

国内航空路線別の環境効率性

森長 誠¹・松井 孝典²・月岡 秀文¹

¹非会員 防衛施設周辺整備協会 調査研究室 (〒105-0014 東京都港区芝3-41-8)

E-mail: morinaga@dfcia.or.jp

E-mail: tsukioka@dfcia.or.jp

²正会員 大阪大学大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail: matsui@see.eng.osaka-u.ac.jp

本研究は、航空機旅客輸送という経済活動と、その運用に伴う各種環境負荷のトレードオフ構造を評価するためのデータベース構築を目的とし、国内旅客航空の路線ごとに環境効率に関する値を算出・整理した結果を報告する。環境効率は「旅客キロ/Emission排出量」として定義し、分子の「旅客キロ」は国土交通省における路線別の実績データを採用した。分母の「Emission排出量」は機種別のCO₂、HC、NO_x、CO、Noiseの単位負荷量を整理した後、路線ごとの機種配備率で重み付けを行いながら飛行回数で積分した。このようにして構築したデータベースに基づき、旅客キロによる経済的評価と環境効率による評価との違いを考察した。

Key Words : aviation transportaion, airport, resorce efficiency model, database

1. はじめに

国内・国際航空とも需要が増加する中、航空機からの二酸化炭素(CO₂)排出による地球規模の環境負荷と、炭化水素(HC)、窒素酸化物(NO_x)、一酸化炭素(CO)、騒音(Noise)などのLocal Air Qualityに関する環境負荷の増大について、国際民間航空機関(ICAO)ではこれら複数の環境側面の相互依存性を考慮した総合的な管理が重要であると述べている¹⁾。その一方で、大陸間移動や辺境地へのアクセス、大陸間物資輸送、遠隔地への短時間での輸送など、航空機が達成しうる様々な機能による経済的要求も同時に最適化する必要があり、環境-経済統合評価モデルの開発が求められる。このような背景の中、我々は航空機旅客輸送という経済活動と、運用に伴い生じる環境負荷を同時に評価するための環境効率指標の開発に取り組んでいる²⁾。上記のように遠隔地への移動などは事実上、航空機によってのみ達成される機能であるが、航空路線によっては車や電車、船舶など他の交通モードとの環境効率性を比較すべきものもある。例えば柴原ら(2008)³⁾は地域間高速交通機関である新幹線鉄道と航空を対象にLCAの考え方を用いてCO₂排出量と環境効率を評価すると共に、路線ごとの環境効率の優位性を比較している。また、各航空会社はより運行効率が高くなるように路線ごとの機材配備を行うが、とりわけLow Cost Car-

rier (LCC)に見られるように、近年はA320型機やB737型機など小型機(細胴機)へシフトする傾向に有る。細胴機へのシフトは経済効率の上昇と共に1飛行辺りの環境負荷も少なくなるというメリットがあるが、移動需要を満たすためには飛行回数を増加させる必要があるため、今後は空港容量と移動需要という制約条件をおいた中で環境効率性の観点からも路線ごとの最適な機材配備が求められる。このような背景のもと、我々は航空路線ごとの環境効率が評価できるデータの整備が必要であると考え、本稿では国内旅客航空の路線ごとにHC、NO_x、CO、CO₂、Noiseの5項目についての環境効率性を算定しデータベース化を試みた結果を報告する。

2. 路線別環境効率性データベースの構築

(1) 本稿で用いる環境効率の定義

本稿で用いる環境効率は、単位環境資源投入辺りの航空旅客サービスを最大化することを念頭に置き、式(1)のとおり定義する。

$$\text{環境効率} = \frac{\text{旅客キロ}}{\text{環境排出量}} \quad (1)$$

分子の旅客キロ (Revenue Passenger Kilometers) は有償旅客が搭乗し飛行した距離の合計であり、有償旅客数 (人) × 輸送距離 (km) で定義される。これらのパラ

メータは、毎年公開されている国土交通省の航空輸送統計年報の値が利用可能である⁴⁾。分母の環境排出量は、ICAOが設定しているHC、NO_x、CO、CO₂、Noiseの5項目を対象とし、それぞれの環境負荷について環境効率を算出する。航空機から排出されるHC、NO_x、COなどの大気汚染ガスや騒音は、主に離着陸時において地域環境へ負荷を与えるという側面を有する。これらは巡航時の排出による人体への影響が全くないわけではないが、巡航時の排出量の同定方法についてはICAOでも未だ検討中の事項であるため⁵⁾、ここでは空港を離着陸する際の空港周辺への影響評価に用いられるLTOサイクル（Landing and Take Off サイクル）での環境排出量を計算する。LTOサイクルとは、1機が3000フィート上空から滑走路に向かって降下・着陸し、滑走路を走行してそのまま離陸して3000フィート上空に達するまでのサイクルである。一方でCO₂などの地球温暖化ガスは全球への蓄積が問題となるため、LTOサイクル中の排出量に加えて巡航中の排出量を別途計上する。

