

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 5 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25870720

研究課題名(和文)地域航空システムの共生型経営管理モデルに関する研究

研究課題名(英文)Symbiotic management model of regional air transport system

研究代表者

湊 宣明(MINATO, Nobuaki)

慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科・准教授

研究者番号：30567756

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,500,000円

研究成果の概要(和文)：地域航空路線の将来キャッシュフローを証券化し、利害関係者による当該証券への投資を促す仕組みとして地域利用者投資スキームを設計した。富士山静岡空港を対象に評価モデルを構築し、静岡県在住者を対象とした調査結果(n=89)からパラメータを推定し、投資スキームの成立性及び予想される効果を定量的に検証した。結果、投資スキーム導入により地域利用者の空港利用態度が肯定的に変化し、座席利用率の押し上げ効果が発生する可能性が示唆されたが、航空会社との共生関係を考慮した場合にはその押し上げ効果は1.7%～4.9%程度に抑制すべきとの知見を得た。公的財政支援に依存しない自律的な地域航空システムの実現に貢献する成果である。

研究成果の概要(英文)：The research aimed to design an investment scheme of Local User Finance Initiative (LUF1). It securitizes future cash flows of a regional air route for promoting investments by the regional stakeholders in the securities. A case of Shizuoka Airport was examined conducting a survey on Shizuoka prefecture residents (n=89). The findings were that the investment positively changed users' attitude toward the airport utilization, which in turn, increases the load factor (LF) of a regional flight. However, given the symbiotic relationship with airlines, the LF increase rate should be controlled approximately between 1.7% and 4.9%. The potential customers should be targeted to those who live within two hours from the airport and use it two times per year. The model is applicable to other regions and contributes to symbiotic management of regional air transport system without depending on public funding.

研究分野：システム工学、経営科学、航空宇宙マネジメント

 キーワード：地域航空システム 共生型経営管理 地域住民投資 証券化 公共インフラサービス 統合モデリング
 システムダイナミクス

1. 研究開始当初の背景

(1) 従来、我が国の航空事業は運輸省を頂点とし、中層に大手航空3社(JAL、ANA、JAS)、その下に地域航空会社が位置するピラミッド構造により維持されてきた。1986年に始まる規制緩和は国家の保護体制を一変させ、競争力のある大手航空会社は競争に突入し、競争力に乏しい地域航空会社は公的補助に寄生する形で市場に残った。規制緩和後の新規参入により市場競争が更に激化した結果、大手航空会社も黒字路線との収益相殺により不採算路線を維持できず、地域航空ネットワークの縮小とそれを食い止める地方政府の財政支出増大が同時発生している。

(2) 地域航空の経営は不安定かつ不採算であり、解決策としては、運航費補助、赤字補填、着陸料減免等、公的補助による空港・路線の維持が通例である。米国ではいずれかの地域空港を経由すれば全米の各都市へ高速移動できることを連邦政府が保証する Essential Air Service (EAS)が存在し、欧州にも不採算の地域航空路線を公的資金によって支える Public Service Obligation (PSO)が存在するが、公的補助の非効率性が各国で批判されている。日本では国家による補助は離島路線に限定され、空港を所有する地方政府の負担が特に大きいとの批判もある。すなわち、地域航空を維持するための公的支援の非効率性は世界共通の課題である。

(3) これに対し、従来研究の多くは航空需要に基づき空港毎、路線毎の効率性を費用便益法や包絡分析法を用いて定量評価し、非効率性の排除を試みる。しかし、不採算地域航空への公的補助の根拠は地域の均衡的発展にあることを鑑みれば、相対的効率性のみで地域航空の存在意義を評価するのはやや早急である。また、一部の非効率性を排除しても、不採算航空路線自体の持続可能性は改善しない。非効率を理由に航空路線を廃止された地域の衰退は従来研究のアプローチでは解決することが困難である。

