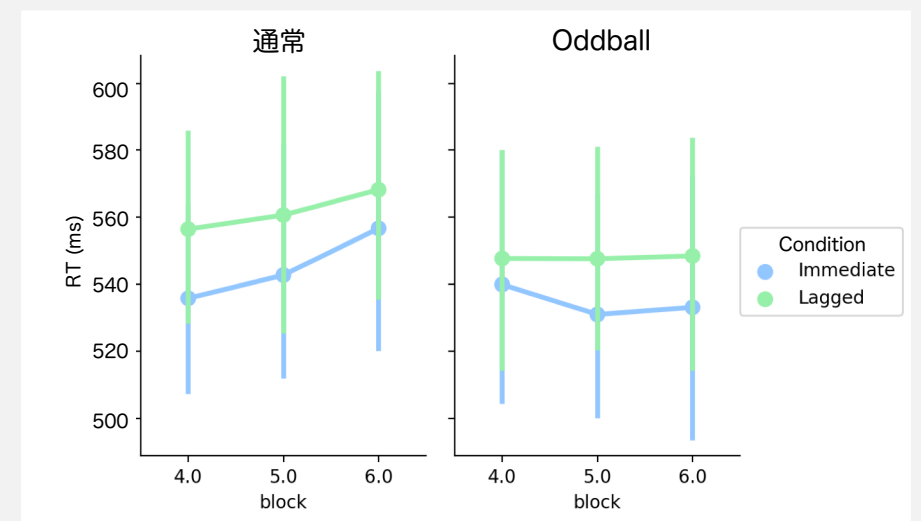
実験α 反応選択に関わらない刺激特徴と運動の間に生じた反応促進は、他の刺激特徴にも汎化するか？

* 基本的には実験3と同様にキーによって即時/遅延が決まるが、
低確率で位置/反応に関わらず中間の300msで消える緑色のoddball刺激を提示

実験参加者は一度も緑の刺激を即時/遅延で消した経験をもたないが、
どのキーによって反応するかによってRTが変わるか？

参加者内計画 (N = 24, M_{age} = 21.3±2.7)
40 × 12ブロック = 480試行

2 (即時 vs. 遅延) × 2 (通常 vs. oddball) × 3 (ブロック) の3要因混合ANOVAの結果、
Effectとoddballの主効果が有意 (F(1,23)= 5.26, p= .031; F(1,23)= 5.342, p=.030).



Oddballに対しても、通常条件で形成されたキーによる反応の差 (促進効果) が維持された。

実験β 即時フィードバックの優位性は期待から生じているのか？

「思った通りのフィードバックがある」ことによる促進なのであれば、
遅延が通常のフィードバックだと学習することで効果が逆転する可能性がある。

➔ 600msの遅延への順応 (文脈) による即時フィードバックの効果の消失を検討。

主体判断 (「自分がボールを消したという感覚がどれくらいありましたか?」)
を各ブロックの最後に求めた。

2 (即時 vs. 遅延) × 4 (ブロック: 6/8/10/12) の2要因混合ANOVAの結果、
600msの遅延に順化させても、
即時フィードバック条件におけるRTは依然短いままであった (p < .001).
遅延とブロックの交互作用は有意にならなかった (F(3,69)= 1.822, p= .151).

主体判断も即時フィードバック条件の方が高かった (F(1,23)= 114.94, p < .001).

➔ 単に反応とフィードバックを繰り返し経験させただけでは、
顕在的な期待やコントロール感の操作としては不十分

学習 (期待) されたフィードバックが与えられることで
反応促進が生じているわけではない。

