

2G15 ランドスケープ理論を用いた航空機産業のアライアンス分析

○菅沼 成正, 小林俊哉, 中森義輝 (北陸先端科学技術大学院大)

1. 背景

市場競争力向上のためのアライアンスがその目的を達成するにあたって、企業がどのような戦略をとるかという問題を論じた文献(e.g. Weiss and Sirbu 1990)はあるが、企業がどのアライアンス (提携) グループに参加するかを決定する方法についての研究はこれまでほとんど行われてこなかった。同様に航空業界でのアライアンスを論じた研究(Borenstein 1992, Yoshino & Rangan 1995, Gomes-Casseres 1996, Wilma 2002)はあるものの、提携グループの形成過程に焦点をあてたものはなかった。ここに紹介するのは、代表的な航空会社が効率的なアライアンスを展開し、その運行航路拡大と経営の合理化を図るために各企業がどのように提携を形成するかを予測するといった、我々の提案しているランドスケープ理論(Axelrod 1993)の拡張モデル(菅沼 2003a)を用いた応用事例である。

従来、補充しあう機能をもつ企業間における今日主流な提携やジョイント・ベンチャーは、企業活性のための十分な解決法にはならないとされてきた。(Utterback 1994) しかしながら、航空業界における1つ以上の戦略的目標を成し遂げるための特定同業者間での水平的連帯(Evans 2001)はグローバルアライアンスという従来の提携とは異なる航空業界特有のグループ化状況を作り出している (表 1. 参照)。今回の研究では、このように明確なアライアンスグループが形成されている航空業界に焦点を当てる。

航空業界内でのグループ化は 1990 年代にその殆どが組織化され、若干の再編はあるものの、現在にまで至っている(Morrish & Hamilton 2002)。この提携により、運行計画の調整による接続ダイヤの設定、客室乗務員の相互教育と融通、資材の共同購入と施設の共有、CRS(computer reservation system ; コンピューター (座席) 予約システム)の共有、航空機会社が飛行機の利用者に対して利用距離に応じたポイントを与え、一定のポイントに達すると無料航空券をプレゼントするといったサービスである FFP(frequent flier program)の相互利用が可能となっている(Borenstein 1992, Morrison & Winston 1995, 杉浦 1999, 井上 2000)。この提携による恩恵の中でも特に、提携航空会社どうしが路線ネットワークを活用しあい、座席や販売などを提携して運航する、コードシェアリング(共同運航)(Barron 1997)が戦略的な提携として位置づけられている。

表 1. 1999 年当時の主要航空アライアンス状況

地域	アライアンスグループ	ワンワールド	スターアライアンス	ノースウエスト/KLM	アトランティック エクセレンス
アメリカ		*アメリカン航空 カナディアン航空	カナダ航空 *ユナイテッド航空 ヴァリグ・ブラジル航空	*ノースウエスト航空 コンチネンタル航空	*デルタ航空
欧州		*英国航空	*スカンジナビア航空 *ルフトハンザ航空	*KLMオランダ航空 アリタリア航空	スイス航空 オーストリア航空 サベナ・ベルギー航空
アジア		*キャセイパシフィック航空 カンタス航空	*タイ国際航空 ニュージーランド航空 アンセット航空		

2. 目的

本研究はこのアライアンス形成について、ファジィ・ランドスケープモデルを用いたシミュレーションを行っている。始めにシミュレーションプロセスを説明し、このモデルから導き出される予測の例を挙げ、その結果を実際の状況と比較検討をおこなう。この一連の作業により、航空業界のアライアンスプロセスの理解を深めることを目的とする。我々は自分たちのモデルの例証として、コードシェアリングによって大手航空会社 10 社 (表 1 の * の付いた企業 10 社) が 1999 年に自社の路線ネットワーク拡大のために競合してグループ化さ

