

## 第Ⅵ章

# 航空輸送を取り巻く環境

第VI章 航空輸送を取り巻く環境	VI- 1
1. 騒音規制	VI- 3
(1) ICAO 規制	VI- 3
(2) 欧州規制	VI- 4
(3) 米国 FAA 規制	VI- 5
(4) Stage 2 及び Stage 3 適合機材	VI- 5
(5) ロンドン 3 空港における夜間運航規制	VI- 6
2. 排出ガス規制	VI- 7
(1) ICAO における航空機排出ガス対策の取り組み	VI- 7
(2) 欧州の排出ガス・スキーム	VI- 9
(3) 米国 EPA 航空機排出ガス規制の変遷	VI- 9
3. 双発機長距離運航及び長距離運航 (ETOPS)	VI-10
4. 北極圏横断路線	VI-13
5. 米国エアラインの Scope Clause	VI-14
6. 安全性 — 事故率の変遷	VI-15
7. 燃料価格の推移 — 米国エアライン	VI-17

# 1. 騒音規制

## (1) ICAO 規制

### a: Phase-out の開始

- ・ ICAO 加盟国は、1995 年 4 月 1 日以降、Chapter 2 機の退役を加盟国内において強制できる。
- ・ 適用猶予事項(1995 年 4 月 1 日から 2002 年 3 月末の 7 年間、下記の機体は運航できる。)
  - ① 耐空証明を受けてから、25 年を越えていない Chapter 2 基準適合機
  - ② Chapter 2 機の広胴機 (特に 747-100 と IL-86 が該当)
  - ③ High Bypass Ratio エンジン装備で広胴機の Chapter 2 基準適合機

### b: Phase-out の終了

- ・ 2002 年 3 月 31 日までに、全ての Chapter 2 基準適合機を退役させる。

### c: Chapter 4 基準

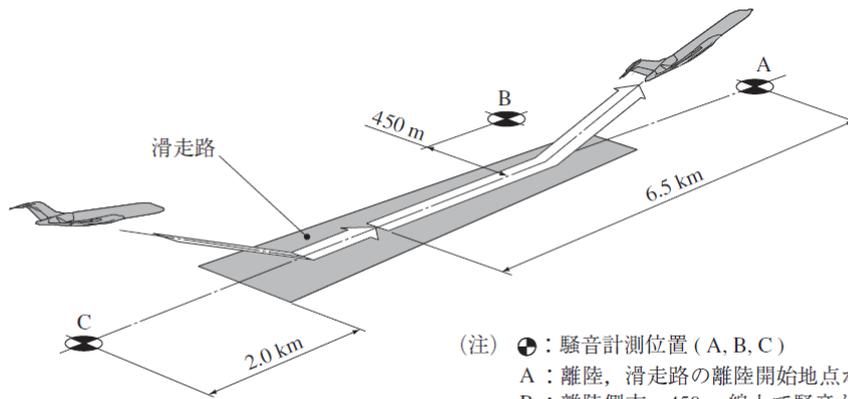
- ・ ICAO は、2001 年 1 月モントリオールで開催した CAEP-5 で Chapter 4 基準を下記の通り合意し、同年 6 月の理事会で採択した。
  - ① Chapter 3 に対し、Cumulative で 10(dB)強化する。
  - ② ただし、これまでのトレードは廃止。且つ、3 点のうち 2 点のマージン合計は 2(dB)以上が必要。
  - ③ 2006 年 1 月 1 日以降、登録される新型航空機のみ適用される。Chapter 3 はそのまま現行の運航機材に適用され Phase-out は無し。SST 騒音規制は Chapter 12 に移る。

