

空港利用料が機材選択と環境に与える影響

運輸総合研究所 研究報告会

-研究途上のものです。引用はお控えください-

田邊勝巳

Faculty of Business and Commerce,
Keio University

2021.6.2

1. 研究の背景

2. 現状分析

2.1 騒音の何が問題か？

2.2 騒音対策

3. 実証分析

3.1 騒音測定所のデータを用いた分析

3.2 時刻表データを用いた分析

4. 考察と課題

- 航空旅客の増加（2009 年⇒ 2019 年）

- ▶ 国内線（84 ⇒ 107） 国際線（15 ⇒ 23）

単位：百万人 出典：航空輸送統計調査

- 環境意識の高まり（飛び恥）

- ▶ フランス：短距離の国内便を禁止（下院通過）

- 国連の持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals, **SDGs**)

- ▶ ICAO：航空機の騒音や NO_x、PM 等を規制する国際的な基準を制定

- ESG 投資 (Environment Social Governance)

- ▶ 年金ファンドは保有する空港の環境に強い関心

CO₂、大気汚染物質、騒音、遅延は空港の外部不経済



空港は都市の競争力に欠くことのできない重要な結節点

本研究の目的

- サステイブルな空港を実現する経済的規制と環境 ⇒ 本日は騒音

騒音って重要な問題ですか？

昔に比べると航空機の性能が上がって静かですよ



航空機の騒音の特徴

成田空港 HP

1. 音が非常に大きい
2. 上空で発生するため広い範囲に影響
3. 飛行機の通過により、繰り返し発生
4. 金属音からファン音等までさまざまな周波数の音が混じる雑音

出典) <http://airport-community.naa.jp/noise/valuation>

森原ほか (2007)

- 航空機、道路、鉄道の騒音暴露量と住民反応の関係を比較
⇒ **航空機の騒音が最も不快**

騒音が引き起こす問題

WHO(2018) *Environmental Noise Guidelines*

- アノイアンス（騒音に対する不快感）、睡眠障害、認知機能の低下（特に子供）

成田国際空港 航空機騒音健康影響調査（2015）

- 情緒不安定など幾つかの精神的影響と騒音曝露量との関連を示唆
- 身体的影響と騒音曝露量との間に明確な関連性なし

Lawton and Fujiwara (2016)

- 英国：航空機の飛行経路の下に住むことは、人々のウェルビーイングに負の影響を与える

Batóg et al (2019)