2. 研究の目的

(1) 本研究は、不採算の地域航空システムを対象として、住民投資の概念を取り入れた新たな共生型経営管理モデルを提案することを目的とする。欧米も含め、地域航空ネットワーク維持は公的補助に依存するのが一般的であるが、本研究は受益者である地域住民・地域産業等の出資による地域航空路線維持の可能性を検討する。

(2) 具体的には地域利用者投資スキーム(Local User Finance Initiative: LUF)を設計し、事例を用いた評価を行う。概念図を図1に示す。まず、特別目的会社を設立し、航空会社との間で地域航空路線の運航及び

チケット販売に係る委託契約を締結する。特別目的会社は当該路線の将来キャッシュフローを裏付資産とした証券を発行し、金融機関を通じて地域住民及び地域事業者を含む投資家に販売する。投資を行った地域住民等は配当を求め当該路線を利用するインセンティブが働き、当該路線の座席利用率は通常よりも高くなると想定される。結果、公的支援に過度に依存することなく、航空路線を持続的に維持することが可能になると考えられる。

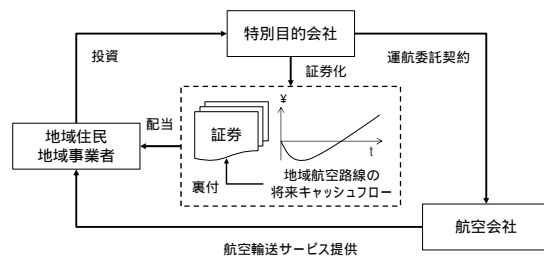


図1 地域利用者投資スキームの概念図

3. 研究の方法

(1) 富士山静岡空港を事例とし、全日本空輸(ANA)による運航を想定した評価を実施した。

同空港の経営は慢性的に赤字であり、毎年約4億円の一般財源が投入されている。また、開港前の需要予測142万人/年(5年後)に対し、実績値は439,811人(2012年)と実績値が予測値を大幅に下回っており、対策が急務であることが事例選定の理由である。

(2) 表計算ソフトウェアを用いて評価モデルを構築した。

収入モデルは、飛行距離(L_h)に座席数(S_i)、座席利用率($LF_{h,i,j,t}$)、イールド($Y_{j,t}$) (旅客1人を1キロ輸送する際の収入単価)を乗じて1便あたりの収入($R_{h,i,j}^{flight}$)を式(1)により求めた。1便あたりの収入($R_{h,i,j}^{flight}$)にフライト頻度(F_h)、年間飛行日数($D_{h,i,j,t}$)、運航率($O_{j,t}$)を乗じて年間営業収入($R_{h,i,j,t}^{annual}$)を式(2)により求めた。なお、投資スキームの効果として座席利用率の増加分($L\Delta$)を式(1)で考慮した。

$$R_{k,t}^{flight} = L_h \times S_i \times (LF_{h,i,j,t} + L\Delta) \times Y_{j,t} \quad (1)$$

$$R_{k,t}^{annual} = R_{h,i,j,t}^{flight} \times F_h \times D_{h,i,j,t} \times O_{j,t} \quad (2)$$

- ここで、h: 路線
- i: 機種
- j: 航空会社
- k: 特別目的会社
- t: 年

費用モデルは飛行距離(L_h)に座席数(S_i)とユニットコスト($UC_{j,t}$) (座席1席を1キロ

口輸送するために必要なコスト) を乗じて 1 便あたりの費用 ($C_{h,i,j}^{flight}$) を式 (3) により求めた。1 便あたりの費用 ($C_{h,i,j}^{flight}$) にフライト頻度 (F_h)、年間飛行日数 ($D_{h,i,j,t}$)、運航率 ($O_{j,t}$) を乗じて年間営業費用 ($C_{h,i,j,t}^{annual}$) を式 (4) により求めた。特別目的会社を想定し、販売管理費や営業外損益、特別損益は考慮しない。本事業以外に営業活動を行わないためである。本稿ではユニットコストのパラメータ値としてユニットレベニュー ($UR_{j,t}$) (1 座席を 1 キロ輸送する際の収入単価) を採用した。航空会社から航空輸送サービスを購入するにあたり航空会社の利益を考慮するためである。

$$C_{k,t}^{flight} = L_h \times S_i \times UC_{j,t} \quad (3)$$

$$C_{k,t}^{annual} = C_{h,i,j,t}^{flight} \times F_h \times D_{h,i,j,t} \times O_{j,t} \quad (4)$$

