

値は使用するデータセットの No. で、行頭の()内の値はプログラムの行番号である。

シミュレーションでは 3635 ステップまで双方が裏切りを実行し続け、3636 ステップで主体 No.1 が anti-TFT 戦略を実行するように変化した。図 7 において、主体 No.1 の(1)では相手の 2 回前の行動と逆の行動を求め、(2)でそれと自分の 1 回前の行動のうち一方でも協調であれば(11)で協調を出力する。これによって、裏切りのみ実行される状況から、主体 No.1 が協調を実行するようになる。主体 No.0 は TFT 戦略であるため、主体 No.0 が協調なら No.1 は裏切り、主体 No.0 が裏切りなら No.1 が協調となる状況が続く。このように裏切りのみを続けるより高い利得を得るようになるため、主体 No.0 と No.1 以外の裏切りのみ実行する主体もこのルールを模倣し、3804 ステップまで持続した。

そして 3805 ステップにおいて、行動主体 No.1 のルールが、1 回前に協調していれば協調するよう変化した。図 8 では主体 No.1 のルールは、(2)で自分の 1 回前の行動をデータセット No.5 に入れ、それを(13)で出力するプログラムとなっている。それに対して主体 No.0 は TFT 戦略であるが、3805 ステップの 1 回前の主体 No.0 の行動は裏切り、No.1 の行動は協調であったことから、対戦の最初の行動が双方共に協調となる。それ以降は双方が協調を出し続けるため、協調が続く結果となった。

行動主体 No.0

- (1) output \$3

行動主体 No.1

- (1) \$5=not \$9
- (2) \$5=\$5 or \$0
- (3) \$7=\$10 or \$4
- (4) \$7=\$4 and \$8
- (5) swap \$1 \$9
- (6) swap \$2 \$3
- (7) if \$3==\$4 node=12 else node=26
- (8) swap \$3 \$7
- (9) \$5=not \$7
- (10) swap \$2 \$9
- (11) output \$5

図 7 構築されたルール (3636 ステップ)

行動主体 No.0

- (1) output \$3

行動主体 No.1

- (1) \$5=\$9 or \$11
- (2) \$5=\$1 or \$0
- (3) \$7=\$9 or \$4
- (4) \$6=\$3 and \$8
- (5) swap \$1 \$9
- (6) swap \$2 \$3
- (7) if \$4==\$6 node=12 else node=26
- (8) swap \$1 \$10
- (9) if \$4==\$0 node=15 else node=21
- (10) if \$7==\$0 node=14 else node=22
- (11) \$0=not \$4
- (12) \$6=\$2 or \$2
- (13) output \$5

図 8 構築されたルール (3805 ステップ)

ネットワーク構築のパラメータを $(n_1, n_2, p)=(4, 3, 0.5)$ としてタカハトゲームを複数回対戦した際の平均利得と最大利得を図 9 に、タカ派の行動率を図 10 に示す。同じく $(n_1, n_2, p)=(10, 5, 0.5)$ の際の平均利得と最大利得を図 11、タカ派の率を図 12 に示す。パラメータが $(4, 3, 0.5)$ の場合、利得の最大値と平均値は合理的な行動から得られる $2/3$ となるステップが多いことが見て取れる。ただし、図 10 よりタカ派の行動を実行する割合は 5 割程度となっており、合理的な行動と一致するものではない。

パラメータを $(10, 5, 0.5)$ とした際には、多くのステップで最大利得が 0 または 2 となり、一方がタカ派、他方がハト派を実行する期間が多いことがわかる。ここで最大利得が 0 となるのは、対戦する両者が共にタカ派を出す場合と、一方がタカ派、他方がハト派を出す場合を繰り返すことから生じている。これは図 12 から、双方がハト派の行動から安定的に利得 1 を獲得しようとする中で、一部の行動主体がタカ派の行動を実行してより高い利得を獲得するよう行動ルールを進化させるためと想定される。