(2) 機種別の環境負荷量の算出

本稿で対象とした航空機の機種と機種ごとの排出量を表-1に示す。これらの対象機種は我が国の国内旅客輸送で用いられている主な機種である。HC、NO_x、CO、CO₂はICAOのAircraft Engine Emission Databankをもとに機種ごとの排出量を算定した⁶⁾。また騒音値に関しては、EASA Noise Type Certificatsのデータベースをもとに算出し、離陸、着陸、水平方向での騒音値を合計した⁷⁾。両データベースは、LTOサイクルにおける排出量をエンジン型式ごとに整理したものである。それぞれの機種に搭載されるエンジンは複数のパターンが存在するため、機種ごとの環境排出量の算定には、エンジン型式ごとの排出量の平均値を用いた。これらのデータベースはLTOサイクルでの排出量に限定されるため、運航距離によって異なる巡航時のCO₂の排出量は別途計算する必要がある。このため、巡航時のCO₂に関してはICAOのCarbon Emission Calculator⁸⁾に記載されている機種別の距離計算方法で別

途算出する。

(3) 路線別環境効率

路線別の旅客キロデータは航空輸送統計年報に1年単位で示されている。このため、環境排出量についても同一年の飛行実績を加味した排出量として整理する必要がある。LTOサイクルは1飛行につき1回であるため、まず路線別の配備機種を整理し、機種ごとの1回のLTOあたりの環境排出量と飛行回数を積分して路線ごとの環境排出量を算出した。なお、配備機種は時期等により変動するものであるため、本データベースでは機種配備比率を自由に変更して機種ごとの年間回数が算出できる仕組みを採用しており、機種ごとの回数を任意に変化させて路線ごとの環境排出量を算出することができる。ここでは2013年7月時点の時刻表をもとに1日の路線別の機種配分比率を算出し、この比率と年間の総飛行回数から機種ごとの年間の飛行回数および路線別の環境効率を算出し、その結果を付録として示す。路線は航空輸送統計年報に示される全路線を対象としたが、一部、路線ごとの機種比率が不明なものがあつたため、付録ではそれらを除く175路線の結果を示している。

3. 環境効率性評価と旅客キロ評価の違い

本章では、付録に示したデータを用いて、単に旅客キロで路線間の効率性を比較した場合と、2章で定義した環境効率で比較した場合との路線別成績の違いについて示す。

旅客キロと環境項目ごとの環境効率を路線間で順位付けし比較した結果を図-1に示す。ここでは紙面の都合上、航空輸送統計年報で「幹線」と定義されている主要19路線での結果を示す。いずれの環境項目においても、旅客キロで評価した場合と環境効率で評価した場合とで、大きく順位が異なっていることが分かる。この違いを生じさせている要因は路線間での機種の違いによる環境排出量の違いであると考えられる。図-1中に、旅客キロと環

表-1 対象機種ごとの単位 LTO あたりの環境排出量

機種	HC [kg]	CO [kg]	NO _x [kg]	Noise [EPN dB]	CO ₂ [kg]
B747	4.04	27.43	65.62	300.0	11002.63
B777	0.53	19.23	51.50	283.1	7170.82
B787	0.26	10.43	29.16	275.0	2769.34
B767	1.19	15.02	26.90	288.6	5075.20
B737	0.92	12.12	8.61	273.4	2539.13
A320	0.57	6.19	9.01	273.3	2370.64
CRJ/EMB	0.33	5.40	3.46	263.3	1271.52
Prop	0.10	2.24	1.51	256.7	615.80