収入モデルと費用モデルの出力の差分から営業利益 ($P_{k,t}^{operating}$) 及び営業利益率 ($r_{k,t}^{operating}$) を求めた。地域利用者投資スキームは機関投資家を対象としたものではないため、ペイスルー課税の適用はなく、法定実効税率を 40% と想定して純利益 ($P_{k,t}^{net}$) 及び純利益率 ($r_{k,t}^{net}$) を求めた。さらに、純利益を投資家数 ($I_{g,m}$) で除して 1 株あたりの純利益 ($UP_{k,t}^{net}$) を求めた。

本評価モデルでは、資産を保有しない特別目的会社であることから事業価値が企業価値に一致すると仮定し、インカムゲインのみを考慮した。また、一人当たり投資額 ($V_{g,m}$) は一定であり、かつ、発行株式数は投資家数 ($I_{g,m}$) に一致すると仮定した。発行証券 (m) には空港を管轄する都道府県 (g) の住民が投資すると想定し、人口 ($N_{g,t}$) に投資意思保有率 ($W_{g,m}$) と投資実行率 ($Q_{g,m}$) を乗じて投資家数 ($I_{g,m}$) を式 (6) より求めた。投資総額 ($E_{g,m}$) は投資家数 ($I_{g,m}$) に一人当たり投資額 ($V_{g,m}$) を乗じて式 (7) より算出した。主要パラメータのベースライン設定値を表 1 に示す。設定には全日本空輸ホームページ及びアニュアルレポート、静岡県庁による公開データを用いた。

$$I_{g,m} = N_{g,t} \times W_{g,m} \times Q_{g,m} \quad (6)$$

$$E_{g,m} = V_{g,m} \times I_{g,m} \quad (7)$$

ここで、 g : 都道府県

m : 航空路線証券化による発行証券

表 -1 主要パラメータ設定値

記	パラメータ	値	単位
L	飛行距離	1,139	km
S	座席数	166	席
LF	座席利用率	60.6	%
Y	イールド	18.3	円/人/km
F	フライト頻度	2	便/日
D	運航日数	360	日/年

0	運航率	99.0	%
UC	ユニットコスト	10.1	円/席/km
UR	ユニットレベニュー	11.4	円/席/km
	ユー		

(3) 潜在的投資者と考えられる静岡県在住者を対象としたアンケート調査を実施した。

提案する地域利用者投資スキームは、航空路線の潜在利用者に投資を促すことで航空路線の利用を促す仕組みを前提としている。従って、事前の利用者の投資態度、及び投資の有無による利用態度の変化を分析する必要がある。調査項目は基本属性(性別、年齢、空港の年間利用回数、空港へのアクセス時間)に加えて、以下の 5 項目とした。意思及び態度については、6 段階の Likert 尺度を用いて測定した。

- 空港への支払意思額 (円/年)
- 証券への支払意思額 (円/年)
- 証券への投資意思
- 事前の空港利用意思
- 投資を仮定した空港利用態度

WEB 調査ソフトウェア Qualtrics を用いて調査票を作成し、2013 年 11 月 19 日から 23 日にかけて調査を実施した。結果、回答数 110、有効回答数 97 を得た。ここから支払意思額が外れ値となる 8 標本を除外し、89 標本を対象に分析を実施した。回答者の属性を表 2 に示す。

表 -2 標本の回答者属性 (n=89)