¹ 最大利得とは、先に述べたとおり、すべての行動主体が接続のある他の主体と 30 回の対戦を行って獲得した利得の平均値のうち、最も大きな値を表す。

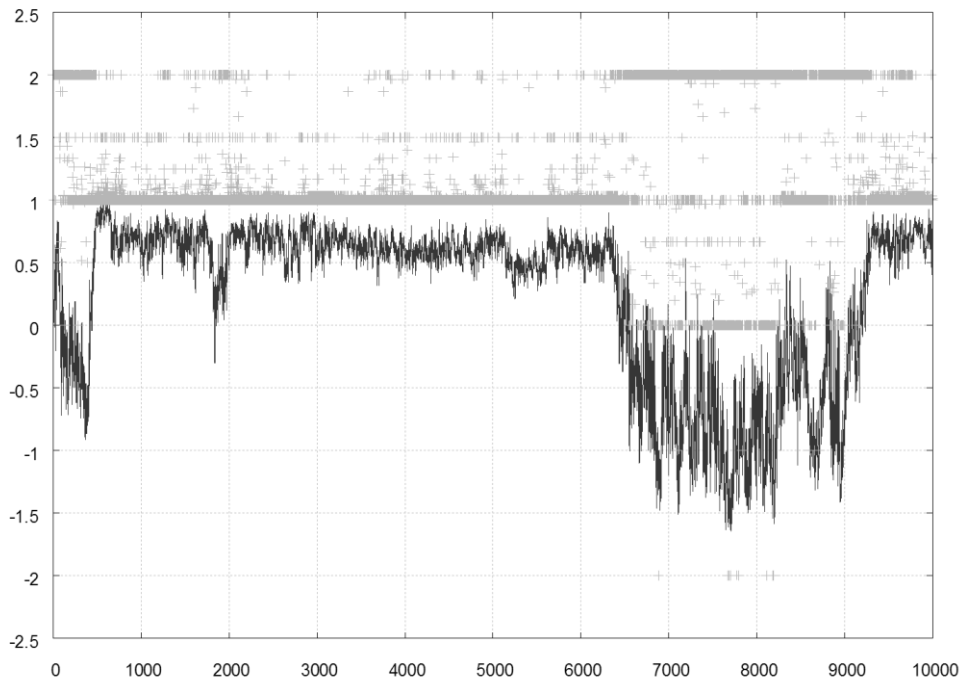


図9 $(n_1, n_2, p)=(4, 3, 0.5)$ におけるタカハトゲームの平均利得（実線）と最大利得（+）

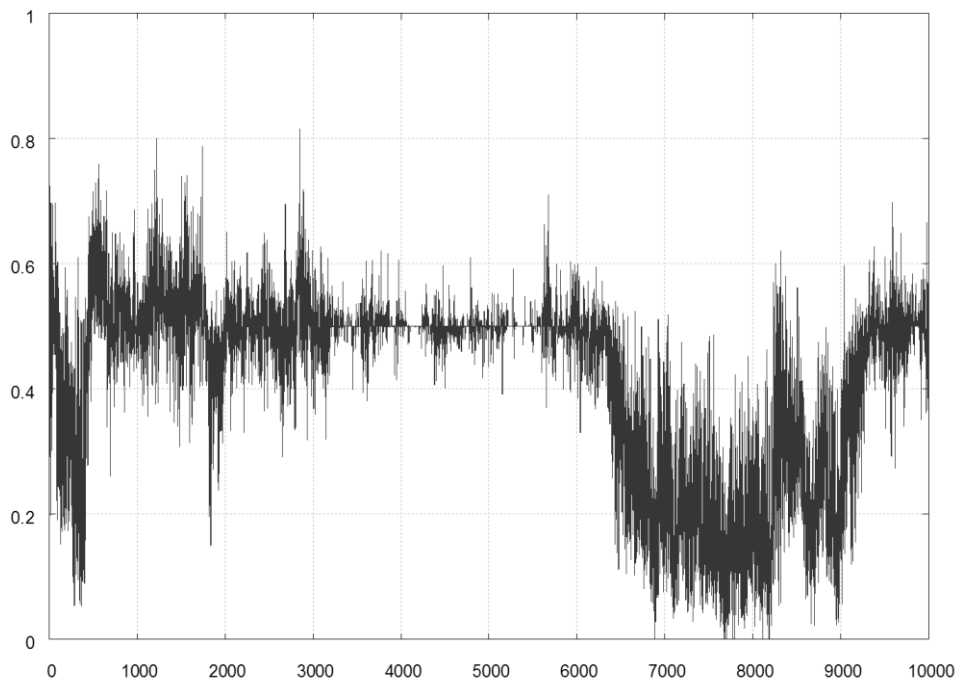


図10 $(n_1, n_2, p)=(4, 3, 0.5)$ におけるタカハトゲームの協調率