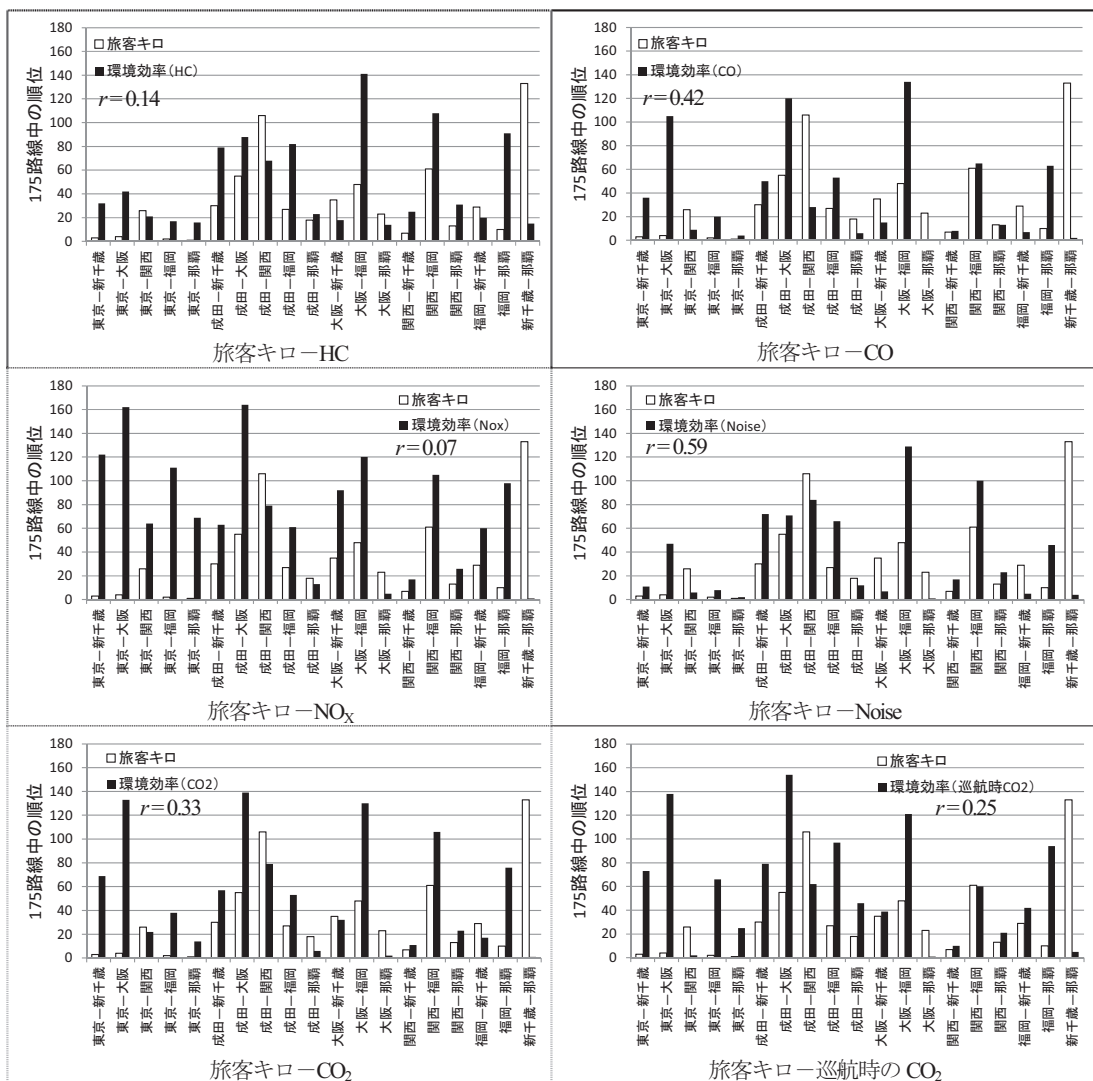


図-1 Emission別の環境効率性と旅客キロの比較

環境効率による順位を用いたスピアマンの順位相関係数を示している。Noiseでやや相関が高いが、その他はほぼ無相関であると言え、座席キロによる効率性評価に加えて環境効率性という視点も合わせて評価することが重要であると言える。さらに、路線ごとに全ての環境排出量の順位を合計し、その合計値の小さい方からの順位付けを行った。すなわち、環境負荷全体としての環境効率の順位付けを行った。その結果を図-2に示す。例えば東京-大阪間の路線に関して、旅客キロで評価すれば全路線中4番目に効率の良い路線という結果であったが、環境効率性で評価すると175路線中111番目という結果であった。この路線ではほとんどがB777やB767などの広胴機であり、B737やA320などの細胴機に比べて環境負荷が大きい機材となっていることが原因と考えられる。同じ広胴機であってもB787などより環境性能のよい機材導

入が進行中であり、これらの導入による環境効率性の増加が期待される。また、新千歳-那覇路線は飛行距離は国内最長であるが旅客数は少ないため旅客キロでみれば133番目であるが、B737のみによる路線であることなどを原因として、環境効率性は全体の2位と非常に高い。既に述べた通り、エアラインの経済的観点から保有機種的小型化が進行中である。基本的には、機材の小型化は1飛行辺りの環境負荷の低下に貢献すると考えられるが、座席数が減ることによる運行回数の増加も同時に伴う。従って、単純に細胴機の導入を促進すればよいという訳ではなく、空港容量も加味しながら、いかなる機種を何回飛行させれば地域間移動という社会需要を満たしながら環境効率を最大化できるかといった最適化計算も必要であると考えられる。例えば、図-2には示していないが、那覇-石垣路線では全ての便で細胴機を使用しているも

