

ネットワークにおける局所的互恵性による協力行動の維持： Rand et al. (2014) の実験結果を生み出すメカニズムの検討

高橋龍 (Ryu Takahashi), 大坪庸介 (Yohsuke Ohtsubo) (所属：東京大学大学院人文社会系研究科)

Abstract

- ネットワーク互恵性は、固定された関係性に埋め込まれたエージェント間の協力の進化を説明する
- Rand et al. (2014) はネットワーク互恵性の予測を実証的に検証し、それを支持する結果を報告
- しかし本シミュレーション研究の結果、Rand et al. (2014) の実験結果は、ネットワーク互恵性が前提とする成功者模倣戦略 (近傍の中で利得が最も高い個体の行動を模倣) よりも、むしろ満足化戦略 (自分の利得が正なら協力を継続) によって説明される可能性が示された

Introduction

- **ネットワーク互恵性と協力の進化** (Nowak, 2006)
 - 成功者模倣戦略 (図1) を前提に協力の増加を予測
 - 近傍の数 k よりも、協力の効率 (コスト c と利益 b の比: b/c) が大きい ($k < b/c$) 時、協力が進化すると予測 (Ohtsuki et al., 2006)

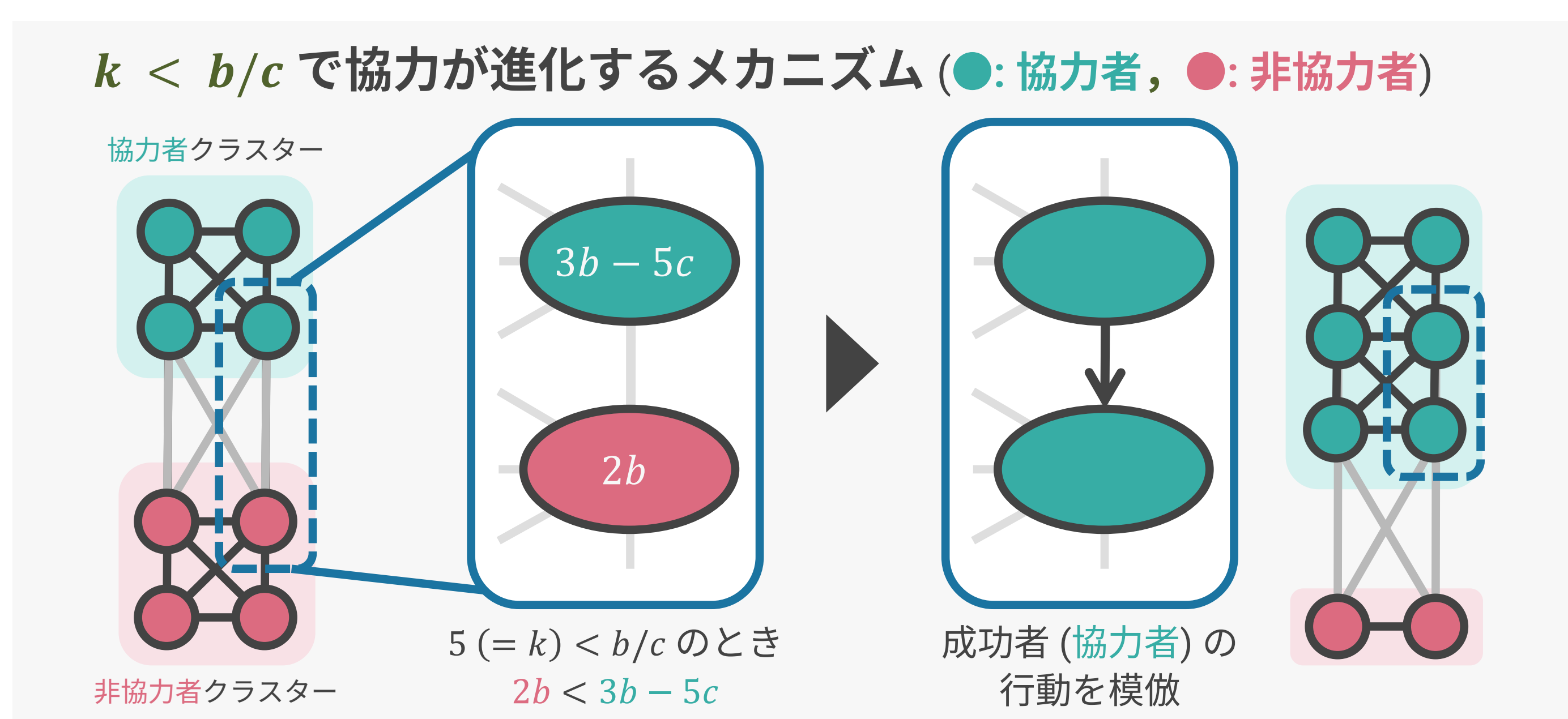


図1. ネットワーク互恵性の概念図 (協力者クラスターの拡大)

