

## 機械学習を用いた航空路線における便数の予測に関する分析

金沢大学大学院 自然科学研究科 地球社会基盤学専攻 学生会員 ○諏訪 太紀  
 金沢大学 融合研究域 融合科学系 正会員 藤生 慎  
 金沢大学 融合研究域 融合科学系 正会員 森崎 裕磨  
 金沢大学大学院 自然科学研究科 地球社会基盤学専攻 学生会員 森脇 佑太

### 1. はじめに

我が国における国内航空路線については、1997年のダブル・トリプルトラック参入基準の廃止や2000年2月に航空法改正による需給調整規制の廃止等の規制緩和により、航空事業者は就航路線と便数を原則自由に設定できることとなった。便数の減少は、移動の利便性を低下させるだけでなく、空港周辺地域の社会経済にも負の影響を及ぼすものである。特に、地方においては、移動の代替手段が豊富ではなく、利用者が被る不経済は著しく大きいと言える。さらに、便数の少ないローカル線（新千歳—山形など）において便数の減少は路線の撤退の大きな要因になる。したがって、撤退リスクの把握を行い、リスクの高い路線においては、路線の維持に寄与するような戦略的プロモーションを実践することが必要である。本研究では航空路線における撤退のリスク把握の事前検討として、便数の将来予測を行う。各路線において、将来の便数の増減が分かれば、路線の撤退リスクの把握に繋がるものと考えられる。

本研究では、国土交通省が毎年取りまとめている航空輸送統計年報、気象庁が公開している気温や降

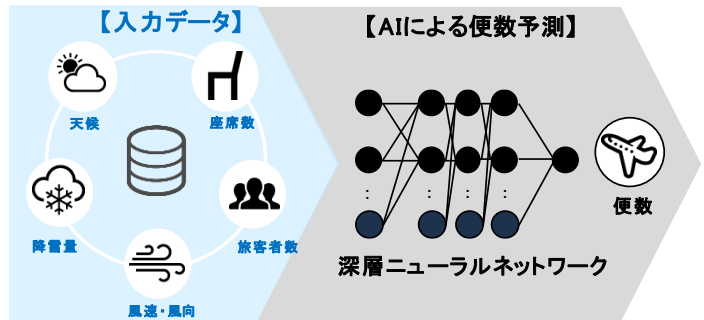


図-1 深層ニューラルネットワークによる便数予測モデルの概要

水量などの気象データを用いた便数予測モデルを深層ニューラルネットワークにより作成した。作成した予測モデルの概要を図-1に示す。

### 2. 既往研究

路線撤退に関する研究として、藤生ら<sup>1)</sup>の研究がある。藤生ら<sup>1)</sup>は、航空輸送統計年報を用いて路線撤退の現状を把握し、比例ハザードモデルを推定し、航空事業者の路線撤退の要因について分析している。その結果、路線撤退要因には、需要のトレンド・変動率・ロードファクター・乗り入れ路線数・新幹線の有無などが影響を及ぼしていることを明らかにしてい

表-1 航空輸送統計年報データ例

区分 月別	区間 (km)	運航 回数	運 航 キロメートル	運航時間 (時：分)	旅 客					利用可能 トンキロメートル	重量利 用率(%)
					旅客数	座席数	人キロメートル	座席キロメートル	座席利 用率(%)		
東京(羽田)—稚内線											
1	羽田—稚内	54	64,530	104:46	3,693	8,920	4,413,135	10,659,400	41.4	1,118,418	30.2
2	1,195km	54	64,530	105:15	3,056	8,944	3,651,920	10,688,080	34.4	1,161,018	24.1
3		58	69,310	110:31	1,517	9,584	1,812,815	11,452,880	15.1	1,201,914	11.7
4		16	19,120	30:10	320	2,656	382,400	3,173,920	12.1	333,988	8.9
5		0	0	0:00	0	0	0	0	0.0	0	0.0
6		0	0	0:00	0	0	0	0	0.0	0	0.0
7		0	0	0:00	0	0	0	0	0.0	0	0.0
8		62	74,090	118:26	5,267	10,252	6,294,065	12,251,140	51.4	1,312,500	36.1
9		6	7,170	11:36	966	1,316	1,154,370	1,572,620	73.4	199,372	43.4
10		34	40,630	65:32	4,316	5,332	5,157,620	6,371,740	80.1	681,712	57.0
11		4	4,780	7:39	279	572	333,405	683,540	48.1	70,930	35.3
12		11	13,145	23:19	504	1,562	602,280	1,866,590	32.1	195,550	24.7
暦年	羽田—稚内	150	179,250	278:12	10,504	24,652	12,552,280	29,459,140	42.1	3,148,138	29.9
	稚内—羽田	149	178,055	298:02	9,414	24,486	11,249,730	29,260,770	38.1	3,127,264	27.7
計	計	299	357,305	577:14	19,918	49,138	23,802,010	58,719,910	40.1	6,275,402	28.9

