

国内便の大手航空と LCC 航空の運賃の数理モデル

2012SE210 ホウレイレイ 2012SE223 夏雨竹

指導教員：三浦英俊

1 はじめに

現在の日本は多くの空港や航空会社が存在しており、年間でおよそ 5800 万人に利用されている。飛行機は主に旅行、出張、実家へ帰るなどさまざまな目的に利用されていると考えられる。

最近、国内の航空会社は大手航空会社と格安航空会社 LCC (Low Cost Carrier) 航空会社二つに分けている。大手航空会社は主に全日空 (ANA)、日本航空 (JAL)、など規模が大きいな航空会社であり、LCC 航空会社は主にスカイマーク、ジェットスター、バニラエアなどがある。LCC とは、空港サービス、機内サービスなどを簡素化することによって、運賃を大幅に安くして、大手との競争に打ち勝とうとしている。そこで本研究では、実際の飛行機の利用データから、LCC の新しい路線を設置することを考えて、さらに、新規路線の運賃の予測を行う。

2 研究について

本研究は、大手航空会社と LCC 航空会社の運賃を比較することで、LCC の運賃はどのぐらい安いのかを分析して、さらに航空の利用人数データを用いて、LCC 路線と運賃を提案する。

3 利用するデータ

大手航空として ANA の正規料金を利用し、LCC 航空は日本で最も路線数の多いジェットスターの料金を分析に利用する。LCC 料金は 2015 年 6 月 4 日と 8 月 27 日に調べた普通料金から 21 割、28 割、45 割、60 割、75 割料金の平均を取って利用する。各空港の滑走路と毎日の着陸便数を利用する。

利用人数は国土交通省による『航空輸送統計調査の国内定期航空港間旅客流通表』から引用する。[2]

4 LCC の概要

4.1 LCC のメリット

[1] によれば、以下のようにまとめられる

- 運賃が安い
- 機材が新しい

5 LCC のデメリット

大手航空会社と比べて低コストであり手軽に利用できるようになったが、その分様々なサービスが省略されている。

- 機内食、飲み物、毛布、エンターテイメント等が有料
- マイレージが貯まらない
- 預け荷物が別途有料、預け荷物の重さ制限を厳格に適用

- 燃料をあまり余分に積まないで、上空待機しない
- 遅延が多く発生する
- 機材故障等の理由をつけてフライトをキャンセルする、さらにフライト欠航の時は全て自力解決、自己負担
- 座席のシートピッチが狭い、かつ自由席である、あるいは指定席制でも事前指定ができない
- 乗り継ぎが面倒な LCC もある

6 使用するソフトウェア

EXCEL のデータ分析機能を利用して、大手航空会社、LCC それぞれの料金を重回帰分析する。LCC 便の有無と利用人数でカイ二乗検定で分析する。

7 重回帰分析

7.1 記号説明

以下のように変数を定義する。

- 二つの空港 i, j 間の距離 $\dots L_{ij} (km)$
- 運賃 $\dots N (\text{円})$
- 空港 i の経度 $\dots X_i$
- 空港 i の緯度 $\dots Y_i$

7.2 空港間距離

二つの空港 i, j の経緯度を、 (X_i, Y_i) および (X_j, Y_j) とすると、地球を半径 $6370km$ の球と仮定したときの二つの空港の大円距離 $L_{ij}(km)$ は、

$$L_{ij} = 6370 \cdot C$$

によって計算できる、ただし、

$$C = \arccos(\sin Y_i \sin Y_j + \cos Y_i \cos Y_j \cos(X_i - X_j))$$

である。

7.3 重回帰分析の概要

中部国際空港、関西国際空港、羽田空港それぞれについて、各空港から国内の空港への年間利用人数と正規料金 ANA のデータを使用して、重回帰分析を行った。

LCC 航空も同様に、中部国際空港、関西国際空港、成田空港において、各空港から国内の各地の利用人数と 6 月 4 日に調査した 21 日後、28 日後、45 日後、60 日後、75 日後の平均料金を使用して、重回帰分析を行った。

- 運賃 $\dots y (\text{円})$
- 距離 $\dots L (km)$
- 利用人数 $\dots P (\text{人})$

$y = a_1L + a_2P + a_0$ という重回帰式を求める.