- **Rand et al. (2014) のネットワーク互恵性実験**
 - 検証方法：近傍の数 k と協力の効率 b/c を操作
 - 結果： $k \geq b/c$ 条件よりも、 $k < b/c$ 条件の方が協力者が多かった → 予測を支持

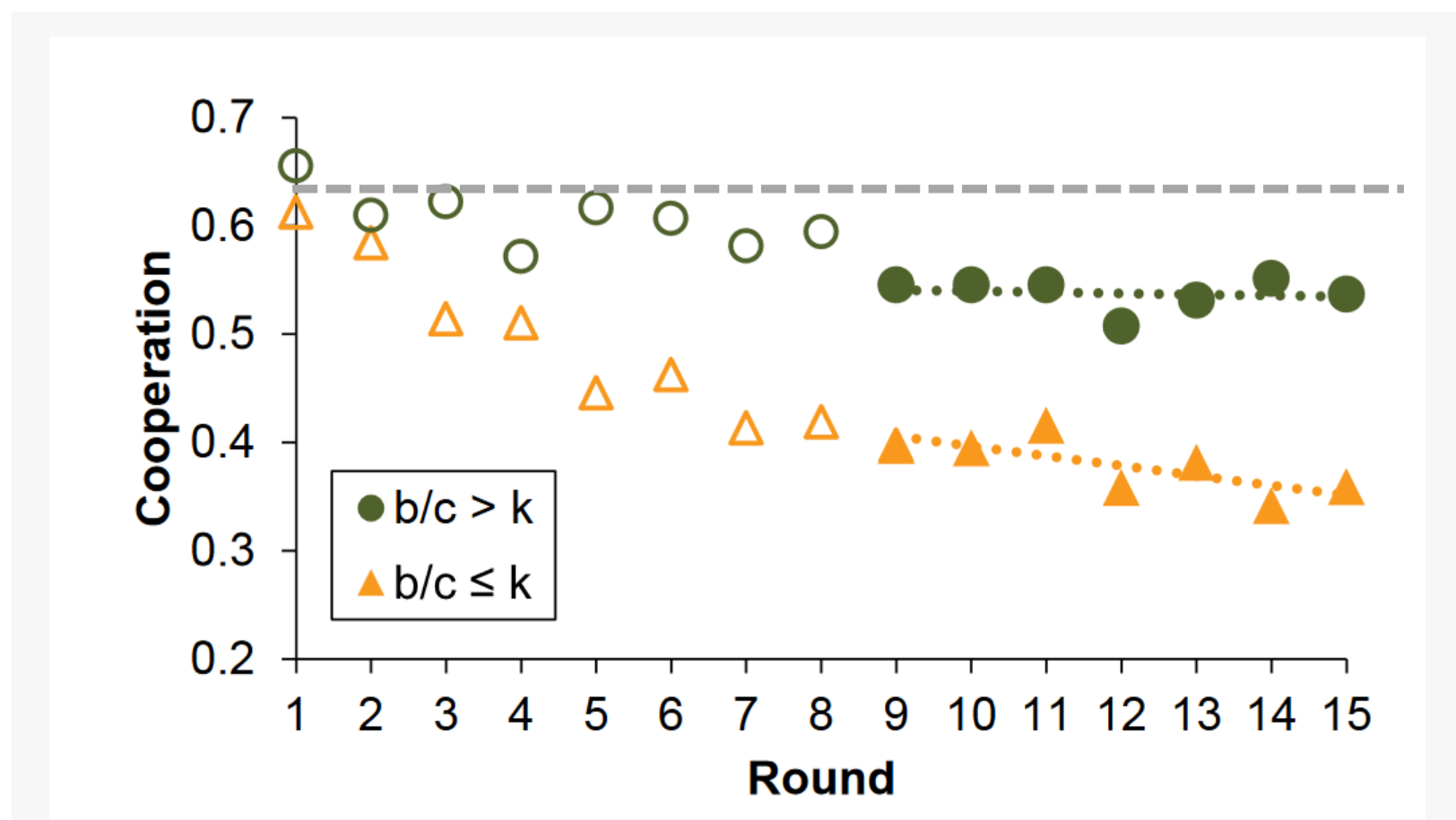


図2. ラウンド毎の協力率の変化 (Rand et al. (2014) の Fig. 3A より引用)