項目	水準	頻度	割合 (%)
性別	男性	61	68.5%
	女性	28	31.5%
年齢	<19	2	2.2%
	20-39	21	23.6%
	40-59	59	66.3%
	60<	7	7.9%
空港利用回数 (回/年)	0	65	73.0%
	1-2	17	19.1%
	2-4	5	5.6%
	5<	2	2.2%
空港へのアクセス時間 (分)	<30	36	40.4%
	30-60	40	44.9%
	60-90	5	5.6%
	90-120	5	5.6%
	120<	3	3.4%

4. 研究成果

(1) 静岡県在住者の投資態度への影響を空港への支払意思額及び証券への支払意思額の比較により分析した結果を表 3 に示す。自由度 7、有意水準 1% で二乗検定を行った結果、空港への支払意思保有者と証券への支払意思保有者の頻度には有意な関連が認められた。

富士山静岡空港への年間支払意思額については支払意思のない者が20名であり、500円から1,000円の間ピークが存在し、以降徐々に頻度が下がっている。これは空港に対して地域住民があまり関心を抱いておらず、金銭的負担をしたがらない傾向を示している。一方、証券への投資に対しては、支払意思のない者は12名と少なくなり、金銭的な負担に対する関心の高まりを読み取ることができる。また、空港に比べて証券への支払意思保有者のピークは5,000円から10,000円の間へと高額領域にシフトしている。支払意思額の平均値は空港が8,810円、証券が26,890円であり、t検定の結果1%水準で有意な差が認められた。これらはリターンを期待できる投資スキームの導入が支払意思額を増加させる効果があることを示唆している。

表-3 地域利用者の支払意思額

	支払意思額(円)	空港(人)	証券(人)
水準	0	20	12
	1-499	11	8
	500-999	23	8
	1,000 - 4,999	16	11
	5,000 - 9,999	8	21
	10,000 - 49,999	8	13
	50,000 - 99,999	2	14
	100,000>	1	2
支払意思額平均値(円)		8,810**	26,890**

**P<0.01

(2) 地域利用投資スキームは、地域利用者による投資を原資として地域航空路線の経営を維持する仕組みである。投資商品として成立するためには、地域利用者による投資総額が運航経費を上回る必要がある。よって、式(8)を当初の成立条件として導出した。

$$E_{g,m} > C_{k,t}^{annual} \quad (8)$$

アンケート調査で投資意志を明確に示した者は全体の3.30%であった。これを投資意思率($W_{g,m}$)と仮に見做し、かつ、人口($N_{g,t}$)に静岡県人口375万人を仮定すると、潜在的投資意思保有者数は123,750人と推算される。さらに、投資金額に対する投資実行率($Q_{g,m}$)を考慮して式(7)により投資総額($E_{g,m}$)を算出した。投資実行率($Q_{g,m}$)は支払意思のデータを累積で集計し(図2)、これを用いて証券への投資金額($V_{g,m}$)との関係を対数近似式により式(9)のとおり定義した。決定係数は0.926である。

$$Q_{g,m} = -0.126 \times \ln(V_{g,m}) + 1.5399 \quad (9)$$

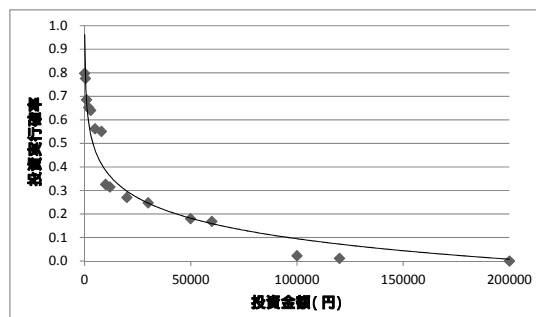


図2 投資金額($V_{g,m}$)と投資実行率($Q_{g,m}$)

