

航空機の LTO サイクルにおける CO<sub>2</sub> 排出削減施策の財務分析的評価

日本大学 学生会員 ○池下 英典

日本大学 正会員 福田 敦

(社) 海外運輸協力協会

西村 忠司

## 1. はじめに

国際路線の航空機について京都議定書の削減目標には含まれていないが、欧州議会は2012年からEUを発着する航空機を対象にCO<sub>2</sub>排出量に上限枠を設け、排出権取引に組み込む方向で検討しており、航空各社は排出削減の必要に迫られている。しかし、飛行中のCO<sub>2</sub>排出量を減らすには燃費の良い機材の導入、路線の見直し等抜本的な対策が必要であり、早急な対応は難しい。そこで、飛行全体の排出量の10%程度を占める空港での離発着や駐機中に排出されるCO<sub>2</sub>を削減する対策が検討され、その削減量算出に関する研究<sup>1)</sup>も複数行われている。しかし、適切なCO<sub>2</sub>排出削減施策導入の検討を行う上で必要となる費用対効果を異なる空港で推計し、比較する研究はほとんどみられない。

そこで本研究では、複数の空港におけるLTO (Landing and Take Off) サイクルと地上駐機中において航空機から排出されるCO<sub>2</sub>を対象とする削減施策の費用対効果を、財務的評価指標を用いて分析、比較することで、CO<sub>2</sub>排出削減施策の導入可能性について考察することを目的とする。

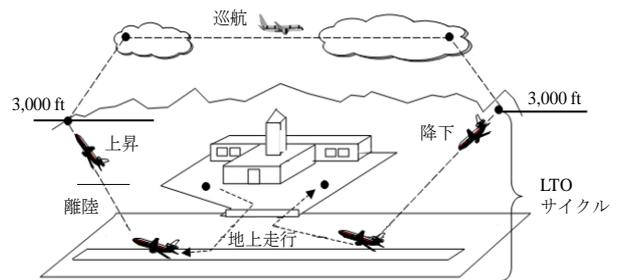
## 2. 分析方法

## (1) 分析対象について

LTO サイクルとは、図-1に示す降下、地上走行、離陸、上昇からなる高度3,000 ft (約1,000 m) 以下の運航状態を指し、空港において航空機から排出される大気汚染物質の推計の対象とされ、ICAOが付属書16 (第2巻) (1993) に定義している。また地上駐機中の航空機は、推進用エンジンとは別に装備された補助動力装置 (以下、APU) を用いて電力等を確保し、CO<sub>2</sub>を排出しているので対象とする。

対象とする空港は、国際空港である東京国際空港、関西国際空港と地方空港の釧路空港、大分空港とした。またCO<sub>2</sub>排出削減施策として、地上駐機中のエネルギー削減 (地上動力設備 (以下、GPU) の導入)、地上

走行時間の短縮 (Follow Green システム (以下、FGS) の導入)、地上走行時のエネルギー半減 (着陸後のエンジン運転数半減策) について分析を行う。



EEA: EMEP/CORINAIR Emissions Inventories Guidebook 2006 に加筆、修正

図-1 LTO サイクル<sup>2)</sup>(2) CO<sub>2</sub>排出量の算出

本研究では、LTO サイクルと地上駐機中のCO<sub>2</sub>排出量を、式(1)より算出することとした。

$$Q = \sum (l_j \times t_m \times w_{m,j} \times n_j \times f) \quad (1)$$

ここで、

 $Q$  : CO<sub>2</sub>排出量 (kg-CO<sub>2</sub>/年) $l_j$  : 機種別着陸回数 (回/年) $t_m$  : 運航状態別運航時間 (秒) $w_{m,j}$  : 機種別運航状態別燃料流量 (kg-燃料/秒) $n_j$  : 機種別エンジン基数 $f$  : CO<sub>2</sub>排出係数 (3.15 (kg-CO<sub>2</sub>/kg-燃料))

なお、LTO サイクルにおける機種別燃料流量はICAOの公表値を、運航状態別運航時間は環境庁<sup>3)</sup>、製品評価技術基盤機構<sup>4)</sup>それぞれがまとめた結果を、空港別・機種別年間着陸回数は製品評価技術基盤機構<sup>4)</sup>によって推計された結果を用いる。現状と3つのCO<sub>2</sub>排出削減施策を導入した場合について、各値を求め、式(1)に代入しCO<sub>2</sub>排出量を算出する。

## (3) 評価指標の算出

評価期間内の費用及び収益は、現在価値化した上で、評価期間全体で合算する。評価期間は、GPU、FGSの

キーワード : CO<sub>2</sub>排出削減、航空、空港、LTO サイクル、GPU

連絡先 : 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1 739D 日本大学理工学部社会交通工学科 TEL/FAX 047-469-5355

導入、着陸後のエンジン運転数半減策いずれの施策も評価期間 17 年として、財務的評価指標を算出する。算出に際して総費用は、各施策に関する報告書にもとづき初期導入費用と毎年の運営費用について表-1の通り算出した。GPU の導入費用は、運用状況等を考慮した表-2の新規 GPU 設置スポット数について算出する。着陸後のエンジン運転数半減策は、費用がかからないとする。一方総収益は、各年度の燃料節減、CO<sub>2</sub>削減、GPU の導入における APU の整備費用削減を各施策それぞれ仮定して考える。仮定にもとづき燃料節減量をそれぞれ求め 2006 年度の航空燃料(シンガポールケロシン) 価格を適用し求める。CO<sub>2</sub>削減は燃料節減分を CO<sub>2</sub>換算して、1t 当たり 20 ドルで排出量取引した場合を想定して、2006 年度の為替相場にて円換算して用いる。APU 整備費用は、米国環境保護庁(1995)の CO<sub>2</sub>削減施策に関する報告書にもとづき算出する。