- しかし、 $k < b/c$ という条件は通常のPDよりも協力の効率が良いため、この結果は満足化戦略 (図3) でも説明されるかもしれない

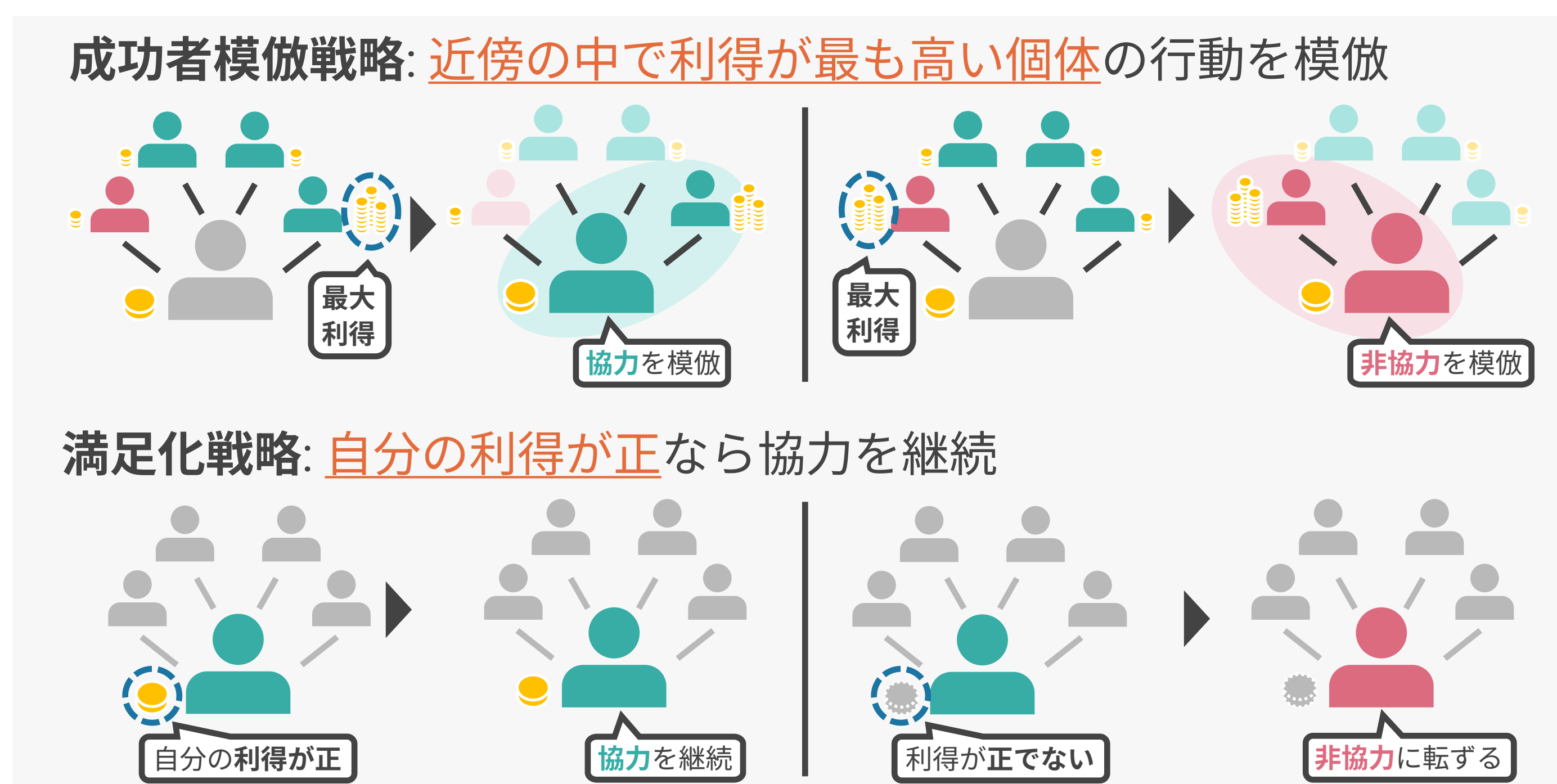


図3. 成功者模倣戦略と満足化戦略の概要

- $k < b/c$ の場合、近傍に一人でも協力者がいれば自分の利得は常に正 → 協力が維持されやすい

Method

シミュレーション | Rand et al. (2014) の実験状況で戦略を操作

- **行動**: 自身の戦略に基づき、協力 or 非協力を選択
 - 協力: 近傍一人あたり $c = 1$ (i.e., 合計 k) のコストを払って、近傍の一人ひとりに利益 b/c を与える (図4)
- **行動の更新**: 全個体の利得を計算した上で、各個体は自身が採用する行動戦略 (成功者模倣 vs. 満足化) に基づいて次のラウンドの戦略を決定
- **パラメータ**: $N = 25, k \in \{2, 4, 6\}, b/c \in \{2, 4, 6\}$