7.4 重回帰分析の結果

中部国際空港にて、ANA における国内便を重回帰分析の結果は表 1 と表 2 のようになった。

表 1 中部国際空港 ANA における分析結果

回帰統計	
重相関 R	0.938
重決定 R ²	0.881
補正 R ²	0.864
標準誤差	3922.430
観測数	17

表 2 中部国際空港 ANA における分析結果 2

	係数	t
切片(α ₀)	14608.952	6.02
距離(α ₁)	30.881	10.15
人数(α ₂)	-0.0095	-1.69

重回帰分析の重回帰式は

$$Y = 30.881X_1 - 0.0095X_2 + 14608.952 \text{ となる.}$$

この式に距離、利用人数を代入すると、2 空港間の運賃 Y を予測することができる。しかし、予測が外れることもある。その原因として、重回帰式の当てはまりの悪さがある。

重決定係数 (R^2) は、 $0 \leq R^2 \leq 1$ が成り立ち、1 に近いほうが重回帰式がデータによく当てはまっていると言える。

中部国際空港の結果から見ると、 R^2 は 0.881 なので、1 に近く、求めた重回帰式はデータにとってもよく当てはまっていると考えられる。

t 値はそれぞれの説明変数が目的変数に与える影響の大きさを表し、絶対値が大きいほど影響が強いことを意味する。距離と利用人数の t 値はそれぞれ 10.152 と -1.694 になるので、運賃に大きな影響があると言える。

次は LCC における国内便の重回帰分析の結果は表 3 および表 4 のようになった。

ANA と LCC の分析の結果によって、LCC の重決定係数 R^2 の値は、ANA より大きいから、重回帰式がデータによりよく当てはまっている。切片 (a_0) の値からみる

表 3 中部国際空港 LCC における分析結果

回帰統計	
重相関 R	0.972
重決定 R ²	0.944
補正 R ²	0.889
標準誤差	1155.657
観測数	5

表 4 中部国際空港 LCC における分析結果 2

	係数	t
切片(α ₀)	-3982.37	-1.72
距離(α ₁)	17.59	5.38
人数(α ₂)	-0.00435	-1.32

と、ANA の基底料金が LCC よりかなり高いことが分かる。距離 (a_1) が 1km 増やすと ANA の料金が LCC の料金より 13 円高くなる。人数 (a_2) の関係はあまりないということがわかる。

8 記録

ジェットスターの、中部国際空港から目的地別の価格を 6 月 4 日に調査した。調査した価格は、6 月 4 日から 2 1 日後、2 8 日後、4 5 日後、6 0 日後、7 5 日後のものである。

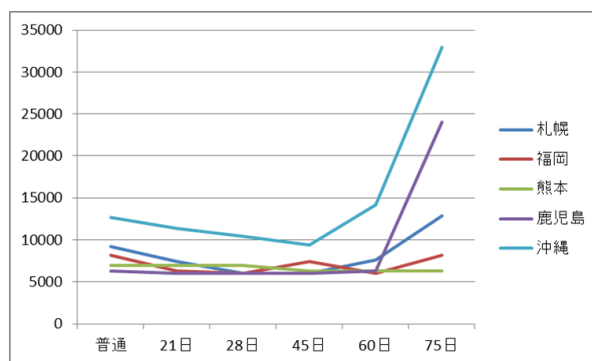


図 1 6 月 4 日の記録

図 1 のように、早いほど運賃が安いわけではないことが分かる。6 月 4 日において 7 5 日後が夏休みに入ること、運賃が高くなったことを予測できる。(季節や休みの時期による)

さらに、目的地によって、価格の差もでてくる。航空会社が新幹線が通っている地方と競争するために、運賃の設定が少し低くなっている。逆に、新幹線が通っていない地方は、競争者がいないので、運賃の設定が高くなっている。