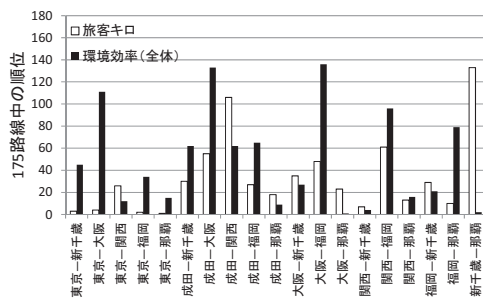


図-2 全項目での環境効率性と旅客キロの比較

の、旅客キロが全体の37位と上位であるにも係わらず環境効率は全体の151番目であり、旅客キロよりも非常に低い順位となっている。旅客キロを維持したまま環境効率も同時に上昇させるために、1飛行辺りの環境負荷を増やしても飛行回数を減少させるといった手段があり得るかもしれない。なお、今回は環境負荷全体としての環境効率の算出に、各環境排出量の環境効率の順位を合計して用いたが、本来は各環境負荷による影響を加味した重み付けが必要であると考えられる。例えば加藤ら(2004)⁹⁾では、被害算定型影響評価手法(LIME)に基づき、新幹線のライフサイクルにおけるCO₂、NO_x、SO_x、CH₄、N₂Oが人間健康に与える影響をDALYで統合化している。これらについては今回作成したデータベースを用いた検討を行う際の課題と考えている。

4. おわりに

本稿では国内旅客航空において、効率性評価指標として一般的に用いられている旅客キロに加え、航空機から排出されるHC、NO_x、CO、CO₂、Noiseの5項目を対象とした環境効率性指標を提案すると共に、路線ごとの評価が行えるデータベースを構築した。主な使用用途としては任意の路線における他の交通モードとの比較や、路線ごとの環境効率最適化を目指した機材別飛行回数のシミュレーションなどを想定している。

謝辞：本研究を行うにあたり、成田空港振興協会の篠原氏と成田空港株式会社の花香氏から貴重なご意見を頂戴した。ここに謝意を表す。

Acknowledgement：本研究は大阪大学大学院工学研究科と防衛施設周辺整備協会の共同研究（研究題目：NIMBY施設の地域共生事例と防衛施設への知識移転に関する研究）により実施したものである。

付録

今回対象とした全175路線の環境効率性データを巻末に掲載する。

参考文献

- 1) International Civil Aviation Organization (ICAO) : Environmental Report, 2010.
- 2) 森長誠, 松井孝典, 月岡秀文, 篠原直明: 航空旅客輸送における環境効率性に関するトレードオフ構造の分析, 環境システム研究論文発表会講演集, Vol.40, pp. 189-192, 2012.
- 3) 柴原尚希, 加藤博和: 地域間高速交通機関整備の地域環境負荷からみた優位性評価手法, 土木計画学研究・講演集, CD-ROM, Vol.37, 2008.
- 4) 国土交通省: 航空輸送統計年報, <http://www.mlit.go.jp/k-toukei/11/annual/11a0pdf.html>
- 5) ICAO : Airport Air Quality Manual First Edition, 2011.
- 6) ICAO : Aircraft Engine Emission Databank, <http://easa.europa.eu/environment/edb/aircraft-engine-emissions.php>
- 7) European Aviation Safety Agency : EASA Noise Type Certificates, <http://www.easa.europa.eu/certification/type-certificates/noise.php>
- 8) ICAO : Carbon Emissions Calculator Version 3, 2010.
- 9) 加藤博和, 柴原尚希: 被害算定型影響評価手法を適用した地域間高速鉄道整備のライフサイクルアセスメント, 土木計画学研究・講演集, CD-ROM, Vol.30, 2004.

(2013. 7. 19 受付)

THE CALCULATION OF RESOURCE EFFICIENCY IN EACH AIR ROUTE OF DOMESTIC AVIATION

Makoto MORINAGA, Takanori MATSUI and Hidebumi TSUKIOKA

The purpose of this study is developing a database which could be used to evaluate the economic aspect and the environmental load simultaneously in each airport to airport route for domestic aviation. The database contains the values of revenue passenger-kilometers per unit environmental load emission gas such as HC, CO, NO_x, Noise and CO₂ as the index of environmental efficiency. The data of revenue passenger-kilometers are actual value in the statistic annual report by national government. The amount of emission gas was estimated using ICAO database. The rank of 175 domestic air route evaluated by revenue passenger-kilometers is totally different with the rank of by environmental efficiency. This suggests the evaluation of environmental efficiency is needed in addition to economic-based evaluation toward environmentally sustainable aviation transportation.