- 最近 20 年間の実証研究の大半が、空港騒音が不動産価格に悪影響

ICAO *Balanced Approach*

1. 発生源における騒音の低減（技術基準）

- ▶ 航空機の騒音規制値を設定

2. 土地利用計画と管理

- ▶ 空港周辺の土地利用のゾーニングを導入することで、航空機騒音の影響を受ける人口を最小限に抑える
- ▶ 騒音課金

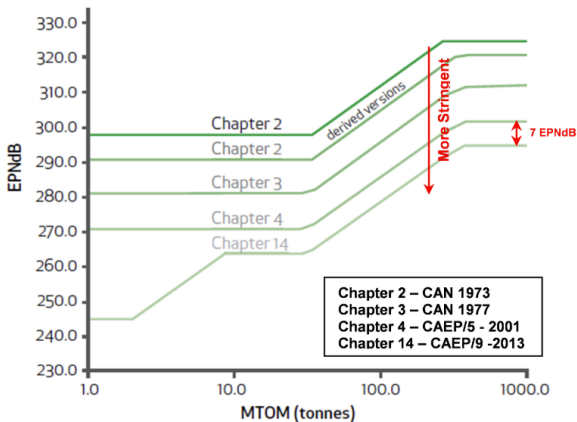
3. 騒音低減のための航空機の運用

4. 運用制限

- ▶ （特に夜間の）運航制限、騒音割り当て

出典) <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/noise.aspx>

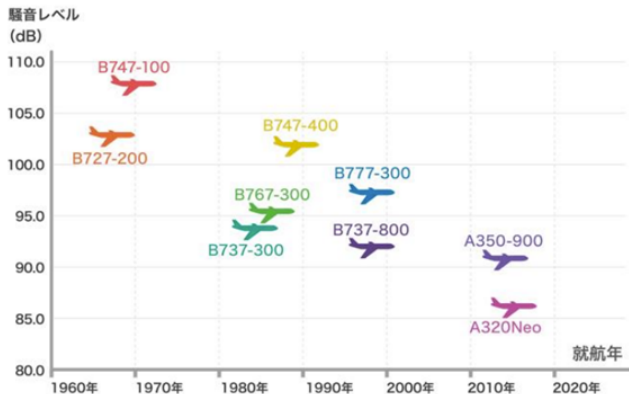
航空機の ICAO 騒音基準の強化



出典) <https://www.icao.int/environmental-protection/pages/reduction-of-noise-at-source.aspx>

- より厳格な騒音の ICAO 基準が 2017 年末日以降の認証航空機に適用
- 2020 年から 2036 年の間に 100 万人以上の人々が「昼夜平均騒音レベル (DNL) 55dB の影響を受ける地域」から排除される可能性

航空機の能力の向上



出典) 国土交通省「羽田空港のこれから」

- 航空機の騒音は大幅に低下

ICAO *Balanced Approach*

1. 発生源における騒音の低減（技術基準）
 - ▶ 航空機の騒音規制値を設定
2. 土地利用計画と管理
 - ▶ 空港周辺の土地利用のゾーニングを導入することで、航空機騒音の影響を受ける人口を最小限に抑える
 - ▶ 騒音課金
3. 騒音低減のための航空機の運用
4. 運用制限
 - ▶ （特に夜間の）運航制限、騒音割り当て

出典) <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/noise.aspx>

環境負荷を考慮した着陸料

Graham and Morrell (2016)

- 騒音の大きい航空機、夜間飛行に相当の料金を課す空港が増加

岩崎 (2020)

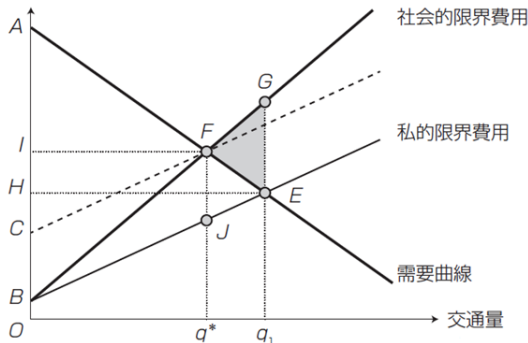
- 海外空港の最近の環境対策の動向
 - ▶ 深夜の対策を強化、環境対策に経済的手法を導入

国管理空港は 2000 年以前から騒音課金を導入済み

年	月	空港	詳細
2005	10	成田	騒音課金の導入 (国際線)
2013	4	伊丹	騒音課金の強化
2017	4	羽田	騒音課金の導入 (国際線)
2020	1	羽田	騒音課金の強化 (国際線)
	4	福岡	騒音課金の強化

騒音課金の経済学的解釈

1. **ピグー税**：外部費用の内部化（汚染者負担原則）⇒原単位が適切に測定できない可能性



出典) 田邊 (2017) 「交通経済のエッセンス」

2. **社会的規制**：一定の基準を実現する最も費用の低い政策を選ぶ
(基準：Lden (指定区域)、総暴露人口・暴露量)

既存研究とICAOの見解

ICAO の Noise-related charges の見解

- 騒音課金は、効果的な手段ではない可能性
 - ▶ 静穏な航空機の開発や空港への配備を促進しない
 - ▶ 空港ごとに一貫性がなく透明性に欠ける基準
 - ▶ 課金収入が、必ずしも騒音の軽減や防止策に充てられていない
 - ▶ 地域経済にも悪影響