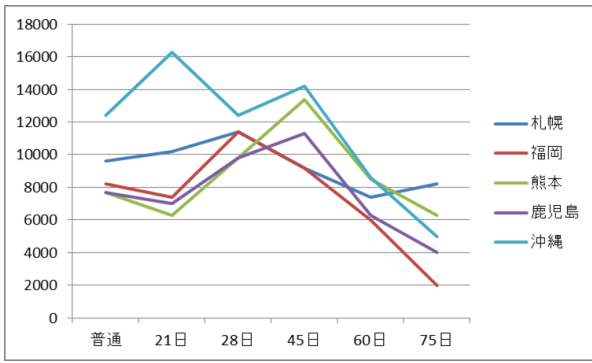


図2 8月27日の記録

図2も図1と同様に、8月27日において45日後がシルバークエストに入ることによって、運賃の変化も激しくなっている。それ以降は徐々に減っていく。以上の二つの記録により、時期によって運賃が異なることがわかる。

9 予測と比較

表5 ANAの予測と比較

路線	予測値 (円)	正規料金 (円)	残差 (円)
中部-札幌	35376	42210	6834
中部-成田	25181	21050	-4131
中部-福岡	33010	28810	-4200
中部-那覇	47342	43610	-3732
関西-札幌	39248	46300	7052
関西-福岡	29605	24600	-5005
関西-那覇	40145	38400	-1745

表6 LCCの予測と比較

路線	予測値 (円)	正規料金 (円)	残差 (円)
中部-札幌	8484	8173	-311
中部-福岡	6906	7007	101
中部-那覇	15160	15173	13
関西-札幌	7671	7423	-248
関西-福岡	5583	5807	223
関西-那覇	7924	8173	250

重回帰分析の結果の予測値から見ると、残差が大きい航空便と少ない航空便がある。残差がマイナスになっている原因は正規料金を安くしているためであり、それは新幹線

への対抗が目的である。重回帰分析に新幹線の有無を変数として計算すると、大きな影響はないと判断できる。

LCCの方の残差は激しくないが、元々料金の設定が安いので、差が大きくないには当然。大手航空の正規料金とLCC料金を比較すると、LCCの方がかなり安いことが分かる。大体2-4割前後になっている。

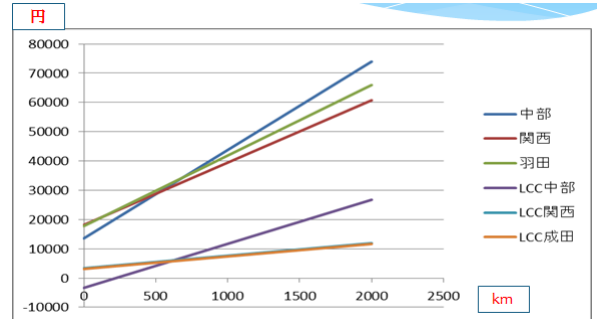


図3 3空港のANAとLCCの料金の比較

図3から見ると、中部国際空港の料金が他の空港と比べたら、一番高く設定していることが分かる。逆に一番安く設定しているのは関西国際空港である。

LCCの方でも、中部国際空港の料金が一番高い、関西国際空港と成田空港の料金がほぼ変わらないと言える。

10 カイ二乗検定

カイ二乗検定とは、2つの事象A(LCCの有無),B(利用人数)について、独立かどうかを検定する方法である。

表7 4万人の場合

	LCCあり	LCCなし	合計
4万以上	23	109	132
4万未満	4	67	71
合計	27	176	203
期待値	17.55665	114.4433	
期待値	9.44335	61.55665	p値 0.018317

表7のように、4万人の場合はp値が「0.018317」と表示された。自由度1、有意水準が「0.05」未満なので、有意差があり、LCCの有無が年間利用人数と関連があると言える。それで、LCC便を設定してよいと判断した。

表8 3万人の場合

	LCCあり	LCCなし	合計
3万以上	23	127	149
3万未満	4	49	53
合計	27	176	203
期待値	19.81773	129.1823	
期待値	7.049261	45.95074	p値 0.150299