### d: 新基準の検討

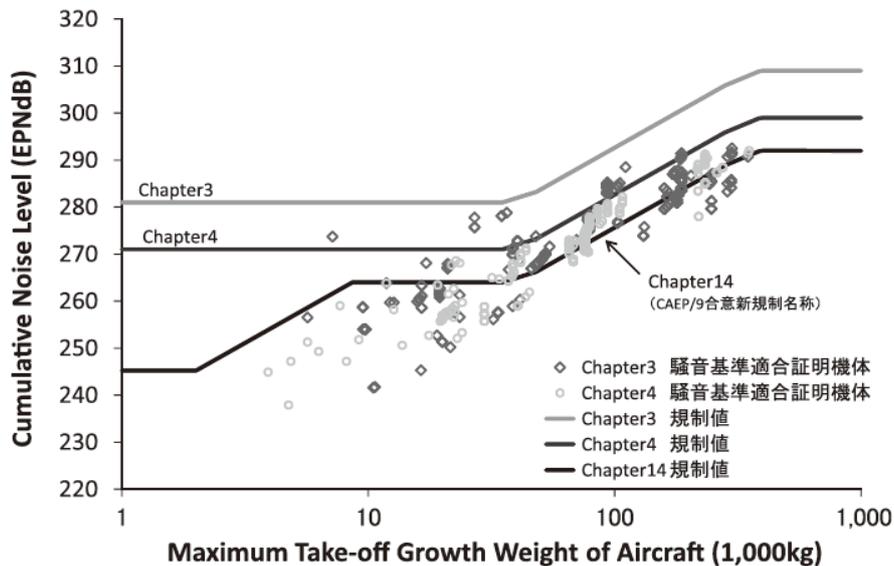
- ・ ICAO は、2011 年 9 月に北京で開催した Steering Group(SG)会議で下記の通り合意した。なお、2010 年 11 月の SG で決定した①と②は、そのまま維持された。
  - ① Chapter 4 基準に対し、Cumulative で 3、5、7、9、11 (dB)強化する。
  - ② 適用時期は、2017 年又は 2020 年。
  - ③ 環境便益および経済的分析の継続。
  - ④ 離陸重量 8,618(kg)以下の機材について、Chapter 4 基準を見直す。

### e: 基準強化の動き(Chapter 14)

- ・ ICAO は、2013 年 2 月に開催した CAEP/9 で、以下の①と②の新たな航空機騒音基準の導入に合意し、同年 8 月の第 38 回 ICAO 総会において採択した。新基準の名称は Chapter 14。
  - ① 下図 A~C の 3 地点における騒音の累積値を Chapter 4 規制値より 7EPNdB(Chapter 3 規制値より 17EPNdB)低減させること。また、MTOW8,618kg 以下の機体は、下図グラフの折れ線のとおり騒音の累積値を規制する。
  - ② 下図 A~C の各地点で Chapter 3 規制値に対し 1EPNdB 以上のマージンを有すること。新基準の適用対象は、2017 年 12 月 31 日(MTOW が 55 トン未満の航空機にあっては 2020 年 12 月 31 日)以降に型式証明を申請する機種。



(注) ●：騒音計測位置 (A, B, C)  
 A：離陸，滑走路の離陸開始地点から 6.5 km の地点  
 B：離陸側方，450 m 線上で騒音が最大となる地点  
 C：着陸，滑走路端まで 2.0 km の地点



出典：国土交通省航空局資料「航空機騒音対策について」平成 26 年 2 月 3 日付け

f：超音速機に関する基準設定の検討作業

- ・巡航ソニックブーム騒音新基準の証明手順及び評価指標オプション絞り込み

(2) 欧州規制

a：規制の対象となる航空機は、欧州の運航者並びに EC に乗り入れている外国の運航者が所有するなかでその全備重量が 75,000lb 以上で座席数が 19 席以上のもの。

b：前項の全ての航空機は、1995 年 4 月 1 日までに ICAO Annex 16 Chapter 3 Noise Limits に適合しなければならない。但し、次に該当する航空機は猶予される。

- ① 1994 年 4 月 1 日までに、Hush Kit が代替機の発注がされた航空機。
- ② 耐空証明を受けてから、25 年を越えていない航空機。
- ③ 発展途上国の航空会社が乗り入れる航空機。
- ④ Engine Bypass Ratio が 2 以上の航空機。
- ⑤ 1 年間に Total Subsonic Jet Fleet の 10%を越える比率で Chapter 2 機の退役

c：前項の全ての航空機は、2002 年 4 月 1 日までに ICAO Annex 16 Chapter 3 Noise Limit に適合しなければならない。(2002 年 3 月 31 日までに全ての Chapter 2 機を退役させる)

d：EU が 3 年前倒して 1999 年に Hush Kit 付き航空機の運航禁止規制を採択したことに対し、米国

が反発、協議の結果 EU が施行を 1 年延期したが、その後の協議でも妥協が成立せず、米国は同規則の撤回を求めて ICAO 理事会に紛争解決を申請し、欧米間の懸念事項となった。その後、2001 年 6 月に新たな騒音基準 (Chapter 4) が ICAO 理事会で採択され、EU は 2002 年 3 月に Chapter 4 (2006 年 1 月より適用) を採択し、かつ Hush Kit 付き航空機の規則を廃止した。これを受け、米国はベルギー (EU 指令に反し Hush Kit 付き航空機の夜間使用 (23 時から 6 時まで) を制限した。) を除き ICAO 理事会への提訴を取り下げた。