Brueckner and Girvin (2008) の理論モデル

- 騒音税は、運賃を引き上げ、サービスの質を低下させる可能性
⇒航空会社の乗客に害

Evangelinos et al. (2020) の実証研究

- チューリッヒ空港における、騒音サーチャージと夜間飛行サーチャージが航空会社の航空機選択に与える影響
- 騒音サーチャージは統計的に非有意、夜間サーチャージは効果あり

騒音課金がどの程度、効果があったのか？

1. 騒音測定所の平均騒音量の分析
2. 航空機のカタログスペックを使った分析
 - 介入：騒音課金の導入（成田・羽田の国際線）

騒音値に応じた着陸料体系

● 羽田空港・国際線

▶ 従来（～2017年3月）

最大離陸重量 (t) × 2400 円

▶ 2017年4月～2019年12月

最大離陸重量 (t) × 2,600 円 + (騒音値-83) × 3,400 円

▶ 2020年1月～

最大離陸重量 (t) × 2,600 円 +

騒音値が 98 以上 (騒音値-83) × 6,100 円

騒音値が 97 (騒音値-83) × 5,100 円

騒音値が 95～96 (騒音値-83) × 3,400 円

騒音値が 94 以下 (騒音値-83) × 2,000 円

出典）国土交通省「羽田空港のこれから」、数字でみる航空

● 成田空港

表: 航空機騒音インデックス

区分	A	B	C	D	E	F
料金率 (円/t)	1,550	1,650	1,750	1,850	1,950	2,000
基準値 – 証明値	20 以上	15 以上	10 以上	5 以上	0 以上	

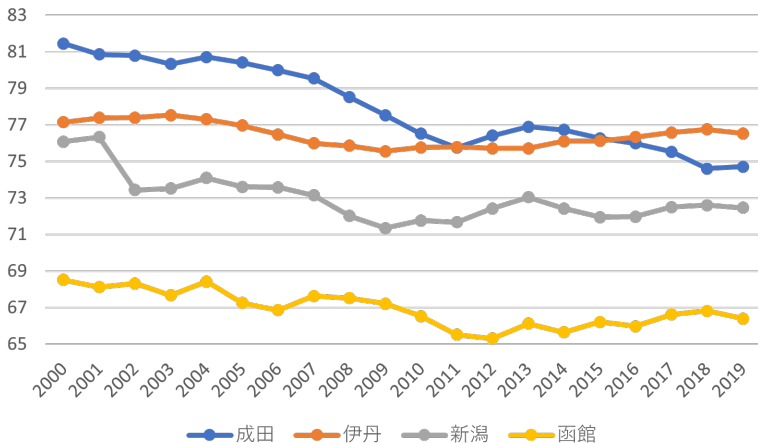
注) ICAO チャプター 3 に定められている 3 測定地点（離陸、側方、進入）の騒音基準値と比較した際の騒音レベル

表: 機種別の料金例（国際線）

	最大離 陸重量	index	着陸料	停留料	手荷物取扱 施設使用料	搭乗橋 使用料
B747-400	386t	D	714,100	77,200	81,225	13,000
B747-8	448t	A	694,400	89,600	81,225	13,000