表-1 各施策の導入・運営費用

CO <sub>2</sub> 削減施策(円)	GPUの導入		Follow Green システムの導入	
	導入費用	運営費用	導入費用	運営費用
東京国際空港	410,602,500	34,072,500	646,665,000	51,585,000
関西国際空港	410,602,500	34,072,500	646,665,000	51,585,000
釧路空港	164,241,000	13,629,000	494,332,500	41,752,500
大分空港	246,361,500	20,443,500	494,332,500	41,752,500

表-2 総スポット数と GPU 設置スポット数

スポット数	総スポット数	GPU設置済スポット数	新規GPU設置スポット数
東京国際空港	158	66	5
関西国際空港	66	56	5
釧路空港	6	0	2
大分空港	10	0	3

### 3. 分析結果

#### (1) CO<sub>2</sub>排出量

各空港の LTO サイクルでの 2006 年度の CO<sub>2</sub> 排出量の推計結果は、東京国際空港が 624,014 t-CO<sub>2</sub>、関西国際空港が 231,230 t-CO<sub>2</sub>、釧路空港が 11,020 t-CO<sub>2</sub>、大分空港が 19,784 t-CO<sub>2</sub>であった。図-2に示す評価期間で累積した施策別の CO<sub>2</sub>削減総量の多い施策は、大分空港を除いて着陸後のエンジン運転数半減策であり、以下 FGS の導入、GPU の導入の順となった。

#### (2) 財務的分析による評価

施策別に評価指標を用いて分析した結果を表-3に示す。費用収益比が 1 を超えた施策は、費用のかからない着陸後のエンジン運転数半減策を除き、東京国際空港、関西国際空港における GPU の導入、FGS の導入であった。FIRR も同様の結果となった。FNPV は、着陸後のエンジン運転数半減策がいずれの空港でも大

きい値となった。また CO<sub>2</sub> 取引価格が 1t 当たり 20 ドルから 10 ドル、30 ドルに変化した場合、± 2% 以内の変化であった。各施策の主体と効果の項目との関係は表-4の通りである。いずれの施策も料金収入の変化が、各主体の正負にかかわることが分かる。施策別の各主体の関係は、費用のかかる施策は、料金収入の変化が費用対効果の大小の要因となることが分かる。新規設置 GPU 利用率と費用収益比の関係を分析した結果、新規設置 GPU 利用率が減少した場合でも、国際空港は利用率に関係なく費用以上の効果が得られた。

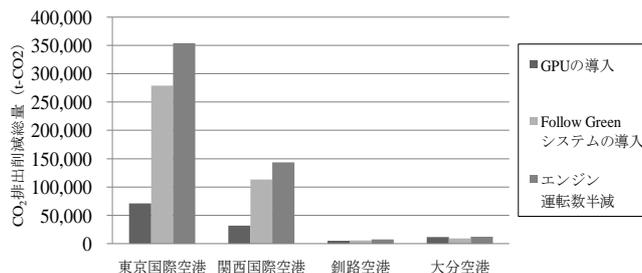


図-2 各施策の CO<sub>2</sub>削減総量

表-3 各施策の評価指標

CO <sub>2</sub> 削減施策	GPUの導入			Follow Green システムの導入			エンジン運転数半減		
	費用収益比	FNPV	FIRR	費用収益比	FNPV	FIRR	費用収益比	FNPV	FIRR
東京国際空港	4.18	2,622	55%	4.09	3,937	52%	-	6,599	-
関西国際空港	1.71	582	14%	1.66	843	13%	-	2,686	-
釧路空港	0.54	-151	-	0.11	-890	-	-	142	-
大分空港	0.82	-90	-	0.18	-821	-	-	229	-

(FNPV の単位: 百万円)

表-4 施策別主体と効果の項目

項目	主体	GPUの導入		Follow Green システムの導入		エンジン運転数半減
		航空会社	GPU事業者	航空会社	国	航空会社
建設費		-	-	-	-	-
運営費		-	-	-	-	-
料金収入変化		-	+	-	+	-
CO <sub>2</sub> 削減		+	+	+	+	+
燃料節減		+	+	+	+	+
APU整備費用削減		+	+	+	+	+

### 4. おわりに

財務的評価指標を用いた分析の結果、着陸後のエンジン運転数半減策がいずれの空港でも導入可能な施策であった。次いで FGS の導入、GPU の導入の順となり、2つの施策は運航機数が多い国際空港で導入できると考える。導入・運営費用が不要な施策、走行時間等の運航にかかわる時間が節減できる施策は、費用対効果が優れていることが本研究から明らかになった。

#### 参考文献

- 1) 馬場健太郎、室町泰徳: 航空による CO<sub>2</sub> 排出削減に関する基礎的研究、土木学会年次学術講演会、Vol.59、CD-ROM、2004 年
- 2) European Environment Agency: EMEP/CORINAIR Emissions Inventories Guidebook 2006、2006.
- 3) 環境庁: 航空機排出大気汚染物質削減手法検討調査報告書(平成 8 年度)、1997 年
- 4) 製品評価技術基盤機構: 平成 18 年度 PRTR 届出外排出量の推計方法等の詳細 航空機に係る排出量、2007 年