

ネットワーク囚人のジレンマにおける成功者模倣戦略と満足化戦略：ネットワーク互恵性モデルの批判的検討

高橋龍, 大坪庸介 (東京大学大学院人文社会系研究科)

Introduction

ネットワーク互恵性モデル (Ohtsuki et al., 2006)

- ネットワーク構造下で協力の利益 (b) がコスト (c) に対して十分に大きい場合に協力の増加を予測する理論

表 1. ネットワーク構造下でのPDゲームの利得構造

		4人の近傍 ($k=4$)のうち				
		0人が協力	1人が協力	2人が協力	3人が協力	4人が協力
自分が	協力	-4 (-4)	2 (0)	8 (4)	14 (8)	20 (12)
	非協力	0 (0)	6 (4)	12 (8)	18 (12)	24 (16)

オレンジの数字は $b/c=6$ の利得を, () 内の青の数字は $b/c=4$ の利得を表す.

- $k < b/c$ のとき, 協力が増加すると予想 (図 1)

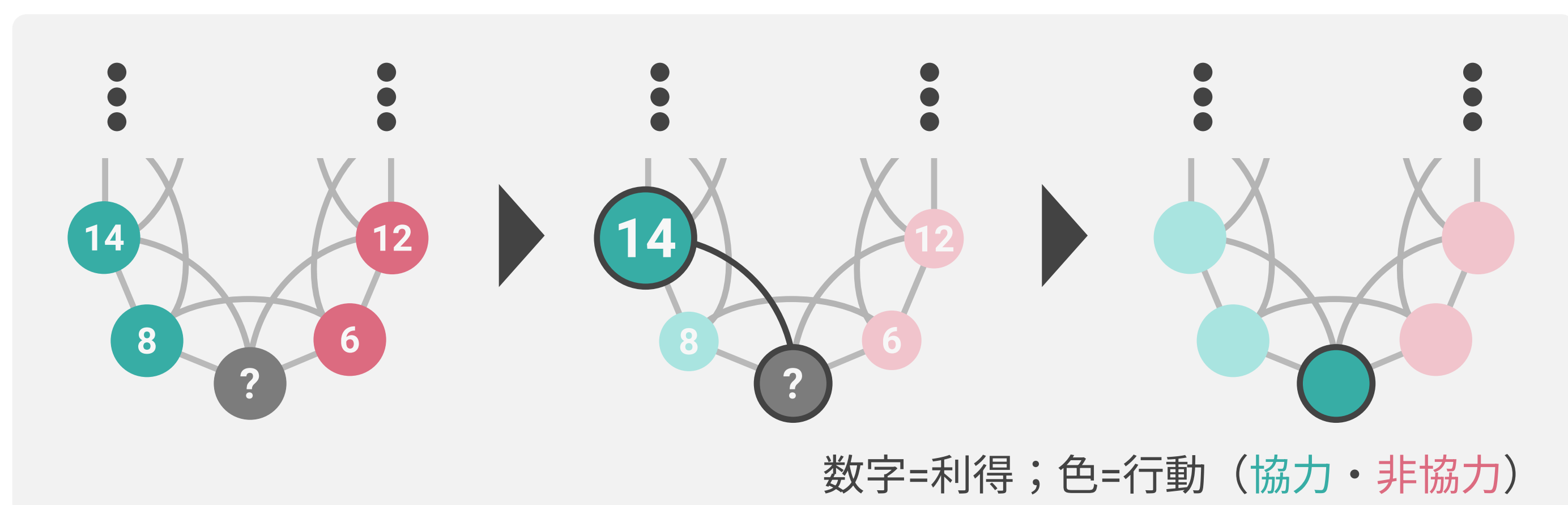


図 1. 成功者模倣を仮定すると $k < b/c$ で協力者が増加 ($k=4, b/c=6$)

- 近傍の成功者を模倣する成功者模倣を仮定 (図 2)

```
# 成功者模倣 (自分を含む近傍の中で最大の利得を得ている者の行動を模倣)
self.next_action = self.max_payoff_neighbors_action
```