投資総額($E_{g,m}$)について、投資金額($V_{g,m}$)を0円から200,000万円までの一様分布と仮定し、モンテカルロ法により1,000回のシミュレーションを実行した。結果、投資意思率($W_{g,m}$)3.3%のシナリオでは、一人当たり投資額74,714円、投資実行率12.60、投資家数15,593人で投資総額1,164,984,804円と最大値をとる結果を得た(図3)。一方、静岡-札幌路線の年間営業費用($C_{k,t}^{annual}$)は式(4)により1,533,702,393円と試算され、スキーム成立には投資総額がこれを上回る必要があるが、投資意思率3.30%のシナリオでは式(8)を満たす解は存在しなかった。投資意思率を変化させて成立条件を求めたところ $W_{g,m}=4.35\%$ で静岡-札幌路線の年間営業費用を上回る結果を得た(表4)。投資スキームの成立条件として投資意思率($W_{g,m}$)4.35%以上を導いた。

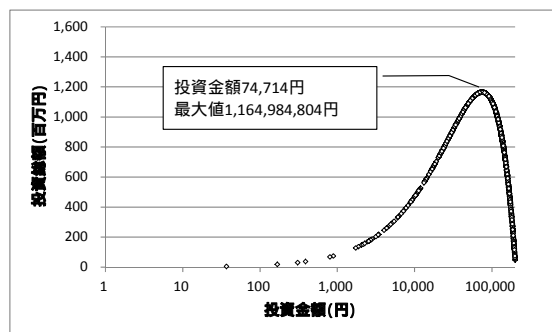


図3 投資金額($V_{g,m}$)と投資総額($E_{g,m}$)

表-4 投資意思率シナリオによる評価結果

項目	単位	投資意思率(3.30%)	投資意思率(4.35%)
地域人口	人	3,750,000	3,750,000
投資意思保有者数	人	123,750	163,125
投資額	円	74,714	74,714
投資実行率	%	12.60	12.60
投資家数	人	15,593	20,554
投資総額	円	1,164,984,804	1,535,661,787

(3) 地域航空路線が持続するためには、運航事業が経済合理的に成立することが必要である。本研究では評価モデルから出力された

当期純利益率の値を実際の航空会社の財務指標と比較することにより評価を行った。図4は座席利用率をパラメトリックに変化させ当期純利益率の変化を示す。座席利用率60.6%（2013年実績）のベースラインでは純利益率が-2.8%となった。これは公的支援が無い限り運航事業が経済合理的に持続する可能性は低いことを示唆している。また、損益分岐には62.3%以上の座席利用率が必要であり、ANA当期純利益率（2013）の2.9%に達するためには65.5%以上の座席利用率が必要であるとの結果が示された。この結果から、投資スキームに求められる需要創造効果（LFA）の要求値を推測することができる。損益分岐ラインを越えるのはLFA+1.7%、ANA当期純利益率（2013）を超えるのはLFA+4.9%である。すなわち、LFA+1.7%以下では赤字となり事業が経済合理的に成立しないが、一方、LFA+4.9%を超えると民間企業であるANAの利益率よりも優れた結果となり、航空会社の側に共生的経営管理への動機が失われる恐れがある。よって、地域利用者投資スキームに要求される座席利用率の押上効果LFAは1.7%～4.9%と推定した。

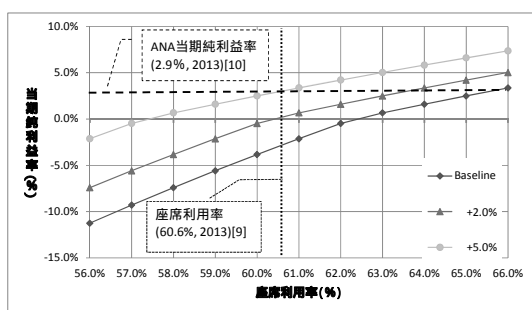


図4 座席利用率と当期純利益率の関係

(4) 運航面の経済成立性と航空会社との共生関係を考慮した場合、投資スキームに求められる座席利用率の押上効果は1.7%～4.9%程度が妥当との知見を得た。一方、投資スキームの成立には潜在的利用者の投資意思率4.35%以上が必要であり、投資スキームの地域への浸透も課題であることが判明した。証券への投資意思率は積極的IR活動によって改善する可能性はあるものの、行政が座席利用率を保証する等、地域住民等の投資リスクを低減する仕組みも検討の余地がある。