### (3) 米国 FAA 規制

a : Final Compliance

- ・ 下記の適用除外事項を除き、Stage 3 ノイズ・レベルに適合した機体を除く全ての機体は、1999 年 12 月 31 日以降においては運航できない。
- ・ 適用除外事項 (Waivers from final compliance)
  - 1997 年 7 月 1 日までに、Stage 3 ノイズ・レベルに適合した機体が運航機材の 85% に達し、適合していない機材については Stage 3 ノイズ・レベルに適合するように代替機の Firm orders か Modifying の計画を有するエアラインは、残存の Stage 2 機の運航が 2003 年 12 月 31 日まで許容される。

b : Phased Compliance

エアラインは夫々の時期において、下記のイ、ロの 2 つから 1 つを選択できる。

イ、Stage 2 機の機数を減らす

1991 年 1 月 1 日から 1991 年 7 月 1 日の間の Stage 2 機の機数を基準とし、

- ① 1994 年 12 月 31 日以降、基準数に対する Stage 2 機の比率を 75% 以下とする。
- ② 1996 年 12 月 31 日以降、基準数に対する Stage 2 機の比率を 50% 以下とする。
- ③ 1998 年 12 月 31 日以降、基準数に対する Stage 2 機の比率を 25% 以下とする。

ロ、Stage 3 機の機数を増やす

自社の運航機材に占める Stage 3 機の比率を

- ① 1994 年 12 月 31 日以降、55% 以上とする。
- ② 1996 年 12 月 31 日以降、65% 以上とする。
- ③ 1998 年 12 月 31 日以降、75% 以上とする。

### (4) Stage 2 及び Stage 3 適合機材

#### Stage 2 適合機

F28、BAC111、Caravelle、Trident、Mercure、Concorde、CV880、CV990、  
B707-720、B727-100/200、DC-8(-70 シリーズは除く)、DC-9、B737-100/200、  
B747-100/200/SP (但し、CF6、RB211、JT9D-7Q/-70/-7R4G を装備する機体は除く)

#### Stage 3 適合機

F100、BAe146、B737-300/400/500、A300、A310、A320、DC8-70 シリーズ、  
DC-10、MD-80、MD-11、L-1011、A330、A340、B757、B767、B777、B747-300/400、  
B747-100/200/SP (但し、CF6、RB211、JT9D-7Q/-70/-7R4G を装備しない機体は除く)

(5) ロンドン3空港における夜間運航規制

Heathrow、Gatwick、Stanstedにおける、航空機騒音に対する夜間運航規制は、以下の通り。

a、時刻区分と規制対象

- ・Night Period(23:00~7:00) ; 定義のみ。この中にShoulder Periods と Night Quota Period を含む。
- ・Shoulder Periods(23:00~23:30、6:00~7:00) ; QC/8 以上は原則として運用不可。
- ・Night Quota Period (23:30~6:00) ; QC/8 以上は運用不可、QC/4 はスケジュール運用不可だが、遅延は認められる。この時間帯の運用は、Movements Limits (離陸数と着陸数を集計) と、Noise Quotas Limits (騒音量による重みづけ×回数の集計値) により制限される。

b、Quota Count (QC) システム (航空機別 QC は、離陸・着陸別々に公表される)

Noise Level (EPNdB)	Quota Count	Examples Aircraft (Take off & Landing) (*)
101.9 以上	QC/16	(T/O)Concorde,B741,B743 (L/D)該当なし
9.0~101.9	QC/8	(T/O)B743 (L/D) B741,B707
96.0~ 98.9	QC/4	(T/O) A340,B744 (L/D) B743
93.0~ 95.9	QC/2	(T/O) A330,A340,A380,B767 (L/D)B744,B732
90.0~ 92.9	QC/1	(T/O)A320,B767,A330,B738,B788 (L/D)B744,A340
87.0~ 89.9	QC/0.5	(T/O)A320,B738,B788,A350 (L/D)A320,B738,B767,A330,A380,A350,B788
84.0~ 86.9	QC/0.25	(T/O)B788,A350 (L/D)A320,A319,B737,B788
(新設) 81.0~ 83.9	QC/0 (2017-2018) , 0.125 (2019-2022)	(T/O)Gulf4 (L/D)Citation II

(\*)同じ機種でも運用重量により騒音量は異なる。

c、例外航空機

- ・空港の ILS 装置の点検及び校正の目的で飛行する航空機は QC/0 とし、Movements も除外する。
- ・小型プロップ機は QC/0 として Noise Quotas Limits からは実質的に除外するが、Movements Limits の対象とする。

d、Movements Limits

Year	Heathrow		Gatwick		Stansted	
	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer
1999-2004	2,550	3,250	5,250	11,250	5,000	7,000
2014-2017	2,550	3,250	3,250	11,250	5,000	7,000
2017-2022	2,550	3,250	3,250	11,200	5,600	8,100

e、Noise Quotas Limits

Year	Heathrow		Gatwick		Stansted	
	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer
2003-2004	4,140	5,610	6,640	9,000	3,550	4,950
2014-2017	4,080	5,100	2,000	6,200	3,310	4,650
2017-2018	4,080	5,100	2,000	6,200	3,310	4,650
2019-2022	2,415	2,735	1,785	5,150	3,310	4,650

