

課題非関連な行為結果の予測性が報酬の学習に与える影響

○ 田中 拓海¹・川畑 秀明²

¹慶應義塾大学大学院社会学研究科, ²慶應義塾大学文学部
kino31513@gmail.com

背景

- * 行為選択: 個体があつ行動レパートリーの中から, "最も良い結果が予測される" 行為を選択する過程
 - ...報酬価同様 (Samejima, Ueda, Doya, & Kimura, 2005), 特定の行為と結びついた知覚結果のコード化 (Waszak, Cardoso-Leite, & Hughes, 2012)
 - 課題非関連な行為結果であっても, 高い予測可能性は動機づけや単純な課題における反応時間を促進 (e.g., Karsh, Eitam, Mark, & Higgins, 2016)
 - 予測との不一致はエラー時と類似した処理を駆動 (Band, van Steenbergen, Ridderinkhof, Falkenstein, & Hommel, 2009)

⇨ 報酬的側面以外の行為結果の予測が報酬の学習に与える影響は未検討

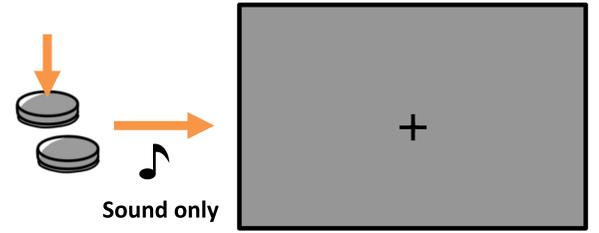
目的: 強化学習課題において, 報酬価を伴わない行為結果の予測性が選択に与える影響を明らかにする

方法

実験参加者: 21名 (女性 10名, 平均年齢 22.17 ± 1.64 歳)

◎ “行為-結果”連合課題 (200試行)

左 / 右のキー押し → それぞれ異なる周波数 (300Hz/1000Hz) の音のフィードバック
教示「2つのキーをできるだけランダムな順番で押してください」



◎ 強化学習課題

① トレーニング・フェイズ (学習成績により240~360試行)

6通りの刺激対のうちいずれか1対の無意味図形を提示
キー押しによる選択 → 緑 / 赤の視覚刺激による報酬 / 罰のフィードバック

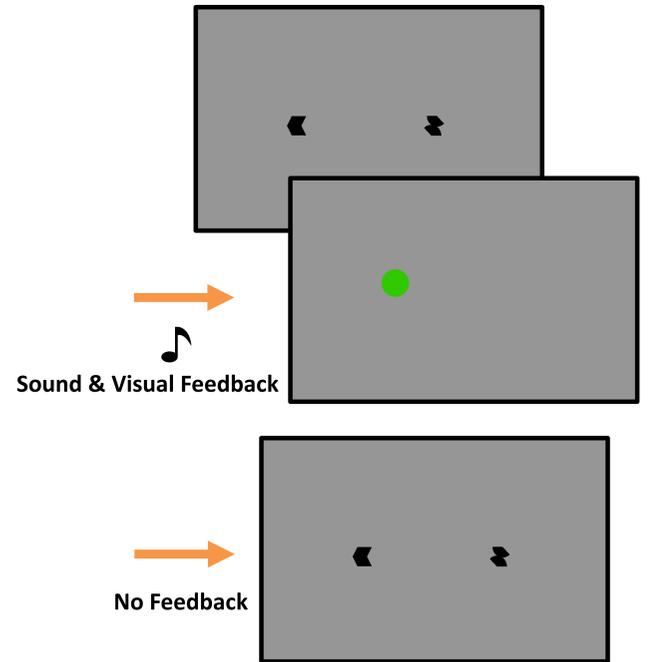
* 報酬フィードバックと同時に課題非関連な聴覚刺激をフィードバック

→ 刺激対により異なる予測性条件 (各条件 3対=6刺激)

Predictable 条件: 常に連合課題において押したキーに対応していた音をフィードバック

Unpredictable 条件: 基本的には押したキーに対応していた音がフィードバックされるが, 約35%の確率で押していないキーに対応していた音をフィードバック

