コンフリクト・レゾルーション

2008.05.17
土曜、3限(13:10-14:40)
高木英至

- 今日のテーマ:協力の出現
  - ゲーム理論の定式
  - 均衡解
  - 協力が出現する条件

前回のまとめ

- 社会的ディレンマ
  - 共有資源管理タイプ
  - 公共財タイプ
- タカーハト・ゲーム
  - 争いが起きる場合
  - 争いが回避される仕組み

遊び:タカーハト・ゲーム的なシミュレーション

- 移動しない生命体の社会
- 周辺に餌が落ちて来る
- 隣接する個体との間で餌をめぐる相互作用がある
- 相手の識別
  - 自分より貧しい/それ以外
  - 自分より弱い/それ以外
- 相手ごとの行動予定
  - 譲る、争う、折半を申し出る
- 実際に生じるイヴェント
  - 恵与、占有(奪取)、折半、争い
- どのような社会状態が生じるか?

ゲーム理論の基礎:用語

- $N = \{1,2,\cdots,n\}$:プレイヤーの集合
- A_i:プレイヤーi($i \in N$)がとり得る戦略の集合
  - $a_i \in A_i$:プレイヤーiが選択した戦略
- Θ:自然(Nature)がとり得る状態の集合
  - $\theta \in \Theta$:自然の状態
- $A \equiv A_1 \times A_2 \times \cdots \times A_n \times \Theta$
  - $a \in A$:社会の状態
  - 自然を無視すると、
  - $a \in A \equiv A_1 \times A_2 \times \cdots \times A_n$
- $x_i = U_i(a) = U_i(a_1, a_2, \cdots, a_i, \cdots, a_n)$:プレイヤーiの利得
  - U_i:iの評価関数
  - $(x_1, x_2, \cdots, x_n)$:利得ヴェクトル
- n人ゲーム(n-person game):プレイヤー数がn.

利得(payoff)

- 移転可能な場合
  - プレイヤー間の利得の和が定義できる。
  - 少なくとも間隔尺度。
- $\sum_{i=1}^{n} x_i = C$(一定)
  - → 一定和ゲーム(constant sum games)
- C=0とおけば(利得の線形変換)、ゼロ和ゲーム(zero sum games)
- その他 → 変動和ゲーム(variable sum games)
- 移転不可能な場合：利得=効用
  - 基数的効用
  - 序数的効用

混合戦略(mixed strategy)

- 前提：利得は間隔尺度
- プレイヤーiの戦略(純粋戦略、pure strategy)
  - ：a_{i1}、a_{i2}、・・・、a_{ij}、・・・
- p_{ij}：iがa_{ij}を選ぶ確率
  - $\forall j \ \ p_{ij} \geqq 0$、$\Sigma_j p_{ij} = 1$.
- $p_i = (p_{i1}, p_{i2}, \cdots, p_{ij}, \cdots)$：混合戦略(iの選択確率分布)
- $p_i = (0,0,1,0,\cdots)$：　純粋戦略に相当

戦略の優越

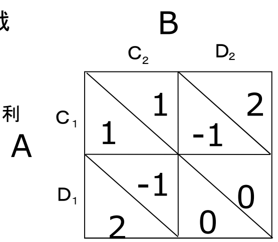
- a'_i、$a^*_i \in A_i$
- i以外のプレイヤーの戦略が何であろうと
  - $Ui(a_1,\cdots,a^*_i,\cdots,a_n) \geqq Ui(a_1,\cdots,a'_i,\cdots,a_n)$
  - しかも≧は>であるときがある
  - ⇔　a^*_iはa'_iに優越する(dominate)
- 優越的戦略(dominant strategy)：他の戦略を優越する戦略

非協力ゲームの均衡解(Nash均衡解)