図 2. ネットワーク互恵性理論が仮定する成功者模倣のアルゴリズム

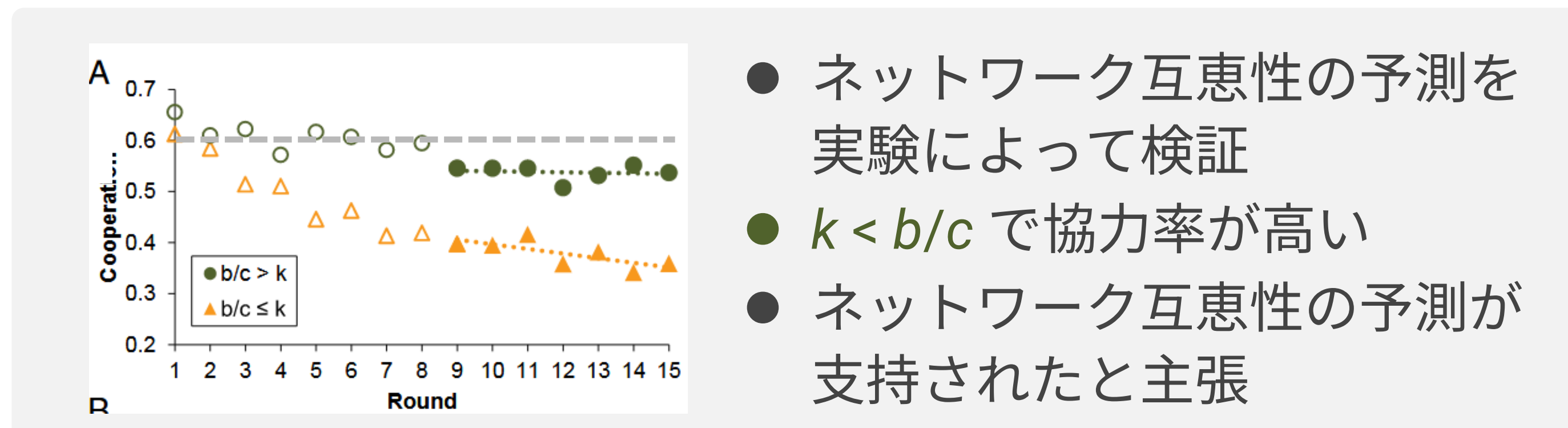


図 3. Rand et al. (2014) の実験結果

- Rand et al. (2014) の結果は他の戦略でも再現される可能性
 - $k < b/c$ では, 近傍に一人でも協力があれば利得は正
 - 利得が正なら協力を継続する満足化戦略 (図 4) と比較

```
# 満足化戦略 (協力をして利得がプラスであれば協力のまま)
if self.payoff < 0: self.next_action = "defect"
```