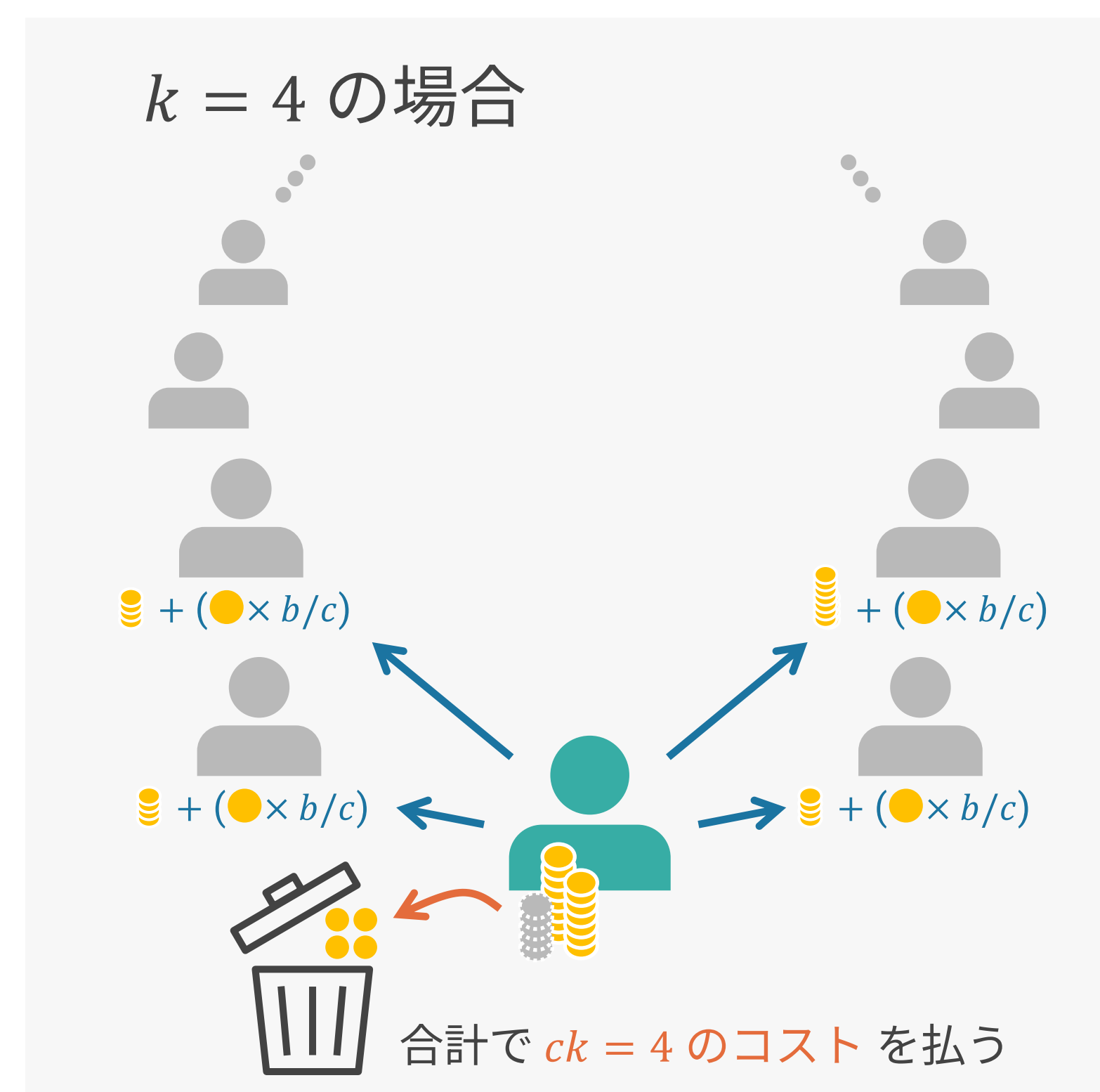


図4. 人の視点から見たシミュレーション状況

協力者は近傍一人あたり $c = 1$ のコストを支払い、相手に b/c の利益を与える (i.e., 合計で近傍の数 k だけコストを払う)。

Results

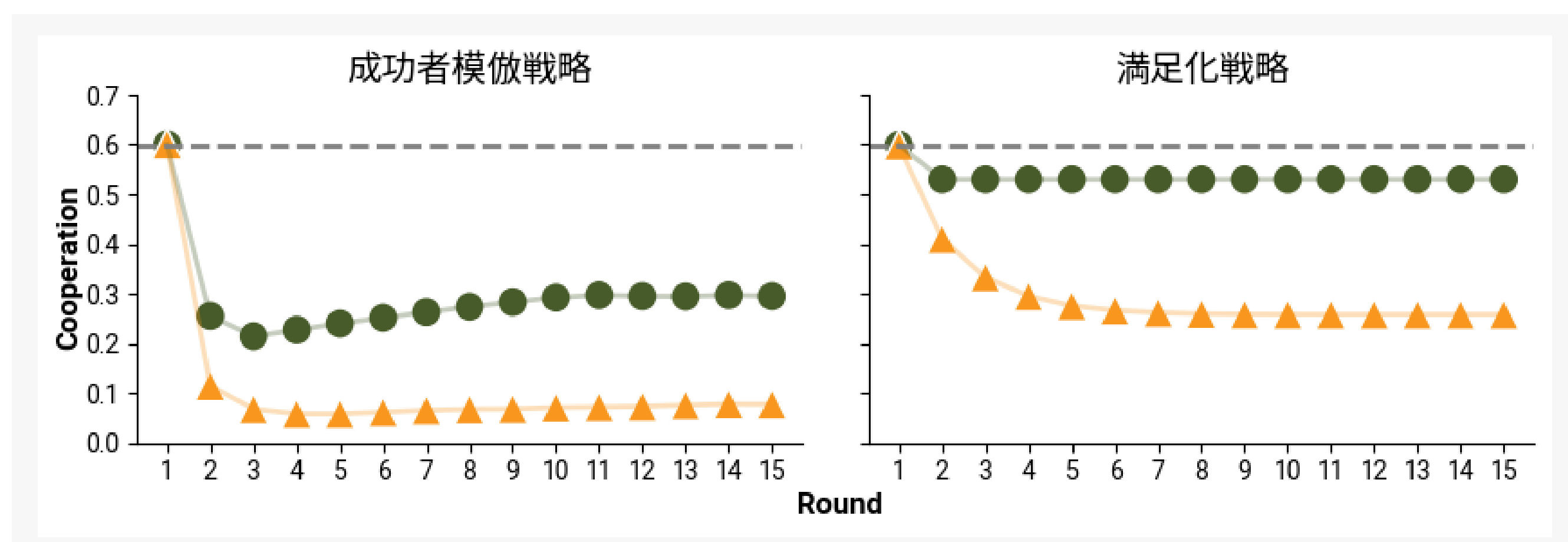


図5. 成功者模倣戦略、満足化戦略が予測する協力率の変化 → 満足化戦略の結果の方が Rand et al. (2014) の実験結果 (図2) に近い

Discussion

- 本研究はヒトの行動にネットワーク互恵性が当てはまるかを検討
 - 満足化戦略を用いたエージェントによる結果の方が、Rand et al. (2014) の実験結果に近かった
 - 固定された関係性のもとでヒトが (非) 協力をを選択する基準は、成功者模倣ではない可能性を示唆
- 本研究は静的な (i.e., つながる相手の変化しない) ネットワークを前提として検証した
- 今後は、動的な (i.e., つながりが変化し続ける) ネットワークではどのような条件で協力者クラスターが生成されるのかを検討する予定