(5) 共生型経営管理モデルの妥当性を確認するため、福島空港を管轄する福島県庁観光交流局、静岡空港を管轄する静岡県庁文化・観光部を訪問し、担当者へのヒアリングを実施した。結果、地方議会を説得するため地域に密着した金融機関の協力が望ましいこと、加えて、路線毎にリスクの大きさを評価する仕組み作りが期待されることを確認した。今後、評価モデルの汎用化設計を行い、複数の地域航空路線の間で比較研究を実施する。

<引用文献>

国土交通省、航空輸送統計調査、2013
 全日本空輸、アニュアルレポート、2013
 全日本空、企業情報、2013年10月28日、
<http://www.ana.co.jp/ana-info/>
 松本勇、離島航空路線維持に関する諸問題、長崎県立大学論集 41(3)、pp.111-186 (2007).
 尾関淳哉、Malmquist 指数を用いた地方空港の生産性変化の計測、日本経済研究、No.59、pp. 22-41(2008).
 Feldhoff, T., 2002. Japan's regional airports: conflicting national, regional and local interests. *Journal of Transport Geography* 10 (3), pp. 165-175.
 Feldhoff, T., 2003. Japan's capital Tōkyō and its airports: problems and prospects from sub national and supranational perspectives. *Journal of Air Transport Management* 9 (4), pp. 241-254
 Grubestic, T., Matisziw, T., A spatial analysis of air transport access and the essential air service program in the United States. *Journal of Transport Geography*, Volume 19, Issue 1, pp. 93-105, 2011.
 Lian, J., Ronnevik, J., Airport competition - Regional airports losing ground to main airports. *Journal of Transport Geography* Volume 19, pp.85-92 (2011).
 Halpern, H., 2010. Marketing innovation: Sources, capabilities and consequences at airports in Europe's peripheral areas. *Journal of Air Transport Management* 16, pp. 52-58.
 Santana, I., 2009. Do Public Service Obligations hamper the cost competitiveness of regional airlines? *Journal of Air Transport Management* 15, pp. 344-349.
 William, G., Pagliari, R., A comparative analysis of the application and use of public service obligations in air transport within the EU. *Transport Policy*11, pp. 55-66, 2004.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

湊宣明、Business Model Canvas と System Dynamics の統合によるビジネスモデル設計評価手法、システムダイナミクス学会誌、査読有、12巻、2013年、41-56

〔学会発表〕(計10件)

Minato, N., Kobayashi, T. A user preference analysis for a hypersonic air transportation service. ATRS2014. Air Transport Research Society. July 17-20, 2014, Bordeaux, France.

Minato, N. Dynamic Analysis on a Corporate Scandal and Its Recovery Process. Asia Pacific Conference of System Dynamics. February 24, 2014, Senshu University, Tokyo, Japan.

Trucco, P., Minato, N., Careri, N. Resilience of transport systems under disaster: simulation-based analysis of 2011 tsunami in Japan. The IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, December 10-13, 2013, Bangkok, Thailand.

湊宣明、地域航空システムを持続させる共生型経営管理モデル、日本経営システム学会第51回全国大会、2013年12月7日-8日、広島経済大学、広島市、広島県。

〔図書〕(計1件)

湊宣明、Create Space社、3日で分かるビジネスシミュレーション、2013、218。

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

記載事項なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

湊 宣明 (MINATO, Nobuaki)

慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科・准教授

研究者番号：30567756