キーワード 航空, 深層ニューラルネットワーク, 便数予測, AI

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学大学院 自然科学研究科 交通・防災まちづくり研究室

る。しかし、幹線データのみを用いて分析を行っており、主に地方路線を運航しているグループ会社（JAL エクスプレスやエアーニッポン等）の運行データを考慮していないため、地方間を結ぶ路線を含めた路線撤退の要因は明らかにされていない。したがって、日本の航空市場で行われている路線撤退メカニズムを必ずしも的確に表現できていないわけではない。

Takada and Fujiu<sup>2)</sup>は、藤生ら<sup>1)</sup>で作成したモデルの改良を行い、路線撤退メカニズムを明らかにしている。モデルの改良点は、分析対象事業者をJAL,ANAに分け、主に地方路線を運航しているグループ会社も分析の対象とした点、さらに航空事業者本体がグループ会社に運行を移譲した路線も分析の対象とした点である。つまり、事業者別の路線撤退要因の分析を行った点である。その結果、JAL・ANAともに、旅客数・ロードファクター・運行回数の分散の変化が相対的に大きくなるほど路線から撤退しやすいことを明らかにしている。しかし、これら一連の分析は、各種運行データの平均、分散ダミー変数を用いてモデルを構築し、路線撤退に及ぼす影響要因を明らかにしているが、変数の設定に課題が残されていた。

このように、航空路線の撤退に対して、比例ハザードモデルを用いた生存分析による撤退確率により、撤退リスクを定量的に算出している研究は存在する。本研究は、路線の撤退リスクの把握にむけて、各路線における将来便数の予測を行うものであり、深層学習を用いて便数の予測を行っている研究は存在せず、本研究は有用であると言える。

### 3. 使用データ

本研究では、深層学習モデルの入力データとして、国土交通省が毎年取りまとめている航空統計年報「第3表 国内定期航空路線別、区間別、月別運行及び輸送実績」と気象庁のHP<sup>3)</sup>から入手可能である過去の気象データを使用した。航空輸送統計年報の第3表は、表-1に示すように幹線データ、ローカル線データに分かれており、それぞれ路線距離、運行回数、運行キロメートル、さらに旅客に関しては旅客数、座席数、人キロメートル、座席キロメートル、座席利用率などを把握することが出来る。気象庁より入手可能である過去の気象データは月別最大気温や、降水量、降雪量など基本的な気象データを得ることができる。本研究では上記したデータを入力とし、航

空輸送統計年報より得られる便数を予測する深層学習モデルの構築を行う。

### 4. 深層学習による便数予測モデルの構築

本研究では、深層学習モデルとして、2つの全結合層を隠れ層としてもち、1つの連続値（便数）を出力する出力層からなる深層ニューラルネットワークとして用いた。ここで、中間の2つ全結合の全結合層のノード数は64とし、活性化関数はReLU関数を採用した。ニューラルネットワークは学習時に誤差関数を最小とするようにネットワークのパラメータを最適化することで高い精度を発揮することが出来る。本研究では、最小化する誤差関数として、予測値の平均値の距離にあたる平均二乗誤差（MSE:Mean Squared Error）を採用した。また、これを最小化する際の実最適化アルゴリズムとしてRMSpropを採用し、200epoch繰り返し学習を行い、最も正解率の高いパラメータをモデルのパラメータとした。

### 5. まとめと今後の課題

本研究は、路線の撤退リスクの把握にむけて、各路線における将来便数の予測を行った。本研究では、国土交通省が毎年取りまとめている航空輸送統計年報、気象庁が公開している気温や降水量などの気象データを用いた便数予測モデルを深層ニューラルネットワークにより作成した。結果として、座席数などの航空データと降水量や降雪量などの気象データを組み合わせこれを入力とした深層ニューラルネットワークにより航空路線における便数を予測できる示唆が得られた。便数の

増減に関連するデータはまだ存在すると考えられる。購買や地価のデータなどさらに入力値を検討することで予測モデルの精緻化を図る。

### 参考文献

- 1) 藤生慎, 横山茂樹, 高田和幸: 国内航空市場における路線からの撤退要因の分析, 土木計画学研究講演集, CD-ROM, Vol40,2009
- 2) Takada, K. and Fujiu, M.: Factors of Exit From The Route in Domestic Aviation Market in Japan, 12<sup>th</sup> Air Transport Research Society(ATRS) World Conference(oral session), 2011.
- 3) 気象庁 HP: <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>, (2022年3月5日最終閲覧)