

Analysis of Generalized Meta-Sanction Games

鳥海 不二夫^{1,a)} 山本 仁志² 岡田 勇³

概要 : The question of whether a punishment system or a reward system more effectively promotes cooperation in public goods games is still disputatious in social psychology. We proposed a Generalized Meta-Sanction Game which integrates positive reaction such as reward and negative reaction such as punishment. We categorize the parts of the game using structural conditions and regions of attraction to cooperation. According the simulation and theoretical results, some insights are derived such that one should use the second-level on rewarding if a designer of this game would like to use reward-side effect, another mechanism must be needed for keeping cooperation in a system without reward side, and a meta-reward system is more effective than a meta-punishment system.

近年ニホンウナギの減少が顕著となり、国際自然保護連合はニホンウナギを絶滅危惧種に指定し、「近い将来、野生での絶滅の危険性が高い」と判断している。一方で、ニホンウナギは日本の食卓には欠かせない食材であり、現在ウナギ漁の制限には結びついていない。しかしながら、現状のままで行けば将来的にはその水揚げ高が制限されるようになることは想像に難くない。

このような、限りある資源を配分する問題は、ゲーム理論における公共財ゲームとして表現することが可能である。すなわち、個人のものではない公共の資源について、採取量を一定量に抑えていれば資源の枯渇を防ぎつつ、資源を獲得する事ができるという状況を仮定する。このとき、各プレイヤーは自分だけ多めに資源を取るによって、より儲けることが可能であるとしよう。すなわち、決められた量を守って資源を採取する場合を協調とすれば、決められた以上の資源を取ることは裏切りに対応する。ただし、個人が裏切りを行っても全体としてはわずかな影響しか与えないものとする。このような裏切りを行うプレイヤーをフリーライダーと呼ぶが、フリーライダーが増加すると、制限は形骸化し、資源の枯渇を招くことになる。従って、このような問題は表1に示すような利得表を持つゲームとして表現可能である。ここで、 C は協調行動を取るために必要なコスト、 R は得られる利得、 N_c は協調した人数を示す。表1のナッシュ均衡は双方裏切りにあることは明らかである。

表1 Payoff matrix of Public Goods Game

	他が協調	他が裏切り
協調	$-C + (N_c - 1)R$	$-C$
裏切り	$N_c R$	0

このような公共財ゲームにおいて協調が支配的な社会を実現することは、現実社会において社会的利得を向上させるために重要である。

本発表では、公共財ゲームにおける餽と鞭、すなわち報酬と懲罰の構造を考え、どのような報酬懲罰系を持つことによって、協調的な社会が実現可能か、またその際にどのように報酬及び懲罰を与えれば良いかを明らかにする。このとき、Axelrodらのメタ規範ゲーム [1] を発展させた、Meta-Sanction Game を提案し、本手法によって報酬懲罰系を網羅的に表現する。さらに、シミュレーションと ESS (Evolutionarily Stable Strategy)[2] による数値計算の双方を行い、互いに矛盾無く最適な報酬懲罰系を導出可能なことを示す。

参考文献

- [1] R.M. Axelrod. An Evolutionary Approach to Norms. American Political Science Review, 80(4):1095–1111, 1986.
- [2] Smith, John Maynard. Evolution and the Theory of Games. Cambridge university press, 1982.

¹ The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan

² Rissho University

³ Soka University

a) tori@sys.t.u-tokyo.ac.jp