付録(1) 路線別環境効率性データベース

路線	旅客キロ [人・km]	旅客キロ ランク	年間回数 [回]	HC LTO [人・km・g-1]	CO ₂ LTO [人・km・g-1]	Nox LTO [人・km・g-1]	Noise LTO [人・km・dB-1]	kg-CO ₂ LTO [人・km・kg-1]	巡航CO ₂ [人・km・kg-1]	環境効率 ランク
東京―新千歳	7,875,872.694	3	39,934	194.3	11.9	5.8	697.8	35.5	17.7	45
東京―大阪	2,576,330.424	4	21,866	171.2	6.9	2.8	409.3	19.3	12.0	111
東京―関西	721,522.854	26	7,800	314.2	17.5	10.1	938.9	58.2	35.8	12
東京―福岡	7,914,077.580	2	36,500	327.2	14.5	6.6	775.7	42.3	18.0	34
東京―那覇	8,466,644.746	1	20,536	332.6	22.3	9.8	1,450.1	62.5	21.6	15
成田―新千歳	643,751.048	30	7,199	126.2	10.5	10.1	327.1	36.7	16.8	62
成田―大阪	273,248.291	55	2,918	118.4	5.7	2.7	332.0	17.1	9.7	133
成田―関西	75,365.440	106	952	138.9	12.8	8.8	289.7	33.4	18.4	62
成田―福岡	685,111.230	27	7,369	125.6	10.3	10.5	340.1	37.9	15.4	65
成田―那覇	837,139.245	18	4,365	246.1	20.2	17.3	696.8	69.2	19.2	9
大阪―新千歳	546,777.594	35	2,423	322.9	15.9	7.9	810.9	48.6	19.6	27
大阪―福岡	364,316.290	48	9,628	70.8	4.8	6.0	141.6	20.7	13.6	136
大阪―那覇	779,819.384	23	1,688	582.0	36.8	21.2	1,657.6	114.7	42.6	1
関西―新千歳	1,878,964.780	7	11,067	225.8	18.6	16.9	618.8	64.8	24.7	4
関西―福岡	204,602.258	61	3,168	100.9	8.8	7.2	236.3	26.9	18.4	96
関西―那覇	1,305,475.470	13	8,514	200.5	16.4	15.2	558.7	58.2	22.4	16
福岡―新千歳	665,710.440	29	2,191	317.6	19.8	10.7	1,072.1	61.2	19.4	21
福岡―那覇	1,449,237.888	10	12,422	114.8	8.9	7.7	418.5	34.0	15.7	79
新千歳―那覇	41,323.620	133	129	347.7	26.4	37.2	1,171.7	126.2	28.7	2
東京―稚内	121,310.425	80	936	122.8	9.6	7.3	461.2	34.0	13.4	84
東京―釧路	464,501.136	40	3,634	148.8	11.8	11.3	463.9	44.8	20.6	32
東京―函館	817,171.188	21	5,617	162.1	8.9	4.2	510.7	25.7	13.7	90
東京―旭川	735,452.148	24	5,090	132.3	10.3	7.1	510.4	34.8	15.3	71
東京―帯広	504,994.500	38	5,075	108.0	8.2	11.6	364.0	39.2	19.2	57
東京―中継津	93,895.230	96	731	107.9	8.6	4.8	445.1	25.3	10.5	107
東京―女満別	479,958.484	39	3,660	126.5	9.8	8.0	468.5	36.2	15.2	69
東京―紋別	46,286.820	131	537	93.6	7.1	10.0	315.3	33.9	14.8	97
東京―青森	332,281.230	49	4,357	75.4	5.8	5.2	273.9	22.5	13.2	125
東京―三沢	147,859.305	72	2,162	74.2	5.6	7.9	250.1	26.9	16.0	114
東京―秋田	424,937.970	44	6,540	69.3	5.0	3.8	233.2	19.1	11.8	138
東京―大館	60,367.756	118	1,441	45.5	3.5	4.9	153.2	16.5	10.7	149
東京―山形	11,696.643	163	724	48.8	3.0	4.7	61.4	12.7	9.9	160
東京―庄内	165,291.291	69	2,900	54.0	4.2	3.2	202.8	15.0	10.6	147
東京―大島	1,539.810	174	656	23,472.7	1.0	1.6	9.1	3.8	4.5	155
東京―三宅島	1,391.056	175	272	51,141.8	2.3	3.4	19.9	8.3	7.8	142
東京―八丈島	64,520.281	114	1,978	47.5	4.0	3.7	119.3	13.4	11.3	158
東京―富山	430,745.580	43	4,301	138.1	7.9	3.6	355.4	25.5	13.7	102
東京―金沢	823,622.976	19	8,140	98.8	6.3	3.1	352.3	18.1	12.3	122
東京―能登	76,917.310	103	1,452	57.5	4.4	6.2	193.8	20.9	15.9	131
東京―南紀白浜	60,452.534	117	2,160	84.6	5.2	8.1	106.3	22.0	15.3	121
東京―神戸	565,284.505	33	5,715	109.2	7.4	6.1	357.7	28.8	18.0	93