れた4つの同盟のいずれかへの帰属を選択するかの予測を試みた。この予測結果から、アライアンスのグループ化についての分析を行う。

3. シミュレーションプロセス

ランドスケープ理論(Axelrod, 1993)は、量子凝縮物性のスピングラスモデル(Pines, 1985)を基に、エージェントベースのシミュレーションモデルを用いて構築されている。そして従来のエージェント・ベース・モデリング(Epstein and Axtell 1996, Gilbert and Klaus 1999, Axelrod, 1997, 高玉 2002)が主に仮想データを扱ってきたのに対し、このモデルは実データを扱い、実際の予測を行っていることにその特徴がある。この理論は、1つの国家、企業、個人など、各々が規模をもつプログラム・ユニット(アクター)が、その集合においてどのようなアライアンス(連帯)を組む可能性があるかを予測する理論である(菅沼 2004)。つまりランドスケープ理論とは、あるシステムの組織要素のうち整合性の高いものをまとめ、整合性の少ないものを切り離れたパターンに組み入れることによってアクター間の連帯がどのように導かれるかを予測するものである。その際、各メンバーは他のメンバーを近視眼的に、そして個別に1対1対応で相手との親密度合を評価するという前提に立っている。その結果、あるアクター間では連帯関係を結びたいという親近感が生じ、また逆にあるアクター間では提携したくないという状況が生起する。この状況下においてアクターは各々が持つフラストレーション値(不満足の度合い)が低くなるような提携を試みる。しかしながら、すべてのアクターのフラストレーション最小化を図ることは原理的に困難である。ゆえに集団全体としての局所的安定状態(均衡地勢)、つまり総エネルギーの最小化地勢に落ち着くことになる。こうしたアクター群のダイナミクスからこの地勢を予測するといったものである。しかしながら、ランドスケープ理論は正確な予測をすることに価値があるだけでなく、エネルギーランドスケープからどの地勢が安定するかを決めるといった、統合プロセスについての理解にも重要な意味をもっている。

Axelrodらは、この理論を第二次世界大戦時における連合国・枢軸国の形成(Axelrod 1993)、UNIXの標準化同盟の形成(Axelrod 1995)といったアライアンス事例に適用し、史実に即したアライアンスを予測している。このようにランドスケープ理論は有効な結果を導いているものの、この理論にはいくつかの制約事項があり、適用可能な例題が限定されている。そのため、この理論を拡張したモデルの提案がなされている(木嶋 2001, 菅沼 2003a, 2004c)。

木嶋は、従来のランドスケープ理論で基礎となる仮設事項に注目し、態度の非対称化とアライアンス数の限定解除という2点を拡張したモデルの提案をおこなっている。また菅沼ら(2003a)は、アライアンスへの完全な棲み分けができない状況への適応を試み、ファジィ集合論を用いて理論の拡張をおこなっている。このファジィ化は木嶋の拡張事項をも補完するものである(菅沼 2004)。この拡張モデルを第二次世界大戦時における連合国・枢軸国の形成、UNIXの標準化同盟の形成(菅沼 2003a)、自動車業界の企業間提携(菅沼 2003b)、そして航空機業界のグローバルアライアンス(菅沼 2004)といったアライアンス事例に適用し、モデルの有効性を検討している。この航空業界の事例を扱う際、表1の*マークの付いた企業10社の共同運航可能路線を親密度データとして用い、各社の有償旅客キロメートル(Revenue Passenger Kilometer: RPKs)を規模データとして利用している。

表 2. 1999年時のデータを基にしたシミュレーション結果

No.	均衡地勢	エラー数	到達地勢数	平均エネルギー値
	アメリカン航空 英国航空 キャセイ航空 ユナイテッド ルフトハンザ デルタ航空 ANA ノースウエスト オランダ航空 デルタ航空			
1	1 2 2 2 2 2 2 3 3 4	2ERR	7821	-228942413406
2	1 1 1 2 1 1 1 3 2 4	3ERR	5399	-229329479659
3	1 1 1 2 1 1 1 3 2 4	4ERR	1935	-223664766621
4	1 2 2 2 2 2 2 3 4 4	2ERR	1632	-226825494005
5	1 2 1 2 2 2 2 3 3 4	1ERR	3	-228448834029
6	1 2 3 2 2 2 2 4 4 3	2ERR	2	-229357737780
7	1 1 2 3 1 1 1 4 3 2	4ERR	1	-223821758715
8	1 2 1 2 2 2 2 3 4 4	2ERR	1	-226871479067
9	1 2 2 2 2 1 2 3 1 4	4ERR	1	-229802941550
10	1 2 2 2 2 1 2 3 3 4	3ERR	1	-229032004499
合計 16796				

1999年時のアライアンス状況は1112222334である。この数値に意味はなく、数値をアライアンスのカテゴリグループとして表示している。均衡地勢でも同様の表示をしている。

(111:ワンワールド)、(2222:スターアライアンス)、(33:ノースウエスト/KLM)、(4:アトランテック エクセレンス)