## 2. 排出ガス規制

### (1) ICAOにおける航空機排出ガス対策の取り組み (1/2)

1971年	CAN (Committee on Aircraft Noise) 発足
1977年	CAEE (Committee on Aircraft Engine Emissions : 航空機エンジン排出物委員会) 発足 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 米国のEPA規制案を技術的側面からだけでなく、社会的、経済的な面からも検討し、「航空機エンジン排出物の管理」のサーキュラを発行。</li> <li>・ ガス状物質 (CO, HC, NOx)、スモーク、放出燃料</li> </ul>
1981年6月	ICAO付属書Annex16 を「環境保護」と改名し、Vol.1(航空機騒音)に加え、新たにVol.2として(航空機エンジン排出物)を発行。
1982年	CAEP (Committee on Aviation Environmental Protection) 発足 - CAN/CAEE統合 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1986年1月1日以降に新造される機体を規制するガイダンスを提案。</li> <li>・ 26.7kN (6,000lbs) 以上のターボジェット及びターボファンエンジンのみを対象。</li> </ul>
1986年6月	第1回CAEP本委員会
1991年12月	第2回CAEP本委員会 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 排出ガス基準はNOx20%削減が合意され、次回、第3回CAEPでは下記採択で合意する。</li> <li>・ 地球規模での環境保全(オゾン層破壊及び地球温暖化の抑制)のために必要な対策。</li> </ul>
1992年6月	第1回Working Group Meeting (リオデジャネイロ) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Cost/Benefit Analysisと技術的可能性の探求が必要であることが確認された。</li> </ul>
1993年3月	排出ガス基準についてNOx20%削減を採択。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1995年12月31日以降の新型機、及び1999年12月31日以降の製造機。</li> </ul>
1993年6月	第2回Working Group Meeting (スウェーデン) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第3回CAEPを1994年から1995年に延期することが合意された。</li> </ul>
1994年1月	第3回 Working Group Meeting (オタワ) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 騒音基準強化による運航コストと消費燃料の増加に関する報告が了承された。</li> <li>・ 2002年及び2015年における騒音被害予測の報告が了承された。</li> <li>・ Cost/Benefit Analysisの対象とする騒音及び排出ガスの基準強化策が確定された。</li> </ul>
1995年6月	第4回 Working Group Meeting (ボン) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Cost/Benefit Analysisの結果、及び第3回CAEPで討議すべき事項が了承された。</li> </ul>
1995年12月	第3回CAEP本委員会 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 排出ガス基準強化(更にNOx16%削減、実施は新造機は2000年、現有機は2008年から)採択したが、否決される。その後のCAEPの活動は承認される。</li> </ul>
1997年9月	スイスのチューリッヒ空港では、排出ガス税(Green Tax)を9月から導入。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 古い機材から5つのカテゴリーに分類して、着陸料に最大40%の超過料金を課す。</li> <li>・ 超過料金は、40%、30%、10%、5%、無しの5段階。</li> <li>・ ジュネーブ空港でも1998年1月から実施。</li> </ul>
1998年4月	第4回CAEP本委員会 1995年12月に否決された新基準案/CAEP3 (NOx16%削減)の改訂版を以下の通り公表。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 対象は、新型エンジンのみとする。実施は、2004年からに後退する。</li> <li>・ CAEPとしては、次回の委員会(2001年2月予定)で正式提案するつもり。</li> </ul>
2001年1月	第5回CAEP本委員会；本件については下記の通りの議題があったが調整がつかず、本年秋(9月末～10月初)に開催予定の第33回総会に向け、更に検討となった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 航空機の排出物削減 (Nox更に16%)、及び在来機の運航規制(2007年以降)。</li> <li>・ 市場原理に基づいた、排出物を制限又は減少させるための方策(環境税の導入等)。</li> </ul>
2004年2月	第6回CAEP本委員会；Nox基準強化については下記の通り、米欧等で意見が分かれたが一応2008年に12%強化することで合意した。2010年に再度基準強化をレビューすることが条件。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 米国、カナダ、途上国が2008年に10%強化する案を主張。</li> <li>・ 欧州諸国はより厳しい、2008年に15～20%強化する案を主張。</li> </ul>
2007年2月 次頁へ 続く	第7回CAEP本委員会 (モントリオール) CAEP7はEmission Trading遂行上最良の方法として、下記の通りの7項目を提案した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 航空機運航会社は、Emission Trading達成のため責任ある国際航空独立体であること。</li> <li>・ その制度に包括される運航会社は、全てのフライトの総合Emissionに責務を負う。</li> <li>・ 参加各国は、全ての航空輸送方法及びその汚染物のベースとなる機体重量に配慮する。</li> <li>・ 各国は、CO2だけのEmission Trading Schemeでスタートする。</li> <li>・ 各国は、民間航空に適用すべき温室ガス算定の趣旨を国内政府機関に採用する。</li> </ul>