図 4. 満足化戦略のアルゴリズム

Study 1: エージェント・ベース・シミュレーション

Method

- パラメータ: $N = 25, k \in \{2, 4, 6\}, b/c \in \{2, 4, 6\}$
- エージェントの初期の協力率: 0.6

Results

- Rand et al. (2014) の実験結果 (図 3) に近いのは満足化戦略の結果 (図 5)
- 人間は成功者模倣戦略を採用していない可能性

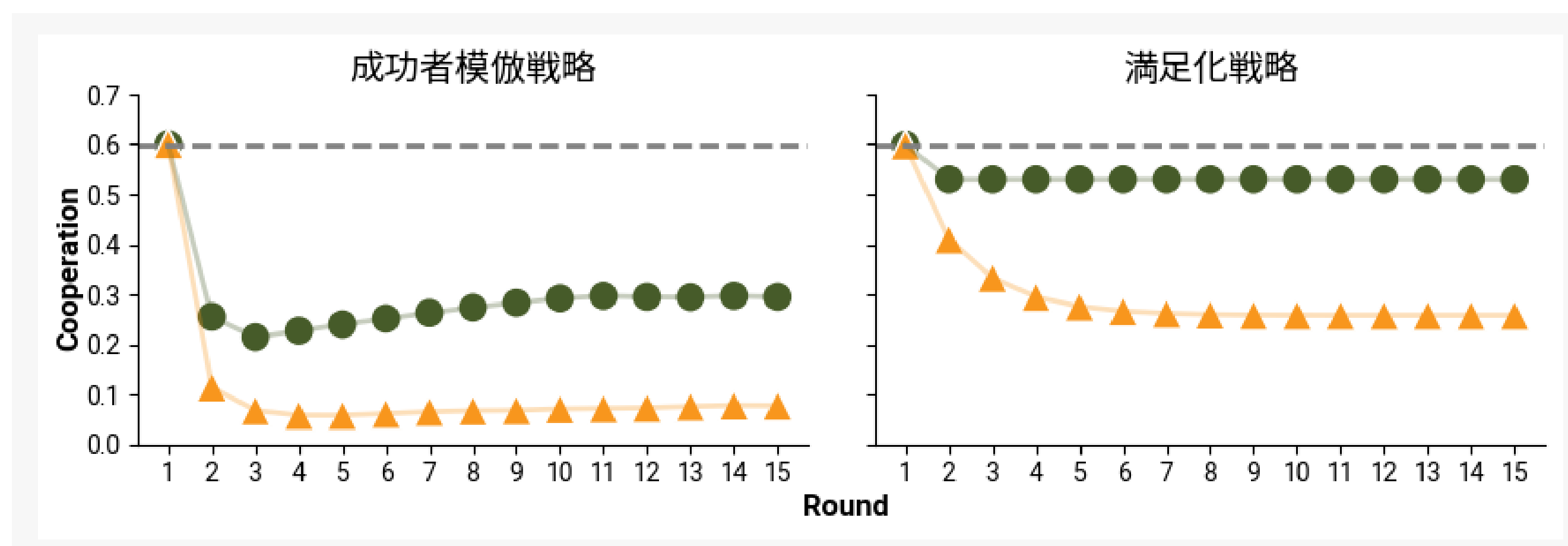


図 5. 成功者模倣戦略, 満足化戦略が予測する協力率の変化

Study 2: オンライン実験

Method

- $k=4$ のサークル型ネットワーク ($N=111, 10$ sessions)
- 実験条件 ($2 \times 3 = 6$ 水準)
 - 2 要因 (b/c : 参加者間要因)
 - 3 要因 (情報条件: 参加者内要因; 図 6)

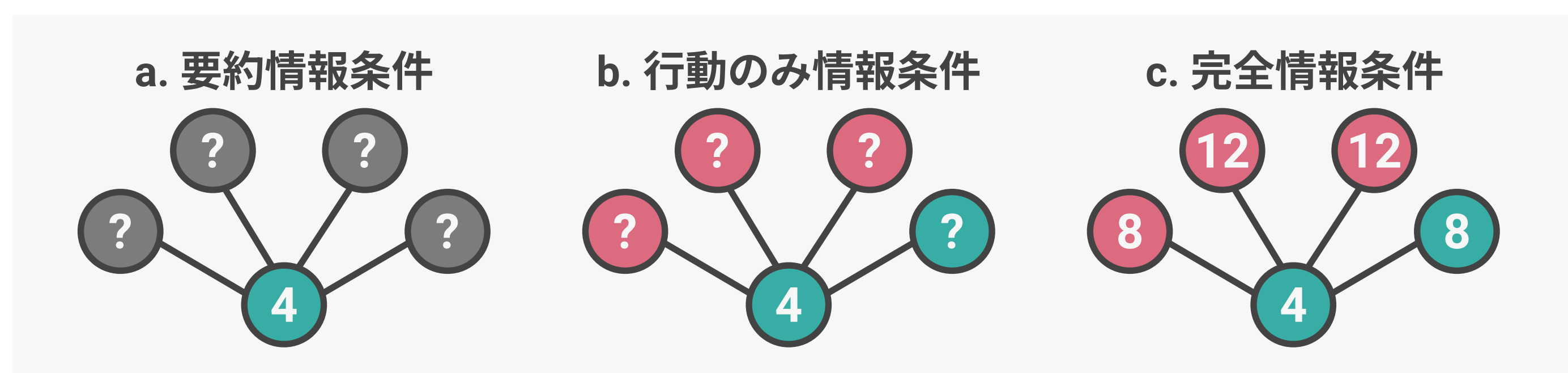


図 6. 実験の画面と, 各条件の概要図 ($k=4, b/c=4$)

