

世代間相互作用が態度と行動の乖離に与える影響

東京工業大学大学院社会理工学研究科 関口卓也 (Takuya Sekiguchi)
Department of Value and Decision Science,
Tokyo Institute of Technology

1. はじめに

社会規範を分析する数理モデルは、行動の斉一性に力点を置くことが多い。しかし、人々が何らかの行動をとることが規範的に要求されていたとしても、個人の態度はそうにして表出された行動とは必ずしも一致するとは限らない。

態度と行動の関係に注目した社会心理学的研究の多くは、(i) パーソナリティや動機付けといった要素を説明項とし、(ii) 実験・調査時点での態度と行動の乖離を記述することが多い。これに対し本報告では、(i) 世代間/内での相互作用の形態という構造的側面も説明項とし、(ii) より長期的な視点からこの現象を捉え、世代を経る過程でどのようにして態度と行動が乖離していくのかを進化ゲーム理論の枠組みを用いて動的に描くことを目的とする。

2. 先行研究

上記のような問題関心から Sekiguchi and Nakamaru (2011) は、プレイヤーが態度と行動の 2 つの要素を持ちそれらが文化伝達により影響を受けると仮定した進化ゲーム理論的モデルを構築し、態度と行動が乖離する過程を分析した。今回の講演ではこのモデルを拡張し、より一般的なモデルを構築することにした。

3. モデル

本研究は、Sekiguchi and Nakamaru (2011) の枠組みを踏襲し、個人の態度と行動が垂直伝達（親から子への文化伝達）、斜行伝達（親以外の親世代の人から子への文化伝達）、水平伝達（同世代内での文化伝達）という 3 つの文化伝達 (Cavalli-Sforza and Feldman 1981) によって影響を受け得ると仮定した進化ゲーム理論的モデルを構築した。

3.1 垂直伝達

態度と行動の組を戦略と呼ぶことにし、態度 i と行動 j を持つプレイヤーの戦略を $i-j$ と

表記する。本モデルは年齢構成を持つ。すなわち、プレイヤーは、成人、新生児、子、という3つの世代に属す。成人は、他の成人と調整ゲームを行う。調整ゲームは、例えば、表1のような利得構造を持ったゲームのことであり、他者と同じ行動をとれば高い利得を得られるが、そうでない場合は、低い利得しか得られない。そのため、行動の斉一性という社会規範の一側面を記述するのに向いている利得行列だといえる。

表1 調整ゲームの利得表 ($a_{00}, a_{11} > 0$)

自分 \ 相手	行動0	行動1
行動0	a_{00}, a_{00}	0, 0
行動1	0, 0	a_{11}, a_{11}

利得は、表1および以下の式(1)に示されるようにプレイヤーのとり行動の組み合わせによって決定される。つまり、ゲームそのものから得られる利得には、個人の持っている態度は影響を与えない。

$$U_{ij}(t) = m_{ij} \sum_h a_{jh} v_h(t) \quad (1)$$

where

$$m_{ij} = \begin{cases} 1 & i = j \\ 0 < m_{ij} < 1 & i \neq j \end{cases}$$

ここで、 a_{jh} は、行動 j をとるプレイヤーが、行動 h をとるプレイヤーとゲームをした際にゲームそのものから得られる利得であり、 $v_h(t)$ は、第 t 世代において行動 h をとる成人プレイヤーが集団中に占める頻度である。ただし、態度と行動が乖離している場合 ($i \neq j$)、プレイヤーの利得は m_{ij} によって割り引かれると仮定する。このように仮定するのは次のような2つの理由による。一つ目は、心理的なコストである。これは、プレイヤーは基本的には態度と一致した行動をとりたがるはずだという仮定に基づくものである。このような設定を類似した例としては、規範が内面化されているにもかかわらず非協力行動をとる個人の利得が心理的負担によって割り引かれるという Mengel (2008) のモデルが挙げられる。二つ目は、戦略の複雑性による伝達コストである。たとえば、Imhof *et al.* (2005) は、繰り返しゲームにおける TFT のような戦略は ALLC や ALLD と比べると複雑であるため、そのぶん次世代への継承が起こりにくいと仮定したうえでモデルを構築している（この点については Binmore and Samuelson (1992) も参照）。ここでは、態度と行動が乖離しているという戦

略は、自分の態度通りに行動する戦略よりも、その複雑さゆえに継承されにくいと仮定する。

式(1)のようにして得られた戦略 $i-j$ の正味の期待利得 U_{ij} に比例して新生児の態度と行動の組 $i-j$ の頻度 y_{ij} が決定される。これを垂直伝達と呼び、次の式(2)のような離散時間のリプリーケータダイナミクスによって定式化される。

$$y_{ij}(t) = \frac{x_{ij}(t-1)U_{ij}(t-1)}{\sum_{h,k} x_{hk}(t-1)U_{hk}(t-1)} \quad (2)$$