各予測性条件が含む刺激の報酬確率はそれぞれ, 80%, 70%, 60%, 40%, 30%, 20%



② テスト・フェイズ (132試行)

成立可能な全ての組み合わせ (${}_{12}C_2 = 66$) をランダム順に2回ずつ提示
選択完了後に視覚刺激・聴覚刺激のフィードバックはナシ

結果・結論

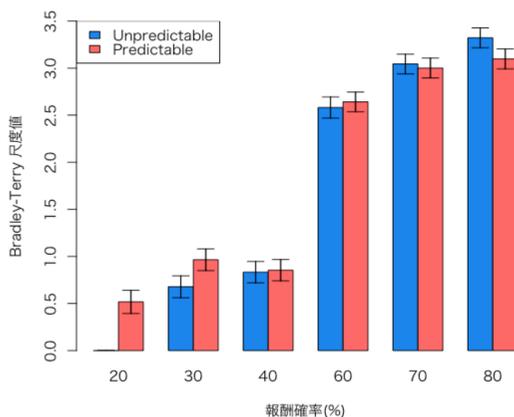
✓ 一対比較法による尺度値推定

全選択結果を用いたBradley-Terry法の一対比較による各条件の刺激の尺度値の推定

- * 報酬確率が低い刺激において, 予測性が低いときに選択されにくかった (Unpredictable20% vs. Predictable20%: $z = 4.46, p < .001$)

⇨ 最も報酬確率が高い刺激においてのみ, 予測性が低いほうが選択回数が多かった (Unpredictable80% vs. Predictable80%: $z = 2.50, p < .05$)

- = 予測と食い違う行為結果の知覚による
 - ・ 罰をもたらす選択肢の価値の低下,
 - ・ 報酬をもたらす選択肢の価値の上昇

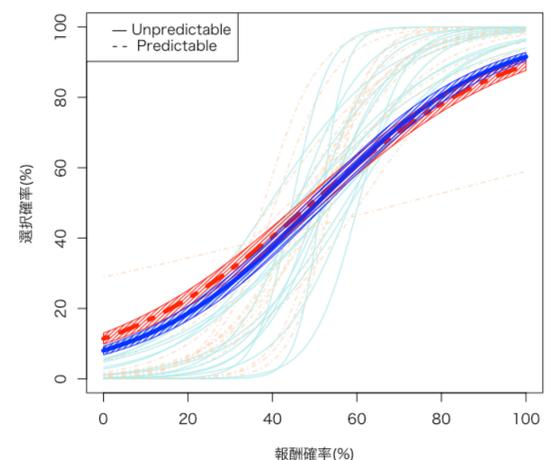


✓ GLMMによるロジスティック回帰

一般化線形混合モデルを用いた選択の予測

- ・ 応答変数: 選択 (二項分布に従うと仮定)
- ・ リンク関数: ロジット
- ・ 説明変数: 報酬価・予測性条件およびその交互作用
- ・ 変量効果: 参加者要因・対提示された図形・左右の提示位置のランダム切片

効果	係数	Wald 検定
切片	-1.78	$p < 0.001$
予測性	-0.38	$p = 0.596$
報酬価	0.51	$p < 0.001$
予測性 × 報酬価	0.10	$p < 0.001$



✓ 選択行為に伴って予測に反する結果が生じたとき, たとえそれが報酬についての情報を伴っていない場合でも, その行為によって得られた報酬 / 罰の認知・学習が変容

✓ 予測と不一致な行為結果は, 報酬価が低い選択肢の選択率をより低下させ, 報酬確率が高い選択肢の選択率を増加させる → 特に罰の学習において顕著?

✓ 予測との一致が行為選択の適切さの潜在的手がかり

⇨ 不一致な結果の検出は他の情報 (e.g., 報酬価) の処理を促進する可能性

* 予測不一致刺激による注意の引きつけなどを考慮したメカニズムの検討も必要。