Results

- b/c , 情報条件によって協力率に変化なし (図 7)
- (利得が正) \times (協力を選択) の交互作用が有意 (表 2)
 - 満足化戦略ルールが次の行動を説明した

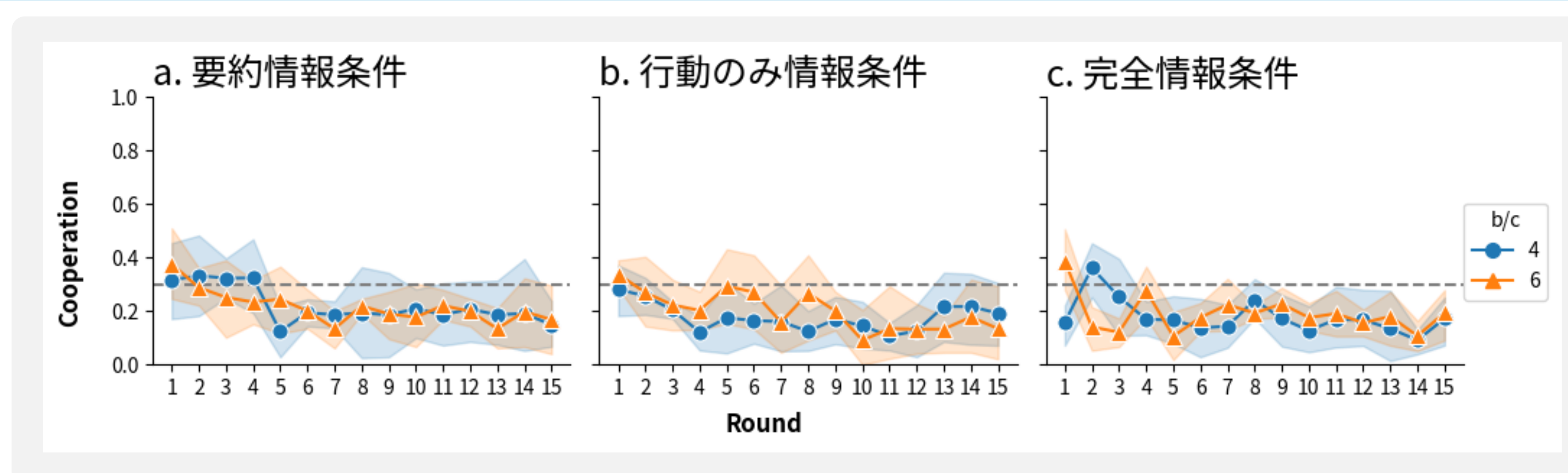


図 7. 条件別の協力率の遷移

表 2. $t+1$ の行動 (C_{t+1}) を従属変数としたロジスティック回帰分析

	Coef.	Std.Err.	t	p-value	95% CI
Intercept	0.13	0.01	12.6	< .001	[0.11, 0.15]
(a) Payoff_t^+	0.01	0.01	0.6	.54	[-0.03, 0.02]
(b) C_t (時点 t での協力)	0.30	0.02	15.6	< .001	[0.26, 0.33]
(a) \times (b)	0.14	0.03	4.7	< .001	[0.08, 0.19]
Most Successful's $C_t^\#$	0.10	0.07	1.3	.20	[-0.24, 0.05]

$^+$ 時点 t の利得が正の場合 1, それ以外で 0 を取る変数

$^\#$ 自身を含む近傍で最大利得を得ている者の時点 t の行動が協力の場合 1, 非協力の場合 0

Discussion

本研究の示唆

- 人々は協力の選択において満足化戦略を採用
- 協力行動の社会学習は成功者模倣ではない可能性

本研究の限界

- 協力率が先行研究よりも著しく低い
- 情報条件間の差異を検出することができなかった