出典) <https://www.naa.jp/jp/b2b/fap/charge/charges.html>

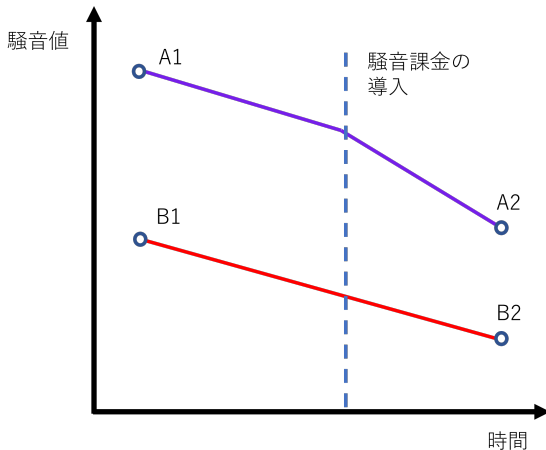
図: 空港別・騒音値の推移



単位) WECPNL

注) 20年間継続してW値が計測された観測所のみ平均。成田 52 箇所、伊丹 9 箇所、新潟 2 箇所、函館 1 箇所

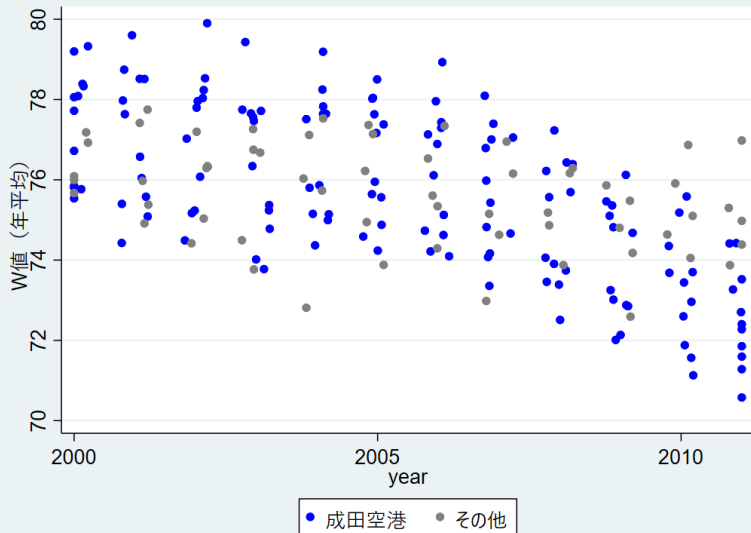
図: 差の差分析 (コンセプト)



- 2つの差 $(A2-A1)-(B2-B1)$ が因果効果

出典) 「原因と結果」の経済学、<https://healthpolicyhealthecon.com/2015/07/03/difference-in-differences/>などを参考に作成

図: 騒音値の推移



単位) WECPNL 注) 2000 年時点で W 値が 75-80 だった観測所のデータ

分析 1 騒音課金が測定所の騒音値に与える影響

$$Y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + \gamma tre_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{ij}$$

Y_{it} 年 t の観測所 i の平均騒音値 (W 値)
 tre_{it} 騒音課金導入年以降ダミー
 X_{it} コントロール変数

分析 1-1 成田空港で 2005 年に導入された着陸料の効果分析
(2001 年から 2010 年のパネルデータ)

分析 1-2 羽田空港で 2017 年に導入された着陸料の効果分析
(2010 年から 2019 年のパネルデータ)

データ 仙台、伊丹、函館、大分、宮崎、成田、新潟、松山、熊本、
福岡、羽田、那覇、高知、鹿児島空港周辺の騒音測定箇
所でデータが入手できた WECPNL 値の年平均データ

分析手法 2 方向固定効果モデル

表: 分析結果 (成田空港)

	model1	model2	model3	model4
対象 (2001 年の w 値)	70-75		75-80	
着陸回数 (千回)	0.0986 [2.63]**	0.0848 [2.26]**	0.0614 [2.05]*	0.0574 [1.95]*
導入後ダミー	-1.0005 [-2.93]***	-0.6165 [-2.15]**	-1.088 [-3.14]***	-0.7577 [-2.05]*
滑走路数	-1.7003 [-2.73]**		-1.0825 [-1.10]	
暫定平行滑走路ダミー		-1.4497 [-2.52]**		-1.0163 [-1.07]
2500mB 滑走路ダミー		-0.9399 [-3.63]***		-0.9456 [-3.17]***
定数項	68.3753 [37.54]***	67.1991 [29.99]***	75.2671 [85.24]***	74.0199 [42.52]***
年ダミー	yes	yes	yes	yes
within-R2	0.6642	0.6749	0.8205	0.8375
サンプルサイズ	307	307	179	179