- $a \in A \equiv A_1 \times A_2 \times \cdots \times A_n$
- $U_i(a) = U_i(a_1, a_2, \cdots, a_i, \cdots, a_n)$：aが生じたときのプレイヤーiの利得
- $U_i(a, a'_i) = U_i(a_1, a_2, \cdots, a'_i, \cdots, a_n)$：aの第i成分($a_i$)だけを$a'_i$に取り替えたときの、iの利得
- 定義：次の$a^* \in A$　は非協力ゲームの均衡解
  - $U_1(a^*) = \max_{a1 \in A1} U1(a^*, a_1)$
  - $U_2(a^*) = \max_{a2 \in A2} U2(a^*, a_2)$
  - ・・・・・
  - $U_n(a^*) = \max_{an \in An} Un(a^*, a_n)$

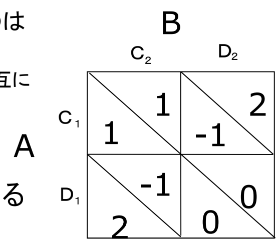
囚人のディレンマの場合

- D選択→両当事者にとり優越的戦略
- DDは「ナッシュ均衡解」
  - 独立に行動するなら、相互に自己の利得を向上できない
- しかしDDは非効率的
- 定理（Nash による）ー重要！
  - プレイヤーの純粋戦略の数が有限であるとき、非協力n人ゲームには均衡解が少なくとも1つ存在する。



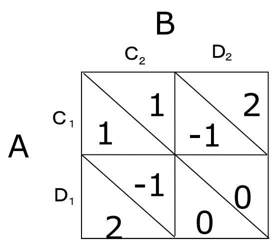
また、囚人のディレンマの場合

- D選択は優越的戦略であり、DDは「ナッシュ均衡解」
  - DDでは、独立に行動するなら、相互に自己の利得を向上できない
  - だが、DDは非効率的
  - CCの方が両者にとって有利
- この結果はなぜ直観に反するか？
  - 前提：非協力ゲーム
  - 相互の話し合いができない
- 話し合いができる場合→協力ゲーム



協力ゲーム

- 例：連合(coalotion)形成
- 「解」の出し方は、数学的にはいろいろあり、一概に言えない
- 1つの考え方
  - 協力して達成できる全体の利得を最大化できる場合が「解」である
- 右の場合：4つの結果
  - CC：合計2
  - CD, DC：合計1
  - DD：合計0
  - 話し合って分け前を受け取ると考えれば、CCが最も有利



囚人のディレンマにおける「解」

- 非協力ゲームを前提にすると、DD以外は「解」ではない
- 協力ゲーム：CCが「解」になり得る
- ゲームを「動的」にとらえる場合、CCが均衡解に入ってくる
  - メタゲーム(metagame)
  - 超ゲーム(supergame)
- 集団的状況での戦略の「進化」を考える場合
  - コンピュータシミュレーションによる分析
  - 集団的状況で、どのような戦略が「解」になるかを分析

- 囚人のジレンマ
- 協力(C)と非協力(D)
- CC＝相互サポート
  - 一種の(限定)交換
- 均衡解
  - 静的ゲーム→DD
  - Meta Game, Super Game への拡張→CC が DD とともに均衡解に含まれる。

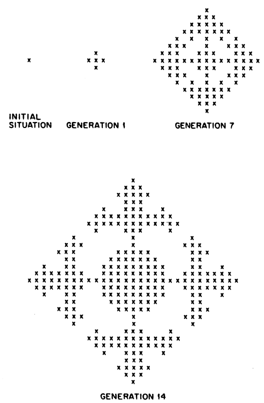
	Self	Other
give	0	2
not give	1	0

		Player 2	
		give	not give
Player 1	give	2 \ 2	0 \ 3
	not give	3 \ 0	1 \ 1

Axelrod(1984) の分析

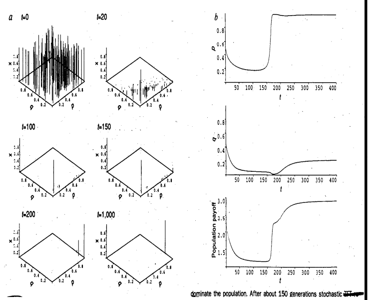
- ~~一種の進化ゲーム状況~~
- 戦略間のトーナメント
  - tit-for-tat戦略(TFT)の優越
- 解析
  - TFT を取り合う(→CC)ことが Nash 均衡解になる。
  - Collective Stable Starategy ≒ESS)
- TFT の頑健性
- 限界
  - どの戦略が勝つかは戦略分布による。
  - ノイズを考えない。
  - 多数の戦略が競い合う状況ではない。