4. 航空業界への適用

本研究では菅沼のファイジランドスケープモデルの航空業界事例への適用結果と実際の状況との比較検討をおこない、その結果の有効性についての検討をおこなう。

初めに、シミュレーション結果を表2に示す。表2において、「No.」とは、シミュレーション結果から導出されたアライアンス状況の数である。対象とする企業が10社あることから、この企業群が1から10までのグループを形成する可能性は、16796通りある。このシミュレーション結果では、16796通りの内、10通りの状況に集約されている。「均衡地勢」は最終的に到達する地勢の状態を表している。つまり、この均衡地勢で提示されている数値には、実数としての意味はなく、アライアンスのカテゴリーグループとしての数値を表示している。「エラー数」とは、現実のアライアンス状況とシミュレーション結果を対比させた際の誤数である。「到達地勢数」とは、均衡地勢に到達した地勢の数を表す。今回のシミュレーションでは、企業数を10としていることから、1から10個のアライアンスに棲み分け、その組み合わせの数だけアライアンス状況が存在することになる。つまり、その可能性数として、16796の到達状況が考えられる。この到達状況において、本研究で導出された状況の数は10であることから、10/16796に集約されていると言える。また「平均エネルギー値」とは、その均衡地勢の持つエネルギーの総計を平均化した値である。

表2において「均衡地勢」は最終的に到達する地勢の状態を表している。つまり、この均衡地勢で提示されている数値には、実数としての意味はなく、アライアンスのカテゴリーグループとしての数値を表示している。「エラー数」とは、現実のアライアンス状況とシミュレーション結果を対比させた際の誤数である。「到達地勢数」とは、均衡地勢に到達した地勢の数を表す。今回のシミュレーションでは、企業数を10としていることから、1から10個のアライアンスに棲み分け、その組み合わせの数だけアライアンス状況が存在することになる。つまり、その可能性数として、16796の到達状況が考えられる。表2において、殆どのシミュレーション結果がNo.4までの到達地勢に集約されている。また「平均エネルギー値」とは、その均衡地勢の持つエネルギーの総計を平均化した値のことである。

5. シミュレーション結果の考察

今回のシミュレーション結果では、10の均衡地勢に集約され、最も到達地勢が多い地勢のエラー数は2つと、比較的少ない誤数であった。しかし、最も多い到達地勢は、最もエネルギーの低い到達地勢とはならなかった。つまり、エネルギーが最小な地勢が必ずしも安定しやすい地勢ではないことが、この結果から導出されている。1999年の実際のアライアンスグループ数(表1参照)とシミュレーション結果から導かれたグループ数(表3参照)との対比では、全く同じである4つのグループに集約された。つまり、特定した10社の航空会社は、1999年の状況において、アライアンスグループ数が4に落ち着く可能性が最も高いことが理解できる。表3は最多到達地勢のメンバーシップ値を示したものである。関係が満たされている度合いを従来の0,1ではなく、0から1までの数値で与えたものをメンバーシップ関数と呼び、メンバーシップ値とは、その与えられた値のことである。この点から、各企業においてメンバーシップ値が他の3つのメンバーシップ値よりも際立って高いということは、他への移動があまり生じない企業であることが理解できる。また、この値が他のメンバーシップ値と均衡している場合は、状況に応じて他のアライアンスグループへ移行する可能性のある企業と言える。この表からアメリカン航空、ユナイテッド航空、ノースウエスト航空そしてデルタ航空といったアメリカの企業群はメンバーシップ値が極めて高い。つまり、主にアメリカの航空企業が軸となって、4つのアライアンスのグループが形成されたことが理解できる。また、ノースウエスト/KLMのアライアンスグループでは、ノースウエスト、KLMの両社共にメンバーシップ値が高く、両社が共に軸となっていることが判る。つまり、1999年のアライアンス状況において、両社は極めて強い協力関係にあったことが、このシミュレーション結果から裏付けられている。このことより、このツールは企業がどの提携グループに参加するかを決定するような市場戦略策定の際に有効な手法となりえることが実証された。

表3. 最多到達地勢のメンバーシップ値

No.	アライアンスグループ	アメリカン航空	英国航空	キャセイ航空	ユナイテッド	ルフトハンザ	スカンジナビア	カタ航空	ノースウエスト	オランダ航空	デルタ航空
1	ワンワールド	0.947967	0.352218	0.530546	0.002179	0.333562	0.285423	0.313479	0.005278	0.025971	0.008959
2	スターアライアンス	0.017994	0.597318	0.217461	0.990034	0.571169	0.389823	0.578487	0.027896	0.022405	0.025117
3	ノースウエスト/KLM	0.010486	0.006658	0.033843	0.004181	0.018452	0.208427	0.008373	0.96651	0.856445	0.012234
4	アトランティック エクセレンス	0.023553	0.043806	0.21815	0.003606	0.076816	0.116327	0.099661	0.000316	0.095178	0.953691