ここで、 $x_{ij}(t)$ は、第 t 世代における戦略 $i-j$ の集団に占める頻度を示す。なお、仮定より、 m_{ij} は 1 以下の値であるから、垂直伝達のみが起こる場合では、態度と行動が乖離した戦略が安定平衡点において集団全体を占めることはないことに留意して欲しい。

3.2 斜行伝達

次に、新生児は子に成長する過程で成人からの文化伝達を受ける。Sekiguchi and Nakamaru (2011)では、新生児世代のプレイヤーが子に成長する際に親世代のプレイヤーの行動に影響を受け、行動を変化させる斜行伝達を想定していた（この伝達様式をOb-BBと呼ぶ）。これは式(3)のように定式化される。

$$z_{ij}(t) = y_{ij}(t) + \sum_h \phi_{ih \rightarrow ij} v_i(t-1) y_{ih}(t) - \sum_k \phi_{ij \rightarrow ik} v_k(t-1) y_{ij}(t) \quad (3)$$

ここで、 $z_{ij}(t)$ は、第 t 世代における子プレイヤーの戦略 $i-j$ の頻度であり、 $\phi_{ab \rightarrow cd}$ は、戦略 $a-b$ のプレイヤーが、斜行伝達によって戦略 $c-d$ に変化する確率を示している。第 $t-1$ 世代と第 t 世代のプレイヤーが相互作用していることに注意されたい。

本研究は、冒頭でも述べた通り、世代間/内での相互作用の形態という構造的側面に力点を置きながら態度と行動の乖離について分析することを目的としている。そのため、Sekiguchi and Nakamaru (2011)よりも斜行伝達の種類を増やし、その効果を分析することにした。具体的には、他人の行動を見て自分の行動を変更する斜行伝達 Ob-BB のみならず、他人の態度を知って自分の態度が変わる (Ob-AA)、他人の態度を知って自分の行動が変わる (Ob-AB)、他人の行動を見て自分の態度が変わる (Ob-BA) のという 4 種類の斜行伝達を分析対象とした。それぞれ、式(3)と同様にして定式化した。

3.3 水平伝達

斜行伝達を経た子は、成人に成長する過程で同世代の子から影響を受ける。これを水平

伝達と呼ぶ。本研究では、水平伝達を4種類に分けた。他人の行動を見て自分の行動を変更する場合（Ho-BB），他人の態度を知って自分の態度が変わる場合（Ho-AA），他人の態度を知って自分の行動が変わる場合（Ho-AB），他人の行動を見て自分の態度が変わる場合（Ho-BA）の4つである。式(4)はHo-BBを定式化したものだが、他の3つの文化伝達についても同様に定式化した。

$$x_{ij}(t) = z_{ij}(t) + \sum_h f_{ih \rightarrow ij} u_i(t) z_{ih}(t) - \sum_k f_{ij \rightarrow ik} u_k(t) z_{ij}(t) \quad (4)$$

ここで、 $f_{ab \rightarrow cd}$ は、戦略 $a-b$ のプレイヤーが、水平伝達によって戦略 $c-d$ に変化する確率をしている。 $u_i(t)$ は、子世代における戦略 i をとるプレイヤーの集団中に占める頻度である。

以下では、以上の各伝達様式の単独効果と交互作用が、態度と行動の頻度の時間変化にどのような影響を与えるのかを調べていく。プレイヤーが持つ態度や行動は0か1の2値で表現されるとする。したがって、考えられる個人の戦略（態度・行動の組み合わせ）は0-0、0-1、1-0、1-1の4種類ということになる。

4. 結果

分析の結果、(1)全ての個人が同じ態度を持ち、それと一貫した行動をとっている（全員0-0か全員1-1）、(2)全ての個人が同じ態度と行動をとるが、態度と行動が乖離している（全員0-1か全員1-0）、(3)全ての個人が同じ態度を持つが、複数の行動が観察される（0-0と0-1が共存するか、1-1と1-0が共存する）、(4)態度と行動の全ての組み合わせが共存する、(5)成員間で異なる態度が存在するが、全ての個人が同じ行動をとる（0-0と1-0が共存するか、1-1と0-1が共存する）という5つの社会状態が伝達の種類に応じて生じることが分かった。特に(5)は、本研究が新たに導入したOb-AAやOb-BAという斜行伝達の効果によってはじめて生じた社会状態である。下の表2は、どのような文化伝達の組み合わせが各平衡状態を生み出したのかをまとめたものである。なお、垂直伝達は常に生じていると仮定する。

