

## 外航コンテナ船社の行動分析

東北大学 学生員○桜田崇治  
東北大学 正会員 石黒一彦  
東北大学 フェロー 稲村 肇

### 1 はじめに

近年、国際コンテナ港路における船社間の競争は激しく、複数の船社で同盟を結びアライアンスを形成したり、コスト削減のために次々と船を大型化させたりと船社の状況はごく短い期間に大きく変化している。今後さらに状況が変わっていく可能性は否定できない。

需要予測の為にコンテナ貨物流動予測モデルの研究<sup>1)</sup>は数多くされてきているし、現状再現性の高いモデルもいくつか提案されている。しかし、いずれのモデルについても船社の状況は現在の状況を元に設定されており、刻一刻と変化する船社の行動に十分に対応したものとはなっていない。仮に現時点で再現性の良いモデルを作ることができたとしても、数年後に船社の状況が今までのような規模で変わっているとすれば、予想が大きく外れる可能性は非常に高い。

アライアンスや船舶の大型化などの行動は船社にとって極めて上位の戦略であるため、無理に既存のモデルに組み込まなくとも単独で考えることが可能である。そこで船社の戦略行動のみをモデル化して船社の行動を分析し、その分析を元に船社の状況を既存のモデルに外成的に組み込めばより精度の高いコンテナ貨物流動の予測が可能となる。このような、主体の戦略行動や主体間の競争や協力といった相互依存関係を組み込んだモデルを構築しようとした場合、ゲーム理論が有効な手法であることは一般的に知られている。

本研究では現状の船社間のアライアンス行動を、社会が安定な状態に至る過程を分析する手法として近年脚光を浴びている進化ゲーム論<sup>2)</sup>の考え方をを用いて分析し、今後の船社の状況を考察する。

### 2 グローバル・アライアンス形成の分析

#### (1) アライアンス形成要因及びそのデメリット

コスト削減のため船型を大型化してなおかつ、現在の国際コンテナ輸送で標準的なサービスであるウィークリーサービスを一社で実現するためには投資リスクが大きくなる。そもそもコンテナ船の船底を融通しあったり提携を行うのには以上のような背景がある。

以下に提携によるメリットとデメリットを示す。

#### ○メリット

- 投資リスクの低減
- 投資分担によるコスト削減
- 国際間提携によるグローバル化
- 提携業務拡大による効率化

#### ○デメリット

- 船社間の意見不一致による摩擦
- 相対的地位・発言力の低下

このような影響は提携しあう船社が多くなれば当然増える。以上のような要因に基づき、アライアンスの規模( $x$ )とそのアライアンスに加盟する船社一社当たりの利得( $f(x)$ )を以下のような式で表す。 $a, b, c, d, k$ はパラメータ。

$$f(x) = axe^{(-bx)} + c \times \frac{e^{(x-d)}}{e^{(x-d)} - e^{-(x-d)}} + kx \quad (1)$$

この関数によって得られるアライアンスの規模と一社当たりの利得の関係を図1に表す。

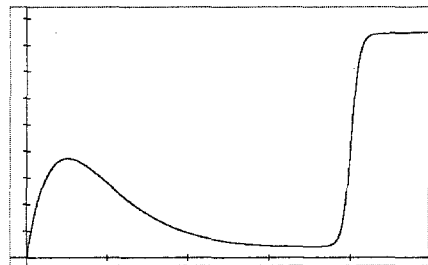


図1 アライアンスの規模と一社当たりの利得

#### (2) ゲームの仮定

本研究では、船社が提携しアライアンスを形成する過程を、ゲーム理論に適者生存と突然変異の概念を取り入れた進化ゲーム理論<sup>2)</sup>の考え方をを用いて分析を行う。

$x_1$ 社で構成されているアライアンスに加盟している船社  $a$  が、 $x_2$ 社で構成しているアライアンスに加盟している船社  $b$  とゲームを行い、船社  $a$  が船社  $b$  と新たに提携して現在のアライアンスからはずれ、新たなアライアンスに合流するか否かを考える。船社は全て均一なものとする。船社はランダムに一对一の対戦を行い、そ

の際に船社のとる戦略は新たに提携を行う（提携戦略）か現状維持かである。利得は式(1)に基づき以下のように決まる。

基本的に現状維持の戦略をとった場合の利得も現状維持( $f(x)$ )とする。一方が提携を行う、一方が現状維持という戦略をとり提携が成立しない場合、提携戦略をとった船社は大型船導入や設備投資などの新たな提携に伴うコスト( $c$ )が無駄になり利得が下がってしまう。提携が成立した場合は、式(1)の利得関数に従い新たに形成されるアライアンスの規模に対応する利得( $f(x+1)-c$ )を両船社とも得られる。利得行列を表 1 に表す。  $p, r$  は混合戦略確率を表す。