## (1) ICAOにおける航空機排出ガス対策の取り組み (2/2)

2007年2月 続き	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際航空のEmissions算定機関は別にするが、京都議定書の削減目標には反しない。</li> <li>Tradingに関し、各国は選択時の経済効果、環境統合、株式、競争を考慮すること。</li> </ul>
2008年1月	<p>国際航空と気候変動に関する行動プログラム策定のため、ICAOにGIACC(Group on Int'l Aviation &amp; Climate Change)が設置された。2009年にはICAO理事会及び閣僚クラスのハイレベル会合を経て、2009年12月開催のCOP15(Conference of Parties 15)において、GIACCの行動プログラムをベースにICAOとしての結論を得る予定である。</p>
2009年12月	<p>コペンハーゲンで開催のCOP15ではの主な合意内容は、以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>先進国は2020年に経済全体に対する削減目標を実施するとして、そして途上国は削減行動を実施するとして、各々2010年1月31日までに付属書に記載するべく提出する。</li> <li>先進国は2010～12年の間に\$300億、また2020年までに合同で\$1,000億の資金を目指して途上国の需要に応えるべく動員することを約束する。</li> </ul>
2010年2月 (NOx基準)  (CO2基準)	<p>モントリオールで開催のCAEP8での主な合意内容は、以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CAEP6基準不適合エンジンのProduction Cut-offは、2012年末をもって適用とする。</li> <li>新強化案はCAEP6基準に対し小型機-5%、中大型機-15%、カーブの傾き2.0。適用は2013年末からとする。旅客需要への影響分析の強化も追加される。</li> <li>CO2基準の制定は、次回CAEP9作業の最優先課題として位置づけられた。</li> <li>WG3の中に「CO2 Task Group」を新設し、各国から専門家を派遣して進捗を管理する。</li> <li>それ以外の適用の対象、範囲、時期は今後CAEP9作業の中で検討する。</li> </ul>
2011年9月 (CO2基準)	<p>北京で開催のSteering Group(SG)会議での主な合意内容は、以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2012年末までに、燃料効率指標を最終的に選定する。現時点での指標は、Specific Air Range(航続率)とMission Fuel Distance(運航パターン燃費)の2案。</li> <li>当初の計画通り、2013年末までにCO2排出基準の完成を目指す。</li> </ul>
2013年9月 (CO2基準)	<p>モントリオールで開催の第38回総会での合意内容は、以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2010年に決議されたグローバル削減目標(*)達成のため、各国があらゆる施策に包括的に取り組むことで合意。また、2020年から適用する市場メカニズムを活用した世界的な排出削減制度(排出権取引など)を2016年を目標に構築する。</li> </ul> <p>(*)先進国のみならず途上国も含めた目標：①2050年まで燃料効率を毎年2%改善、 ②2020年以降、温室効果ガスの総排出量を増加させない。 <span style="float: right;">出典：JCAB</span></p>
2016年10月 (CO2基準)	<p>モントリオールで開催の第39回総会での合意内容は、以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>【国際線の温室効果ガス排出規制】191国が合意。国際線航空業界全体で2020年時点よりも増加した排出量を、各航空会社の排出量に按分して排出権購入量を割当てる。2021年から自発的参加国64ヶ国で開始、2027年以降は一定量以下の排出国等を除き参加を義務化。また、2030年以降は、按分部分を80～30%に段階的に低減、自社増分の部分を20～70%に段階的に増やすことで、各社個別の削減努力を段階的に反映する。</li> <li>【機体規模ごとに設定する排出ガス規制】新規開発機種は、2020年以降(最大離陸重量60トン以下かつ最大座席数19席未満は2023年以降)にメーカーが型式証明を申請する機種から対象。また、現在量産中の機種は、2023年以降に型式変更を申請する機種で最大離陸重量により設定された基準値よりも排出ガス増加量が大きいものが対象となる。2028年以降には製造中の機種も対象となる。</li> </ul>
2017年6月 (CO2基準)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2016年の総会で合意したGlobal Market Based Measureを推進する制度CORSIA(Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation)を立ち上げた。詳細はWebサイトを参照。 <a href="https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/market-based-measures.aspx">https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/market-based-measures.aspx</a></li> <li>参加国間の国際航路が適応となり、発着地いずれかが参加国でない場合は除外される。国際航路にて年間10,000トン以下の排出量のオペレーター、MTOW 5.7トン以下の航空機からの排出、人道理由・医療・消防活動による排出は除外される。</li> <li>2021年以降のCO2排出権購入量を定める上で基となる排出量基準値は2019年と2020年排出量の平均値を用い、各オペレータのCO2排出権購入必要量は基準値を上回った分とする。CO2排出権購入必要量の算出には、2021-2029年は全航空会社共通の係数を、2030-2035年は各社毎に削減努力を反映した係数を用いる。燃料1トンは3.16トンのCO2排出量と計算し、1トンのCO2排出量は1エミッションユニットとして扱う。各社は、算出されたCO2排出量のエミッションユニットに応じて排出権を購入することとなる。</li> <li>【機体規模ごとに設定する排出ガス規制】航空機の燃料消費率に基づく指標が一定値以下になるように義務づける基準として、国際民間航空条約(シカゴ条約) 附属書16の第3巻「航空機のCO2排出基準」を新設した。対象航空機はMTOW 5.7トンを超えるジェット機及び同8.618トンを超えるプロペラ機であり、基準適用日については、新規設計の航空機は型式証明申請日が2020年1月1日(MTOW 60トン以下かつ座席数19席以下のジェット機は同2023年1月1日)、一定の設計変更を行う航空機は同2023年1月1日、上記以外の継続製造を行う航空機は2028年1月1日である。したがって、対象航空機は基準を満たさなければ、基準適用日以降に新規製造できなくなる。</li> </ul>