本研究は、北陸先端科学技術大学院大学 21 世紀 COE プログラム「知識科学に基づく科学技術の創造と実践」研究拠点形成事業の下に行われています。

参考文献

- [1]. Agusdinata, B. and de Klein, W. "The dynamics of airline alliances" *Journal of Air Transport Management* 8 pp.201-211, 2002
- [2]. Axelrod, R. and Bennett, S. "A landscape theory of aggregation" *British Journal of Political Science*, 23, pp.211-233, 1993
- [3]. Axelrod, R et al. "Coalition Formation in standard-Setting Alliances", *Management Science* 41 pp.1493-1508, 1995
- [4]. Axelrod, R. "The Complexity of Cooperation" Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA, 1997 (寺野隆雄 監訳: "対立と協調の科学 エージェントベース・モデルによる複雑系の解明", ダイヤモンド社, 2003.)
- [5]. Barron, R.F. "Code-share agreements: a developing trend in US bilateral aviation negotiations" *Indiana Law Journal* 72, 529-543, 1997
- [6]. Borenstein, S. "The evolution of US airline competition" *Journal of Economic Perspectives* 6 (2), 45-73, 1992
- [7]. Epstein, J. and Axtell, R. "Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom up", Washington, D.C.: Brookings Institution Press; and Cambridge, Mass. 1996. (服部正太・木村香代子訳: "人工社会-複雑系とマルチエージェント・シミュレーション", 共立出版, 1999.)
- [8]. Gilbert, N. and Klaus, T. "Simulation for the Social Scientist, Open University Press", Buckingham, UK, 1999 (訳: 井庭 崇, 高部 陽平, 岩村 拓哉 "社会シミュレーションの技法", 日本評論社, 2003)
- [9]. Gomes-Casseres, B. "The Alliance Revolution: The New Shape of Business Rivalry", Harvard University Press, Cambridge, MA, 1996
- [10]. Marvin, S. "Technological Choice in Voluntary Standards Committees: An Empirical Analysis", *Economics of Innovation and New Technology* 1:111-33, 1990
- [11]. Morrish, S. and Hamilton, R. "Airline alliances-Who benefits?-", *Journal of Air Transport Management*, 8 pp. 401-407, 2002
- [12]. Morrison, S. and Winston, C. "The Evolution of the Airline Industry", Brookings Institution, Washington, DC, 1995
- [13]. Suganuma, S., Huynh, N., Nakamori, Y., Wang, S., and Lai, K. "A Framework of Fuzzy Landscape Theory with an Application to Alliance Analysis", *Journal of Systems Science and Complexity*, 16 (1), pp.1-12, 2003a
- [14]. Suganuma, S., Nakamori, Y., and Chen, J. "A Study on Alliance Analysis in Civil Aviation Industry Based on Fuzzy Landscape Theory", *AESCS'04 The Third International Workshop on Agent-based Approaches in Economic and Social Complex Systems*, Kyoto, Japan, May 27-29, 2004a
- [15]. Suganuma, S., Nakamori, Y., Huynh, N. and Chen, J. "Agent-based Simulation on Alliance of Automobile Enterprises", R. Shiratori, K. Arai and F. Kato (Eds.), Springer-Verlag, pp289-298, 2004b
- [16]. Suganuma, S., Huynh, N., Wang, S., and Nakamori, Y. "A Fuzzy Set Based Approach to Generalized Landscape Theory of Aggregation", *Journal of New Generation Computing: Computing Paradigms and Computational Intelligence*, Vol. 23 No. 1, Ohmsha (印刷中 2004c)
- [17]. Utterback, J. "Mastering the Dynamics of Innovation", Harvard Business School Press: Boston, MA. 1994 (大津 正和 小川進 監訳: "イノベーション・ダイナミクス-事例から学ぶ技術戦略-", 有斐閣, 1998.)
- [18]. Wilma, S. "Alliance strategy and the fall of Swissair", *Journal of Air Transport Management*, Volume 8, Issue 5, pp.355-363, 2002
- [19]. Yoshino, M. and Rangan, U. "Strategic Alliances: An Entrepreneurial Approach to Globalization", Harvard Business School Press, Boston, 1995
- [20]. 井上雅之. "よくわかる航空業界", 日本実業出版社, 1998
- [21]. 杉浦一機. "世界のビッグエアライン-21世紀に勝ち残るのはどこか-", 中央書院, 1999
- [22]. 木嶋恭一. "ドラマ理論への招待: 多主体複雑系モデルの新展開", オーム社, pp.58-63, pp.140-156, 2001
- [23]. 高玉圭樹. "入門: 計算組織論とは何か?-社会シミュレーションの基礎から最近の研究まで-", 第 25 回 システム工学部会研究会, pp.66-67, 2002
- [24]. 中森義輝, 菅沼成正. "ランドスケープ理論と拡張モデル", 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol.16, No.1, pp.3-7, 2004a
- [25]. Japan Aircraft Development Corporation, "Associated information's of civil aviation on 2002yrs", 4-3 (<http://www.jadc.or.jp/>),(in Japanese), 2003