東京―鳥取	188,715.644	62	2,855	100.5	8.6	7.4	241.8	27.4	16.5	99
東京―米子	315,155.328	51	3,777	87.1	6.9	5.2	298.6	23.7	13.3	117
東京―出雲	394,753.626	46	3,764	101.9	7.9	6.6	375.3	29.5	16.5	93
東京―石見	53,517.535	123	723	80.4	6.1	8.6	270.7	29.2	14.9	108
東京―岡山	631,791.255	31	7,290	117.6	6.4	3.7	312.7	23.0	12.0	118
東京―広島	1,461,945.560	9	12,254	157.2	8.3	4.6	428.8	28.2	14.3	91
東京―岩国	14,899.287	159	152	131.5	10.7	11.1	358.6	39.9	19.2	42
東京―山口宇部	734,591.165	25	6,566	147.1	9.2	5.7	403.4	35.2	13.1	85
東京―徳島	554,196.693	34	7,261	74.2	5.7	4.8	273.1	21.5	13.2	131
東京―高松	817,974.216	20	8,743	108.0	7.5	4.6	334.1	25.8	13.1	115
東京―松山	1,217,410.878	14	8,746	178.6	9.7	5.1	497.3	31.9	14.9	77
東京―高知	672,837.200	28	6,542	97.4	7.6	5.8	366.0	27.0	15.1	101
東京―北九州	1,076,198.998	16	12,264	138.7	12.1	9.8	321.1	36.6	17.8	53
東京―佐賀	331,613.190	50	3,159	140.8	11.5	11.9	384.0	42.8	18.3	39
東京―長崎	1,580,949.594	8	10,215	183.2	10.9	7.4	558.6	39.6	16.8	43
東京―熊本	2,060,502.552	6	14,471	164.1	11.4	9.1	514.9	44.5	18.7	38
東京―大分	1,039,792.448	17	9,490	109.8	8.5	7.9	394.5	33.6	16.5	80
東京―宮崎	1,348,769.235	12	13,102	126.0	9.1	8.7	375.2	38.4	16.4	66
東京―鹿児島	2,434,526.523	5	15,394	190.9	12.2	8.3	570.3	46.0	17.9	37
東京―奄美	115,944.076	82	719	175.0	13.3	18.7	589.8	63.5	24.1	12
東京―久米島	15,828.378	156	94	182.8	13.9	19.6	615.9	66.3	18.9	20
東京―宮古	140,559.680	73	746	204.5	15.5	21.9	689.2	74.2	20.8	6
東京―石垣	230,416.739	57	1,070	213.0	16.5	14.6	773.3	63.6	24.4	8
成田―旭川	167,543.250	68	1,817	100.1	7.6	10.7	337.3	36.3	32.2	59
成田―仙台	33,942.615	141	1,442	25.6	1.9	2.7	86.1	9.3	7.2	166
成田―新潟	4,602.090	170	553	83,220.4	3.7	5.5	32.4	13.5	8.7	134
成田―金沢	28,617.360	146	1,433	60.3	3.7	5.8	75.9	15.7	9.8	154
成田―中部	183,930.500	64	3,743	65.3	4.3	3.2	178.8	15.4	9.8	147
成田―広島	43,450.628	132	1,448	73.1	5.3	5.7	112.6	18.3	9.1	145
成田―鹿児島	24,555.580	150	270	159.6	14.7	10.1	332.8	38.4	15.4	47
大阪―釧路	13,810.232	160	100	242.3	22.3	15.3	505.3	58.3	23.1	14
大阪―旭川	7,865.880	167	62	137.7	10.5	14.7	464.0	50.0	20.2	30
大阪―青森	101,699.730	90	2,214	138.8	8.5	13.3	174.5	36.1	18.6	67
大阪―花巻	110,024.550	88	2,354	141.2	8.7	13.5	177.5	36.8	21.1	50
大阪―仙台	794,215.983	22	10,441	130.1	9.1	7.8	281.6	32.9	18.9	75
大阪―秋田	107,897.959	89	3,606	150.6	7.2	11.2	114.8	29.6	15.4	93
大阪―山形	60,313.330	119	2,175	83.8	5.1	8.0	105.3	21.8	13.3	130
大阪―福島	76,340.516	105	3,323	78.1	4.6	7.1	87.5	19.2	13.2	137
大阪―新潟	210,470.559	60	6,407	103.5	6.0	8.9	125.1	26.0	17.5	105
大阪―嵯峨	13,479.414	161	723	20.2	1.5	2.2	68.2	7.3	6.8	168
大阪―石見	2,094.030	173	100	209,403.0	9.3	13.9	81.6	34.0	22.6	44
大阪―松山	182,012.670	65	7,999	55.2	3.5	3.9	85.8	13.9	12.4	155
大阪―高知	84,229.200	98	6,513	23.3	1.7	2.1	48.3	6.9	7.4	169
大阪―長崎	188,197.720	63	4,357	69.0	4.9	7.2	161.0	22.7	15.0	129
大阪―熊本	266,026.464	56	6,606	83.8	5.7	7.5	151.2	24.1	16.4	116