## (2) 欧州の排出ガス・スキーム

2006年12月	<p>欧州連合(EU)の欧州委員会は、欧州域内を離着陸する航空機に対する温暖化ガスの排出規制(Emissions Trading Scheme : ETS)を下記の通り、導入することを決定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 欧州域内の路線を運航する航空機は、2011年から適用。</li> <li>・ 欧州域内と域外を結ぶ路線の航空機は、2012年から適用。</li> <li>・ 2004～2006年の二酸化炭素(CO2)排出量が基準となり、これを越えた航空会社は欧州の取引市場で排出権を買取り超過分を埋めなければならない。</li> <li>・ 本法案は今後EU加盟国や欧州議会の審議を経て、2008年には成立の予定である。</li> </ul>
2007年9月	<p>ICAO第36回総会決議において、排出権取引制度を他国の運航者に適用する場合には、締約国間の相互合意による場合を除き、適用しないよう要請する。</p>
2007年12月	<p>欧州環境理事会は、欧州議会の採決内容を下記の通り修正することを採決した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 適用時期：2012年より欧州から発着する全ての航空機に適用。</li> <li>・ 排出上限：2004～2006年平均の総排出量をベースに各航空会社に割当てる。</li> </ul>
2008年7月	<p>欧州連合(EU)の欧州議会は、欧州路線を運航する全ての航空会社に下記の通り、二酸化炭素(CO2)の排出削減を義務付ける規制案を承認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2004～2006年の排出量を基準にまず2012年に3%、2013年からは5%の排出削減を求める。</li> <li>・ この上限枠を超えた航空会社は、EUの排出量取引市場で不足分を購入することになる。</li> </ul>
2012年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ EUは2012年1月より域内排出権取引制度(EU-ETS)を導入し、国籍を問わず域内発着の航空会社に対し排出権取引を義務付けたが、米国、中国などEU域外からの反発が強く、EUは、EU域外の国からEU域内への発着便に対し、EU-ETSを一時停止した。</li> </ul>
2013年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第38回ICAO総会(2013年9月)では、EUの一方的な制度適用が否決され、出発・到着地の両国間の合意なしに、EU域外国とEU域内間に発着する便へのEU-ETSは適用されない。</li> <li>・ EUは、2013年10月、EU域外国の航空会社便に対するEU-ETSの適用に関し、EU域内空港までの全飛行経路を対象にせず、EU域内を通過した距離に応じて排出量を算出する修正案(下記①及び②)を提案した。これは2014年1月から実施し、ICAOが導入するとしている市場メカニズムの適用が実現されるまで有効とした。なお、EU域(EU及びノルウェーとアイスランド)内の飛行はこれまで通り適用対象。(①2014年から2020年まで、EU域外からEU域内への発着便は、EU域外飛行による排出分は免除され、EU域内飛行のみをEU-ETSの対象とする。②世界の航空排出量の1%未満しか排出していない途上国からの便はEU-ETSから免除。)</li> </ul>