注) ***は 1%水準、**は 5%水準、*は 10%水準で統計的に有意であることを示す。括弧内は分散不均一頑健標準誤差に基づく t 値。なお、本分析結果は研究途上のものです。引用はお控えください。

分析1のまとめ

- 成田の分析では、騒音値が高い観測所で統計的に負で有意
⇒政策効果がある可能性
 - 年ダミーから、2001年と比較して約3ポイント騒音値は低下（モデル2の場合）⇒航空機の性能向上による貢献など
 - 羽田の分析は、現時点で**安定的な結果を得られていない**
 - ▶ サンプルの少なさ
 - ▶ 実施年からの経過年数の短さ
 - ▶ 国内線比率が高い
 - ▶ 羽田は元々騒音値が低い測定所が多い
- ⇒別のアプローチによる検証が必要

分析 2 騒音課金が航空機の騒音値に与える影響

$$Y_{it} = \alpha + \gamma tre_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

Y_{it} 年 t の機材の騒音値 (EPNdB)
 tre_{it} 騒音課金導入年以降ダミー

分析 2-1 成田空港で 2005 年に導入された着陸料の効果分析
(2003 年から 2010 年のパネルデータ)

分析 2-2 羽田空港で 2017 年に導入された着陸料の効果分析
(2015 年から 2020 年のパネルデータ)

データ 各社時刻表、JTB 時刻表から得られた機材情報 (4 月) と
各社の機種別諸元データ、数字でみる航空、などから機材
別・エンジン別の騒音値を識別

集約方法 年別・空港別・会社別に便数で重みづけ

分析手法 2 方向固定効果モデル・差の差分析

表: 分析結果（成田空港）

被説明変数	model1 離陸（騒音値）	model2	model3 進入（騒音値）	model4
騒音課金ダミー	-1.088 [-3.03]***	-1.0831 [-2.97]***	-0.5714 [-3.24]***	-0.5979 [-3.31]***
成田導入ダミー	0.9913 [1.72]*	1.0042 [1.76]*	0.4691 [1.42]	0.3994 [1.26]
成田導入ダミー× 成田・経過年数		-0.0095 [-0.09]		0.051 [0.74]
成田・経過年数		-0.3728 [-4.79]***		-0.24 [-5.09]***
定数項	91.1336 [364.83]***	91.1315 [359.70]***	99.1081 [690.50]***	99.1197 [684.29]***
年ダミー	yes	yes	yes	yes
within-R2	0.0921	0.0921	0.078	0.0786
サンプルサイズ	1522	1522	1522	1522

注）***は1％水準、**は5％水準、*は10％水準で統計的に有意であることを示す。括弧内は分散不均一頑健標準誤差に基づく t 値。なお、本分析結果は研究途上のものです。引用はお控えください。

表: 分析結果（羽田空港）

被説明変数	model1 離陸（騒音値）	model2	model3	model4 進入（騒音値）
騒音課金ダミー	-0.2483 [-0.37]	-0.3011 [-0.45]	-0.2029 [-0.55]	-0.2314 [-0.63]
羽田導入ダミー	0.4053 [0.57]	0.0845 [0.12]	0.4839 [1.24]	0.3107 [0.78]
羽田導入ダミー× 羽田・経過年数		0.2614 [2.19]**		0.1411 [2.15]**
羽田・経過年数		-0.21 [-4.79]***		-0.1398 [-5.80]***
定数項	87.6062 [206.73]***	87.64 [206.94]***	97.1355 [417.01]***	97.1537 [417.34]***
年ダミー	yes	yes	yes	yes
within-R2	0.0198	0.023	0.0329	0.036
サンプルサイズ	1906	1906	1906	1906

