論文ゼミ#3
「漁業資源利用に関する多国間交渉問題」

2008/5/2（fri）

修士1年　浦田 淳司

ゲーム理論

- 非協力ゲーム
  - ・ナッシュ均衡
    - 相手の意思決定を推論する伝統的アプローチ
    - →確率進化ゲーム
  - ・情報不完備
    - ベイジアンゲーム
    - プレイヤーが別のゲームを認識（帰納的ゲーム理論）
- 協力ゲーム
  - ・全員提携の形成
    - どのような提携か、メンバー内の利得の分割
  - ・ナッシュプログラム
    - 非協力ゲームと比較し、交渉プロセスを提案

（オペレーションズ・リサーチ　vol.53 no.1 『ゲーム理論より』）

読んだ論文

『漁業資源利用に関する多国間交渉問題
—交渉ゲームによる分析』

柴田孝　日本国際経済学会報告論文　2005.10

協力ゲーム

- 特性関数とその解の導出
- ふたつの提携の型を比較し、交渉プロセスを分析

論文構成

1. はじめに
2. モデル
   - プレイヤー、交渉の枠組みの設定
3. 交渉解の導出
   - 並行交渉、一括交渉の場合
4. 交渉解の評価
   - 解の安定性、コア
5. まとめ

背景・対象

遠方漁業の変遷

領海・公海体制 遠方漁業自由	▶	200海里水域 沿岸国漁場管理

漁業国ー沿岸国間で交渉の必要性

分析対象地域

漁場：太平洋中部の島嶼諸国

自国で漁をし、収益を上げることができない

漁業国：日本・アメリカ

日本ー2国間交渉、アメリカー一括交渉

プレイヤー

- 漁業国（プレイヤー0）
  - 漁業能力○、漁場×
- 沿岸国（プレイヤー1）
  - 漁業能力×、漁場◎
- 沿岸国（プレイヤー2）
  - 漁業能力×、漁場○

どの国も単独では利益を上げられない

→協調行動誘因がある

利潤

- プレイヤー0：

漁場から資源を採集し、市場に売却

プレイヤー1、2の漁場からの漁獲量ｈ、ｇ

市場価格 $P = a - b(h + g)$

a,bは定数かつ正数

漁獲に関する費用は漁獲量の自乗に比例

プレイヤー1での漁場での費用はプレイヤー2のα倍 (0<α<1)

漁業による利潤

$$\pi = \{a - b(h + g)\} \bullet (h + g) - \alpha h^2 - g^2$$

この利潤をプレイヤー間で分け合う

交渉枠組み

- 並行交渉（日本）
  - 個別にプレイヤー0と1or2で交渉
  - 同時期に並行して交渉
- 一括交渉（アメリカ）
  - すべてのプレイヤーが参加して交渉
  - 一同に会して行う多国間一括交渉

交渉を通じて漁獲量･入漁料を決定する

利得の定義

漁獲量1単位当たりの入漁率を γ, ε とする

プレイヤー1，2の利得は

$$R_1 = \gamma h$$

$$R_2 = \varepsilon g$$

プレイヤー0の利得Vは

$$V = \pi - R_1 - R_2$$

となる。

並行交渉による配分（1/3）

プレイヤー0とプレイヤー1による個別交渉Ω_1

- 交渉決裂点（d_0, d_1）を基準点としてナッシュ積を求める
- 参加プレイヤー0,1の利得関数は

$$(V(h,\gamma,\overline{g},\overline{\varepsilon}),R_1(h,\gamma,\overline{g},\overline{\varepsilon}))$$

- 交渉決裂点は

$$(d_0(0,0,\overline{g},\overline{\varepsilon}),d_1(0,0,\overline{g},\overline{\varepsilon}))$$

※決裂の場合は、漁獲量も入漁料も0

Ω_1のナッシュ積は以下のようになる

$$\Omega_1=[V(h,\gamma,\overline{g},\overline{\varepsilon})-d_0(0,0,\overline{g},\overline{\varepsilon})]\cdot[R_1(h,\gamma,\overline{g},\overline{\varepsilon})-d_1(0,0,\overline{g},\overline{\varepsilon})]$$

並行交渉による配分（2/3）

プレイヤー0と2の間にも同様に式をたて、
それぞれ解くと

$$h = \frac{a - 2b\overline{\hat{g}}}{2(b+\alpha)} \qquad g = \frac{a - 2b\overline{h}}{2(b+1)}$$

$$\gamma = \frac{a - 2b\overline{g}}{4} \qquad \varepsilon = \frac{a - 2b\overline{h}}{4}$$