付録(2) 路線別環境効率性データベース

路線	旅客キロ [人・km]	旅客キロ ランク	年間回数 [回]	HC LTO [人・km・g ⁻¹]	CO ₂ LTO [人・km・g ⁻¹]	Nox LTO [人・km・g ⁻¹]	Noise LTO [人・km・dB ⁻¹]	kg-CO ₂ LTO [人・km・kg ⁻¹]	巡航CO ₂ [人・km・kg ⁻¹]	環境効率 ランク
大阪—大分	82,382,916	99	4,326	153.3	5.6	8.5	73.5	22.1	16.8	105
大阪—宮崎	293,432,208	52	6,931	73.1	5.4	6.2	157.4	21.4	15.4	128
大阪—鹿児島	447,011,955	41	8,745	59.9	4.3	3.0	183.9	15.6	8.2	152
大阪—奈良	79,943,837	101	794	109.3	8.3	11.7	368.3	39.7	19.9	49
関西—函館	111,851,271	85	1,095	110.9	8.4	11.9	373.6	40.2	17.7	57
関西—旭川	84,672,626	113	639	109.9	8.4	11.8	370.2	39.9	15.0	68
関西—女満別	54,143,586	122	366	160.6	12.2	17.2	541.1	58.3	20.7	24
関西—長崎	79,162,272	102	1,103	125.9	11.6	8.0	262.6	30.3	19.3	70
関西—鹿児島	95,967,108	95	1,110	151.7	14.0	9.6	316.3	36.5	23.5	40
関西—石垣	175,617,535	66	1,088	200.7	15.9	18.5	590.5	65.0	19.7	11
新千歳—稚内	13,437,123	162	1,336	35.3	2.4	1.9	38.0	6.7	5.6	170
新千歳—釧路	25,953,384	148	2,117	64.5	3.4	3.1	46.8	10.2	10.2	162
新千歳—函館	9,431,037	166	1,405	67,124.8	3.0	4.4	26.2	10.9	11.9	135
新千歳—利尻	5,954,608	169	242	26.7	2.0	2.9	90.0	9.7	9.1	163
新千歳—中標津	34,892,704	138	2,156	161,840.0	7.2	10.7	63.1	26.3	21.1	73
新千歳—紋別	3,013,912	172	182	18.0	1.4	1.9	60.6	6.5	6.1	171
新千歳—女満別	50,040,378	128	4,181	72.6	3.1	4.8	46.3	12.7	12.4	155
新千歳—青森	25,855,233	149	2,339	33.4	2.0	3.2	42.0	8.7	9.3	164
新千歳—花巻	41,212,750	134	2,384	52.2	3.2	5.0	65.7	13.6	11.6	159
新千歳—秋田	32,905,154	144	2,074	79.9	3.8	5.9	60.9	15.7	13.0	146
新千歳—茨城	122,078,118	79	1,451	91.3	6.9	9.8	307.7	33.1	19.1	86
新千歳—松本	33,535,747	143	723	140.1	8.6	13.4	176.2	36.5	18.7	62
仙台—新千歳	424,544,336	45	9,048	75.0	5.4	7.4	174.8	24.2	16.2	119
仙台—広島	40,695,228	135	717	171.5	10.5	16.4	215.6	44.6	24.4	35
仙台—那覇	274,065,510	54	717	321.2	25.4	14.2	1,324.5	75.3	19.7	7
福島—新千歳	69,922,800	109	1,422	53.4	4.1	5.7	179.9	19.4	11.4	141
新潟—新千歳	112,369,670	84	2,995	61.8	4.4	6.3	140.1	20.1	12.5	138
新潟—那覇	66,745,890	112	470	154.2	11.7	16.5	519.4	55.9	16.3	31
富山—新千歳	47,733,875	129	720	72.0	5.5	7.7	242.5	26.1	13.8	120
金沢—新千歳	66,781,883	111	725	100.0	7.6	10.7	336.9	36.3	17.8	78
金沢—仙台	15,664,464	157	703	67.3	4.1	6.4	84.6	17.5	13.4	140
静岡—新千歳	81,201,129	100	1,043	124.3	8.9	12.9	290.1	40.9	18.2	52
静岡—福岡	72,459,216	108	1,570	139.4	8.6	13.3	175.3	36.3	19.5	60
静岡—那覇	100,509,696	92	718	152.0	11.6	16.3	512.0	55.1	18.5	29
名古屋—青森	51,801,365	126	1,222	128.1	7.9	12.3	161.0	33.3	19.5	72
名古屋—花巻	52,301,568	125	1,314	120.3	7.4	11.5	151.2	31.3	20.1	80
名古屋—新潟	18,739,215	155	902	62.8	3.9	6.0	78.9	16.3	14.2	144
名古屋—福岡	162,322,500	70	3,987	123.0	7.5	11.8	154.7	32.0	18.9	82
名古屋—熊本	57,165,270	121	1,455	118.7	7.3	11.4	149.2	30.9	18.4	89
中部—函館	89,479,680	97	1,033	152.0	14.0	9.6	316.9	36.5	18.4	46
中部—旭川	75,043,020	107	728	111.9	8.5	12.0	377.0	40.6	17.3	55
中部—女満別	76,825,512	104	728	114.6	8.7	12.3	386.0	41.6	16.7	51
中部—新千歳	1,143,422,712	15	9,865	134.8	10.8	9.6	419.7	39.2	17.4	48