## (3) 米国EPA航空機排出ガス規制の変遷

1960年代	<p>まず、視覚的に印象の強い排煙(Smoke Emission)、そして排出ガス(Exhaust Pollution)の影響が重視されるようになる。</p>
1970年	<p>米国では、EPA(Environmental Protection Agency : 環境保全局)が大気清浄法(Clean Air Act) 231条に基づき航空機からの大気汚染物質に関する調査を開始。</p>
1973年7月17日	<p>「航空機と航空機用エンジンによる大気汚染物質の排出量規制」に関する法律を制定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ヘリコプターを除く全ての民間航空機に適用。</li> <li>・ ガス状物質(CO, HC, NOx)、スモーク、放出燃料を対象とする。</li> <li>・ その後、数次にわたり基準案の緩和改訂が実施され、ほぼICAO基準と同一内容となっている。ただし、COとNOxの規制を撤廃している。</li> </ul>
1984年1月1日	<p>1984年1月1日以降に新造される26.7kN(6,000lbs)以上のターボファン/ジェット、1,000kW以上のターボプロップ及び超音速用エンジンに付き、ガス状物質HCとスモークの排出量を規制している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ HCの基準値は、超音速用エンジンはその圧力比と定格推力をパラメータとして、その他は単位定格推力当り19.6g/kNと設定されている。</li> <li>・ スモークの基準値は、定格推力のみをパラメータとして、スモークナンバーを設定。</li> </ul>
1990年	<p>同年発表された大気清浄法(Clean Air Act of 1990)では、自動車の排出ガスに対しては大幅な規制強化が図られていたが、航空機の排出ガス対策に対する優先度は、低かった。</p>
1994年2月14日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ EPAは、連邦大気清浄法で求められているFIP(Federal Implementation Plan : 大気質実施計画案)を承認。例えば、SCAQMD(South Coast Air Quality Management District)では、EPA規制より厳しい排出削減目標を挙げている。目標を越える排出には、PEU(Passenger Equipment Unit)当りの罰金が課せられる。</li> <li>・ &lt;例&gt;150人乗りの航空機で\$0.70/PEU(乗客一人当り)、\$150/LTO (着陸から離陸までの1サイクル)LTO : Landing and Take-off</li> <li>・ 航空会社に対して、1999年末からの詳細な日時及び年次報告書の提出を求めている。(タキシング、アイドル時間、APU(Auxiliary Power Unit : 補助動力)及びエンジン運用時間、各便の旅客数・貨物量、GSE(Ground Support Equipment : 地上支援車両)の型式と数、燃料、エンジンサイズ、稼働時間など)</li> </ul>
1997年5月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ EPAも、ICAOの現在のNOx削減基準の適用を決める。これは現在のターボファンやジェットエンジンだけでなく、新型コンセプト(例えばプロップファン等)のエンジンも対象とする。</li> </ul>

### 3. 双発機長距離運航及び長距離運航 (ETOPS)

#### (1) 双発機 ETOPS : Extended-range Operations with Twin-engine Airplane の経緯

双発機は、着陸可能な空港から飛行時間が 60 分以内の範囲内で飛行しなければならない制限があるが、要件を満たすことにより例外特認として、制限を超えて運航が可能となる。

1953 年 : 着陸可能な空港から(1 基エンジン不動作時速度で)60 分以内の範囲内を飛行 (双発機/3 発機、FAA、FAR121.161)

1964 年 : 60 分ルールから 3 発機を除外 (FAA)

1977 年 : 75 分運航を特例として、イースタン航空やフロリダ航空へ認可(FAA)

1985 年 : 120 分 ETOPS の AC120-42 発効(FAA)、B767 (JT9D-7R4D) 認可

1988 年 : 180 分 ETOPS の AC120-42A 発効(FAA)

1989 年 : 日本も 120 分 ETOPS を発効(JCAB)、ANA の B767 が認可取得

1995 年 : 就航前 180 分 ETOPS を B777 で認可(FAA)

1998 年 : 日本も 180 分 ETOPS 発効(JCAB)、ANA の B767 が認可取得

1999 年 : 北米航空輸送協会(ATA)は、北太平洋路線限定の 207 分 ETOPS を提案  
ANA の B777 が 180 分 ETOPS 認可取得