となり、この連立方程式を解くと、
それぞれの利得は次ページのようになる

並行交渉による配分（3/3）

$$R_1 = \frac{a^2 \cdot (\alpha + b)}{8\Delta^2}$$

$$R_2 = \frac{(a\alpha)^2 \cdot (b+1)}{8\Delta^2}$$

$$V = \frac{a^2 (b\alpha^2 + \alpha^2 + 4b\alpha + b + \alpha)}{8\Delta^2}$$

$$where \Delta = (b\alpha + b + \alpha)$$

多国間一括交渉による配分

プレイヤー0，1，2が同時に交渉

漁業国は沿岸国と共謀して、逸脱することはない
⇒漁業国の威嚇点（交渉決裂点）は利得ゼロの時

ナッシュ積Ω_0は

$$\Omega_0 = V(h,g,\gamma,\varepsilon)\cdot R_1(h,g,\gamma,\varepsilon)\cdot R_2(h,g,\gamma,\varepsilon)$$

となり、各利得は

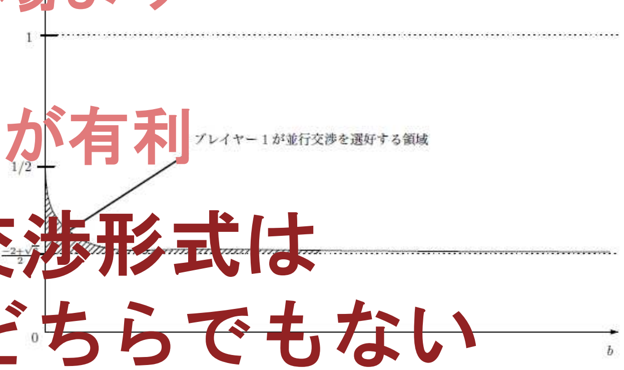
$$R_1 = R_2 = V = \frac{a^2\cdot(\alpha+1)}{12(b\alpha+b+\alpha)}$$

交渉解・利得の比較

- 両交渉形式による利得の比較
  - プレイヤー0：並行交渉からより高い利得
  - プレイヤー2：多国間交渉からより高い利得
  - プレイヤー1：場合による

    並行交渉を選ぶ場合 $b < \dfrac{\alpha(1-2\alpha)}{(2\alpha^2+4\alpha-1)}$

図 4: 沿岸国 1 が選ぶ交渉形式



プレイヤー1の漁場が2の漁場より
十分に効率的であれば、
並行交渉のほうが有利

全員にとって望ましい交渉形式は
どちらでもない

交渉形式の選択

- 条件整理
  - どちらの交渉形式も選ばれる可能性
  - 交渉から離脱するとゼロ利得
  - 離脱よりは交渉に参加したほうが良い
- 安定性の分析
  - プレイヤー二人で組んで行動
  - 3者での行動よりも利得を改善できるか
  - 改善できるなら3者協力の誘因なし

→コアを用いて検証

ナッシュ交渉解とコア（1/2）

コアとは・・

　ある配分を考えたとき、プレイヤーの一部が結託し独自に行動をとっても、最初の配分以上の利得を得ることができない利得配分の集合

一括交渉とコア（プレイヤー0と1）

（一括利得の2/3）－（並行交渉、g＝0）

$$\frac{2}{3}\cdot\frac{a^2(a+1)}{4(b\alpha+b+\alpha)}-\frac{a^2}{4(b+\alpha)}=\frac{a^2(-b\alpha-b-\alpha+2\alpha^2)}{12(b\alpha+b+\alpha)(b+\alpha)}$$

この値が正ならば、一括交渉の配分はコアに含まれる

→プレイヤー0，1による逸脱はない

$$\left(\Longleftrightarrow\quad b<\frac{\alpha(2-\alpha)}{1+\alpha}\right)$$

ナッシュ交渉解とコア（2/2）

並行交渉とコア（プレイヤー0と1）

（並行交渉の利得の和）－（並行交渉のプレイヤー2の利得）
＞（0と1の部分提携）

$$\frac{a^2(\alpha+1)}{4(b\alpha+b+\alpha)}-\frac{1}{8}\cdot\frac{a^2\alpha^2(b+1)}{(b\alpha+b+\alpha)^2}\geq\frac{a^2}{4(b+\alpha)}$$

この値が成り立てば、並行交渉の配分はコアに含まれる
→プレイヤー0，1による逸脱はない

$$\left(\Longleftrightarrow \quad \alpha<\frac{b(b-1)}{b+1}\right)$$

まとめ（コアに含まれるケース）

一括交渉の場合

コアに含まれるのは、市場が十分に大きく、沿岸国間の漁獲費用格差が小さいとき

並行交渉の場合

コアに含まれるのは、費用パラメータには関係がなく、市場が小さいとき

図 5: 並行交渉，一括交渉とコアとの関係