表8のように、3万人の場合はp値が「0.150299」と表

示された。自由度 1、有意水準が「0.05」より大きい LCC の有無が年間利用人数と関連がないと言える

10.1 期待値

EXCEL の CHITEST 関数により、観測値を使ってカイ二乗分布の確率を求められる。EX のシート上にあらかじめ期待値を求めておく。期待め方は該当セルの行と列の周辺度数同士を掛けて総除す。

$$P \text{ 値} = \text{chitest}(\text{観測値範囲}, \text{期待値範囲})$$

図 4 によって、利用人数が 4 万人以上かつ LCC

中部から	人数	LCCの有無
札幌	604142	1
那覇	473596	1
福岡	386116	1
成田	203848	1
鹿児島	176638	1
仙台	122288	0
宮崎	88852	0
熊本	71831	1
長崎	64325	0
松山	50312	0
函館	48256	0
石垣	40846	0

図 4 中部国際空港の現状

でない空港をピックアップした結果は次の 12 路線になる。

- 中部ー仙台 中部ー宮崎
- 中部ー長崎 中部ー松山
- 中部ー函館 中部ー石垣
- 大阪ー熊本 大阪ー長崎
- 大阪ー高知 大阪ー秋田
- 関西ー鹿児島 関西ー長崎

11 滑走路と着陸便数の関係

図 5 によって、新千歳、仙台、福岡、那覇、羽田の五つの空港が混雑しているのも、これ以上に便数を増やすことができない。

12 提案

図 4 のように、中部国際空港から各空港まで LCC が飛んでいるかを表示する。以上、カイ二乗検定の結果に基づいて、滑走路の混雑状況も考えた上で、中部を中心として、東海地方を含めて、以下のように LCC 便を増やす提案を挙げた。

- 中部ー宮崎 中部ー松山 中部ー長崎
- 大阪ー熊本 大阪ー秋田
- 関西ー鹿児島 関西ー長崎

を提案したい。

運賃の設定は、つぎの式

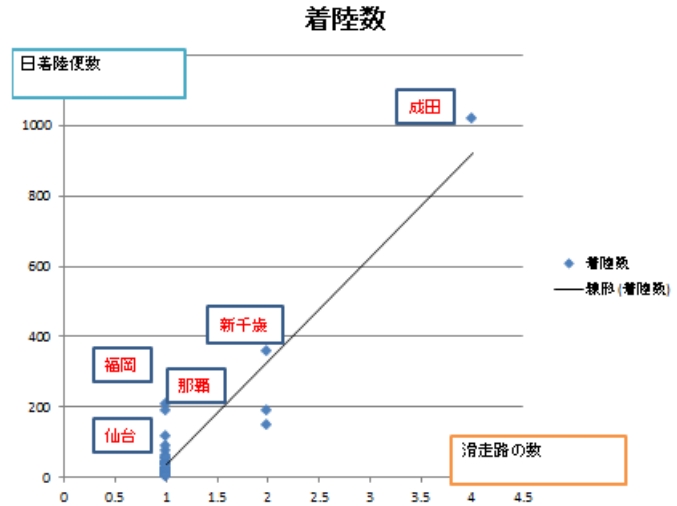


図 5 着陸便数と滑走路数の関係

$$N = (30.193L + 13567)$$

に代入し、予測正規料金を求め、さらに 2-3 割りの値段を取って、LCC の予測料金として使う。

13 今後の課題

中部だけではなく、全国を範囲として研究を展開していきたいと思う。今回提案した路線は実際に設定したら、どのぐらい利用できるかをアンケートを行い、その利用率と利用人数を研究していきたい。

参考文献

- [1] 格安航空会社 LCC ガイド,
http://lcc-airline.com/lcc/merit_demerit.php, 2015 年 9 月アクセス
- [2] 国土交通省:
第 9 表『航空輸送統計調査の国内定期航空港間旅客流動表』
<http://www.mlit.go.jp/k-toukei/11/annual/11a0excel.html>, 2015 年 9 月アクセス
- [3] 国土交通省:
平成 26 年空港管理状況調査
http://www.mlit.go.jp/koku/15_bf_000185.html, 2015 年 11 月アクセス
- [4] 東京大学教養学部統計学教室、統計学入門、東京大学出版会、(1991)
- [5] ANA 国内線ホームページ,
<https://www.ana.co.jp/asw/index.jsp?type=d>, 2015 年 7 月アクセス
- [6] ジェットスターホームページ,
<http://www.jetstar.com/jp/ja/home>, 2015 年 6 月アクセス