表 1 利得行列

|      |          | 船社 b     |                                              |
|------|----------|----------|----------------------------------------------|
|      |          | 新たな提携を行う | 現状維持                                         |
|      |          | r        |                                              |
| 船社 a | 新たな提携を行う | p        | $f(x_2+1)-c, f(x_2+1)-c$<br>$f(1)-c, f(x_2)$ |
|      | 現状維持     | 1-p      | $f(x_1), f(x_2)-c$<br>$f(x_1), f(x_2)$       |

(3) 進化的安定状態

進化的安定な状態とは均衡戦略から逸脱した戦略をとる突然変異の種が発生しても、やがて適者生存の進化的圧力によってそれもやがて均衡戦略に同調化してしまう状態のことをいう。

今回のゲームの船社 a, b の戦略を混合戦略  $U_a, U_b$  を次のように表す。

$$U_a = \{p \cdot \text{提携戦略}, (1-p) \cdot \text{現状維持}\}$$

$$U_b = \{r \cdot \text{提携戦略}, (1-r) \cdot \text{現状維持}\}$$

このときナッシュ均衡となる  $p, r$  は以下になる。

$$p = \frac{f(x_1) - f(1) + c}{f(x_2 + 1) - f(1)}, r = \frac{c}{f(x_2 + 1) - f(x_2)}$$

進化ゲーム理論において相手の選択確率  $p, r$  は集団に占めるその戦略をとるプレイヤーの割合と考えることができる。すなわち、提携戦略をとるプレイヤーが  $p, r$  以上のとき、提携戦略が最適反応となることを示す。そのため進化的安定な状態は初期状態に決定的に依存する。しかしここに突然変異的にランダム数のプレイヤーが反対の戦略に変更すると、一方の均衡状態からもう一方の均衡状態へ変位する状況が生じ初期状態に依存しなくなる。また変位の容易さは  $p, r$  によって決まり、どちらの均衡状態に長い時間過ぐすかもわかる。

今回のゲームの場合  $p, r$  はそれぞれ

$$f(x_2 + 1) - f(x_1) - c = 0, \quad f(x_2 + 1) - f(x_2) - c = 0$$

のときそれぞれ 1 となり、その時は現状維持だけが唯一の最適反応となり、提携戦略をとるプレイヤーは必ず淘汰される。つまり提携による利得の上昇マイナスコストがゼロになった段階が進化的に安定な状態になる。しかし、安定状態になる前でも提携による利得の上昇がさほど期待できなくなった場合、つまりある程度の規模アライアンスが形成された場合は  $p, r$  がかぎりなく 1 に近づくため、提携戦略をとるプレイヤーが繁殖する可能性は少なくなる。長期的に見れば安定状態に最終的に落ち着くが最後の段階は限りなく進化のスピードは遅くなる。現在はある程度の大きさのアライアンスが複数存在し、かつ若干の船社のアライアンス間の移動が存在しており、今回のゲームで表される進化の最終段階に近いところにいると言える。

今回のモデルではもう一つの進化的安定な状態が存在する。それは全ての船社が一つのアライアンスを形成して独占状態となった状態である。しかしこの状態に至るためには、独占状態になるような大多数の船社が同時に提携を結ばなければならないので現実的には起こり得ない。また、社会全体のゲームで考えた場合、独占は非効率を生むため淘汰される運命になるであろう。

3 考察

今回の分析によりアライアンスの再編はある程度落ち着いてきているといえる。しかし、現実にはアライアンスの再編が最終段階にあるかと考えた場合、今回のゲームで考慮していない否定的要因がいくつか存在する。それは船の大型化や、船社間の合併買収、アライアンスの提携業務のさらなる拡大など利得関数そのものを変化させる場合である。例えば、船が大型化した場合は利得関数の最初のピークが右に移動しアライアンスの規模が大きくなることが考えられる。

参考文献：

- 1) 例えば家田仁, 柴崎隆一, 内藤智樹, 三島大輔：アジア圏コンテナ流動モデルの構築とその配分仮説に応じた特性分析, 土木計画学研究・論文集, No.15, 1998
- 2) 例えば Smith, J. M 原著, 寺本英, 梯正之訳：進化とゲーム理論, 1985, 産業図書