表2 安定平衡状態の類型

	水平伝達なし	Ho-BB	Ho-AA	Ho-AB	Ho-BA
斜行伝達なし	(1)	(1)	(1) (2)	(1) (3) (4)	(1)
Ob-BB	(1)	(1) (3) (4)	(1) (2)	(1) (3) (4)	(1) (4)
Ob-AA	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2) (5)	(1) (3) (4)	(1) (5)
Ob-AB	(1) (3) (4)	(1) (3) (4)	(1) (3) (5)	(1) (3) (4)	(1) (4)
Ob-BA	(1)	(1)	(1) (5)	(1) (4)	(1)

平衡状態(2)(3)が生じる理由については、Sekiguchi and Nakamaru (2011)を参照されたい。ここでは、平衡状態(5)が生じる理由について説明しておこう。Sekiguchi and Nakamaru (2011)も述べるように、値が1よりも小さい m_j の効果によって垂直伝達はダイナミクスを $x_{00} = 1$ に向かわせる力を持つが、それに対抗できるくらいAAというタイプの文化伝達によって態度1が伝播すれば、状態(2)のように全ての個人が同じ態度と行動をとるが態度と行動が一貫していない状態($x_{10} = 1$)が生じ得る。一方、BAという文化伝達は、仮に集団成員全員の戦略が1-0だったとしても、彼らの態度1が相手の行動0からの影響で変更され0-0という戦略が発生するため(Sekiguchi and Nakamaru (2011)はこの作用をautocatalysisと呼んでいる)、ダイナミクスを $x_{00} = 1$ に向かわせる力を持つ。このように拮抗する2種類の文化伝達の交互作用が安定平衡状態(5)を生み出すのである。なお、以上の説明は、対称性より、0と1を入れ替えても成り立つ。

5. 結論

Sekiguchi and Nakamaru (2011)は、表2における(2)や(3)のような平衡状態が、AAやABのように、集団内における各態度の頻度に関する情報を得ることができる場合に生じ得ることを示した一方で、成員間で異なる態度が存在するが全ての個人が同じ行動をとるという(5)のような平衡状態は記述することができなかった。しかしながら、このような平衡状態はCentola et al. (2005)が取り上げるような「裸の王様」状態(表面的には「王様は服を着ている」という共通了解があるように見えても、実際には「王様は裸だ」と思っている人もいる状態)に見られるように、社会科学的に興味深い状態である。

本研究は、平衡状態(5)という彼らのモデルでは導けなかった均衡状態を記述し、その発生条件が、集団内の他者がどのような態度を持っているのかの頻度についての情報を持っていたり、他者の行動から影響を受けたりしたとしても、それを行動として表出しないこと(AAやBA)が、世代間/内相互作用の双方で起きている場合(Ob-AAとHo-AA, Ob-AAとHo-BA, Ob-BAとHo-AA)であることを明らかにした。このことは、Sekiguchi and Nakamaru (2011)の主張と同様、態度と行動の乖離には、斜行伝達のように通常の進化ゲーム的モデルでは捨象されてしまう世代間相互作用が鍵となることを意味するが、彼らのモデルで導いた平衡状態(2)と(3)は斜行伝達がなくても生じる場合があるのに対して、本研究で導いた安定平衡状態(5)は、斜行伝達が生じない場合にはどのようなパラメータをとっても生じ得ないことを示したという点で、よりその重要性を示すことになったといえるだろう。

参考文献

- Binmore, K., Samuelson, L. 1992. "Evolutionary Stability in Repeated Games Played by Finite Automata". *Journal of Economic Theory*. 57, 278-305.
- Cavalli-Sforza, L.L., Feldman, M.W. 1981. *Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach*. Princeton University Press, Princeton.
- Centola, D., Willer, R., Macy, M. 2005. "The Emperor's Dilemma: A Computational Model of Self-Enforcing norms". *American Journal of Sociology* 110 (4): 1009-1040.
- Imhof, L. A., Fudenberg, D., Nowak, M. A. 2005. "Evolutionary cycles of cooperation and defection". *Proceedings of the Natural Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 10797-10800.
- Mengel, F. 2008. "Matching structure and the cultural transmission of social norms". *Journal of Economics Behavior & Organization*, 67, 608-623.
- Sekiguchi, T., Nakamaru, M. 2011, "How inconsistency between attitude and behavior persists through cultural transmission". *Journal of Theoretical Biology* 271(1): 124-135.