中部—仙台	159,340,896	71	4,173	153.0	8.1	12.1	146.0	34.1	22.5	61
中部—秋田	46,528,293	130	1,438	323,562.5	14.4	21.4	126.1	52.5	25.9	25
中部—新潟	31,227,885	145	1,421	219,759.9	9.8	14.6	85.6	35.7	23.9	41
中部—松山	52,393,728	124	2,178	240,558.9	10.7	15.9	93.7	39.1	25.0	36
中部—福岡	443,560,896	42	7,084	84.9	6.6	7.8	230.2	27.0	15.9	110
中部—長崎	101,610,260	91	1,455	75.8	5.8	8.1	255.4	27.5	16.0	109
中部—熊本	112,434,750	83	2,181	103.7	7.5	8.1	192.5	28.0	16.9	100
中部—大分	38,459,304	136	1,436	80.9	5.0	7.7	101.7	21.1	15.5	125
中部—宮崎	122,255,640	77	2,174	69.9	5.5	6.4	205.7	22.6	14.5	122
中部—鹿児島	228,434,908	59	2,915	97.5	7.7	9.0	286.7	31.6	18.7	88
中部—那覇	1,369,769,520	11	7,522	189.2	14.7	13.4	656.1	56.6	19.8	23
中部—石垣	37,594,834	137	182	224.2	17.0	24.0	755.5	81.4	22.4	3
神戸—新千歳	539,170,992	36	3,625	161.5	12.3	17.3	544.0	58.6	25.0	18
神戸—茨城	99,379,500	94	1,322	81.6	6.2	8.7	275.0	29.6	18.9	98
神戸—長崎	228,762,300	58	2,896	85.7	6.5	9.2	288.9	31.1	21.8	87
神戸—那覇	591,739,200	32	3,941	163.0	12.4	17.4	549.2	59.1	23.7	18
岡山—新千歳	62,461,908	116	368	184.2	14.0	19.7	620.8	66.8	28.4	5
広島—新千歳	116,637,700	81	768	203.7	16.6	17.2	555.6	61.9	23.9	10
広島—那覇	174,617,253	67	1,405	104.4	8.3	4.6	430.6	24.5	10.0	112
高松—那覇	133,590,690	74	718	156.4	12.4	6.9	644.7	36.7	13.9	56
福岡—花巻	21,588,714	153	564	115.6	7.1	11.1	145.4	30.1	11.6	104
福岡—仙台	291,291,520	53	3,692	160.4	10.9	16.2	296.6	48.8	20.8	32
福岡—新潟	129,930,932	76	2,007	89.4	6.6	9.4	239.8	30.6	14.4	103
福岡—金沢	99,898,724	93	1,459	297.2	14.5	20.9	262.5	62.4	35.0	22
福岡—松本	33,766,620	142	720	141.7	8.7	13.6	178.2	36.9	19.2	54
福岡—高知	22,671,671	152	2,154	31.8	2.0	3.0	40.0	8.3	7.2	167
福岡—福江	24,154,000	151	2,930	82,436.9	3.7	5.5	32.1	13.4	13.8	127
福岡—対馬	34,622,940	140	2,864	13.1	1.0	1.4	44.2	4.8	6.8	172
福岡—宮崎	122,115,390	78	9,083	30.7	2.0	3.1	50.7	9.0	9.1	165
福岡—石垣	21,126,770	154	217	105.7	8.0	11.3	356.1	38.3	15.2	76
長崎—香崎	3,968,370	171	1,372	28,924.0	1.3	1.9	11.3	4.7	6.4	152
長崎—福岡	6,323,812	168	2,054	30,787.8	1.4	2.0	12.0	5.0	6.8	150
長崎—対馬	14,984,718	158	2,999	49,965.7	2.2	3.3	19.5	8.1	9.5	142
長崎—那覇	50,861,190	127	720	76.7	5.8	8.2	258.4	27.8	14.9	113
熊本—那覇	62,891,850	115	719	95.0	7.2	10.2	319.9	34.4	18.5	83
宮崎—那覇	58,216,148	120	718	88.0	6.7	9.4	296.6	31.9	17.8	92
鹿児島—那覇	132,349,832	75	2,153	66.7	5.1	7.1	224.8	24.2	14.1	122
那覇—茨城	28,317,952	147	171	179.8	13.7	19.2	605.7	65.2	19.6	17
那覇—金沢	111,244,734	86	770	156.8	11.9	16.8	528.4	56.9	19.3	26
那覇—岡山	110,789,480	87	796	151.1	11.5	16.2	509.1	54.8	22.1	28
那覇—松山	67,671,072	110	718	102.3	7.8	11.0	344.7	37.1	16.7	74
那覇—久米島	34,886,276	139	4,807	7.9	0.6	0.8	26.5	2.9	4.4	174
那覇—宮古	375,261,568	47	13,079	31.1	2.4	3.3	104.9	11.3	10.8	161
那覇—石垣	534,739,184	37	13,737	42.3	3.2	4.5	142.4	15.3	13.0	151
宮古—石垣	10,259,895	165	2,227	5.0	0.4	0.5	16.9	1.8	2.6	175
石垣—与那国	10,310,440	164	1,109	10.1	0.8	1.1	34.0	3.7	5.7	173