注）***は1％水準、**は5％水準、*は10％水準で統計的に有意であることを示す。括弧内は分散不均一頑健標準誤差に基づく t 値。なお、本分析結果は研究途上のものであります。引用はお控えください。

- 騒音課金比率が高くない？

表: 777-300ER 型の場合

2017 年 以前	重量部分	2017 年 騒音値部分	2020 年 騒音値部分
837,120	906,880	47,600 5%	71,400 7%

- 機材が静穏化
 - ▶ 機体の騒音値に差がない
- 混雑空港ゆえの容量制約⇒価格インセンティブが効きにくい
 - ▶ 航空会社に座席数の多い機材を選択させる
- 重量による課金⇒騒音値と重量は相関

ここまでの考察と課題

- 航空機性能の向上により、長期的には地上の騒音値は低下傾向にあるが、近年は航空需要が増加したことによりやや鈍化傾向
- 一部の空港では騒音課金は機材の低騒音化をもたらした可能性
(本分析は予備的なものである点にご注意ください)
 - ▶ データ、モデルの精査、頑健性の確認⇒今後の研究課題
- ピグー税：社会的限界費用に応じた課金の重要性
 - ▶ 空港別、時間帯別に違う騒音課金
- 社会的規制として考える場合：税体系の再考？
 - ▶ 過度な騒音課金は余剰を損ねる可能性
- その他の政策（非混雑空港への誘導）

ご清聴ありがとうございました

本研究は研究途上のものです。引用はお控えください。

コメントを受けて：航空会社の機材選択

● 大手航空会社

- ▶ 長期：航空機購入（リース）の選択行動
- ▶ 短期：路線での機材の変更、特定機種の変数の変更
 - ▶ 大手でも国際線で使う機種は5～6種類（航続距離で決まる）
- ▶ 但し、燃費を考慮することで間接的にCO2排出量や騒音値を軽減

● 海外の航空会社、中小航空会社

- ▶ 当該路線の参入・撤退に影響
 - ▶ 成田の着陸料が高ければ、仁川を選択（選択肢が多い）

● 公租公課

- ▶ 特に近年の大手航空会社は公租公課比率が低い
 - ▶ LCCや近距離便は費用に占める割合が高い可能性
 - ▶ 国際線の多い空港は相対的に効きにくい

参考文献 |

- [1] WHO(2018) “Environmental Noise Guidelines for the European Region”,
https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf
- [2] 成田国際空港株式会社 (2015) 「成田国際空港航空機騒音健康影響調査結果（報告）」
https://www.narita-kinokuyouka.jp/document/150917_04.pdf
- [3] Lawton, R. N. and D. Fujiwara (2016) “Living with aircraft noise: Airport proximity, aviation noise and subjective wellbeing in England”, Transportation Research Part D 42, pp.104–118
- [4] Batóg, J., F. Iwona, G. Radoslaw, M. Głuszak and J. Konowalczyk (2019) “Investigating the Impact of Airport Noise and Land Use Restrictions on House Prices: Evidence from Selected Regional Airports in Poland”, SUSTAINABILITY, Vol.11, No.2, 412
- [5] 森原崇、佐藤哲身、矢野隆 (2007) 「航空機，道路交通，鉄道騒音の暴露－反応関係の比較」，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1, pp.151-152
- [6] Graham, A. and P. Morrell (2016) “Airport Finance and Investment in the Global Economy”, Routledge
- [7] 岩崎貞二 (2020) 「海外空港の環境対策」『航空環境研究（特別号「海外空港の環境対策」』 pp.2-3
- [8] Brueckner, J. K. and G. Raquel (2008) “Airport noise regulation, airline service quality, and social welfare”, Transportation Research Part B-Methodological, Vol.42, No.1, pp19-37

参考文献 II

- [9] Evangelinos, C., R. Püschel, and H. M. Niemeier (2020) “Special interest groups and price-structure: An application to noise charging at Zurich Airport”, Research in Transportation Economics 79, 100762