FIGURE 4
Meanies Spreading in a Population of TIT FOR TAT



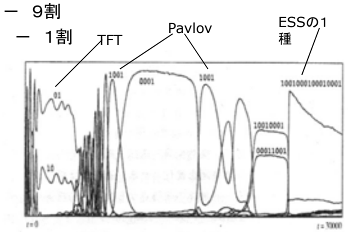
Axelrod(1984) 以後の展開(1) :ノイズのある状況

- ノイズがある状況では TFT より「寛容な」戦略が有利である可能性
  - 右図の p : C 返礼確率
  - 右図の q : D に C を返す確率
- 厳密な TFT :協力の優越への触媒作用



Axelrod(1984) 以後の展開(2)

- パブロフ戦略(Win-stay Lose-change): TFT より成績が良い、という結果(Nowak, M. & Sigmund, K., 1993)
- 非寛容な Gradual が強いという説(Beaufils, Delahaye & Mathieu, 1996):相手が裏切った全回数を、相手が裏切るたびに裏切り返す。
- Open end な進化(Lindgren, 1991)
  - ノイズの存在＋遺伝子操作によって戦略の次元が増加できる
  - 何らかのESSに到達 ー 9割
  - open end な進化 ー 1割



セルオートマトンの適用例

(Hegselmann, 1996a,b)

- エージェントをセルで表現
  - エージェントはリスクを抱える。
  - サポート関係の成立のシミュレーション
- 結果
  - サポートのネットワークが出現
  - 近隣間でサポート関係が生じる。
  - リスク水準が似通ったエージェント間でサポート関係が生じやすい。

8. First experiment after 1000 periods and 9420 actually

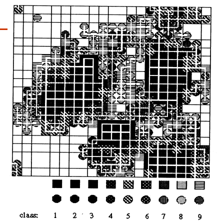
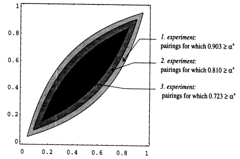


Figure 14.13. The lense like areas contain those pairings of risks for which in the three experiments the COOP-condition equation 14.3 is fullfilled.



参考文献

- Axelrod, R., 1984, *The Evolution of Cooperation*. NY: Basic Books. アクセルロッド 松田裕之(訳)『つきあい方の科学』、1987、HBJ出版局.
- Beaufils, B., Delahaye, J-P., Mathieu, P. (1996) Our meeting with Gradual. *Artificial-Life-V*, MIT Press, Pp.202-209.
- Hegselmann, R., 1996a, Understanding social dynamics. See Troitzsch et al. (1996), Pp.282-306.
- Hegselmann, R., 1996b, Cellular automata in the social sciences. In R. Hegselmann, U. Mueller & K.G. Troitzsch (Eds.), *Modelling and Simulation in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, Pp.209-233.
- Lindgren, K. (1991) Evolutionary phenomena in simple dynamics. *Artificial Life-II*. Addison-Wesley, Pp.295-312.
- Nowak, M. & May, R.M., 1992, Evolutionary games and spatial chaos. *Nature, 359*, 29, 826-9.
- Nowak, M., May, R.M. & Sigmund, K., 1995, The arithmetics of mutual help. *Scientific American, June*, 50-55.
- Nowak, M. & Sigmund, K., 1992, Tit for tat in heterogeneous populations. *Nature, 355*, 16, 250-3.
- Nowak, M. & Sigmund, K., 1993, A strategy of win-stay, lose-shift that outperforms tit-for-tat in the Prisoner's Dilemma game. *Nature, 364*, 1, 568-3.
- Suleiman, R., 1996, Simulating cooperation and competition: Present state and future objectives. See Troitzsch et al. (1996), Pp.264-281.

- 質問？
- 来週(5/24)は休みにします
- 次回は 5/31