2000 年 : B777 で 207 分 ETOPS の EPL20-1 発効 (FAA)、北米エアライン 3 社が認可取得

2002 年 : ANA の 777-200ER(PW4090)が 207 分 ETOPS の認可取得

#### (2) 双発機 ETOPS の要件

- ①機体設計 : エンジンの信頼性は、エンジン 1,000 飛行時間当たりの空中停止回数は、120 分 ETOPS で 0.05 以下、180 分 ETOPS で 0.02 以下、207 分 ETOPS で 0.019 以下で、累積 25 万エンジン飛行時間以上の実績必要。機体には CMP(Configuration and Maintenance Procedure) Document に準拠した機体の改修・点検・装備品の装着が必要。
- ②エアラインの運航能力 : ETOPS に十分対応できるエアラインの整備・運航体制(訓練や飛行管理など)の構築と、機体・エンジンの組み合わせでの運航経験実績 (120 分 ETOPS には 1 年間の運航経験、180 分 ETOPS には 1 年間の 120 分 ETOPS 運航経験) が必要。他形式の機材の ETOPS 運航実績を以って期間短縮も可能。(Accelerated ETOPS)

#### (3) 就航前の双発機 ETOPS 認可 (FAA)

一定の要件を満足すれば、180 分 ETOPS を就航前に認可する(Early ETOPS)。

- ・ エンジン : 地上試験 2,000~3,000 サイクル、飛行試験最低 500 サイクル
- ・ 機体/エンジン組合せ : 実際のエアライン運航を模した最低 1,000 サイクルの実証飛行試験
- ・ 認可を受けたトラブル追跡システムの装備
- ・ 通常及び 1,000 サイクル ETOPS の飛行試験で発生する故障のタイプと頻度は、既存の 180 分 ETOPS が認められている機体で起こると予想されるものと一致すること。
- ・ エンジンも含め ETOPS 関連システムをカバーする承認された ETOPS 資格設計審査の確立。
- ・ 各種搭載エンジンの ETOPS 適合性の確認、その他全部で 60 項目におよぶ条件あり。

(4) 2008年までに認可された双発機 ETOPS 対象機種

・ボーイング機

Airplane	Engine	FAA120分	FAA180分	Airlines
737 -200	JT8D-9 JT8D-15/-17	1985-12 1986-12		Aloha
737 -300 -400 -500	CFM56-3	1990-09		
737 -700		1999-08		Aloha
757 -200	RB211-535C/E4 PW2037/2040	1986-12 1990-03	1990-07	North American American Trans Air
767 -200 -300	JT9D-7R4D/E CF6-80A/A2 CF6-80C2 PMC PW4000	1985-05 1985-08 1988-05 1990-04	1990-04 1989-04 1989-04 1993-08	TWA American American United
777 -200	PW4084 GE90 Trent800		1995-05 1996-10 1996-10	United BA Cathay
777 -300	PW4090 GE90-90B Trent892		1998-06 ? 1998-05	

・エアバス機、等

Airplane	Engine	JAA90分	JAA120分	JAA180分	Airlines
A300 -600	CF6-80C2A5		?	1994-05	Monarch
A310 -200	JT9D-7R4		?	?	Delta
A310 -300	PW4152		?	?	Delta
A318	CFM56			2006-11	(2007-1H)FAA
A319				2004-03	2006-05 FAA
A320				2004-03	2006-05 FAA
A321				2004-03	2006-05 FAA
A330 -300	CF6-80E1 PW4160 Trent700	1996-12 1994-07 1995-04	1994-05 1995-02 1995-07	1995-02 1995-07 1996-04	Air Inter MAS Cathay, TWA, etc.
MD 87					Transwede

		FAA75分	FAA120分		
E-190		2007-05	2008-05		

#### (5) 双発機 ETOPS 運航便数の増加

ETOPS 運航は、1985 年以来特に北大西洋横断路線で急激に増加し始めた。米国航空会社による北大西洋横断路線での ETOPS 運航は、1991 年末に 3 発または 4 発機による便数合計を上回り、1997 年には 3 発または 4 発機による便数の約 2 倍に達し、1999 年には北大西洋横断路線での全航空会社が運航する ETOPS 運航は週間便数で 1,300 以上となった。

#### (6) ETOPS : Extended Operations の規制の発効

- ・1985 年発効の AC120-42 は、FAR121.161 からの例外特認として双発機の長距離洋上飛行を承認したが、その後 ETOPS は通常の運航形態として普及し、2004 年には毎日 1,000 フライトを越えるまでになった。また、エンジンの信頼性も格段に向上したため、ETOPS 要件を例外特認から FAR の Regulation に昇格させることが提案され、2000 年からエアライン、メーカー等を含めた関係者の専門委員会 ARAC(Aviation Rulemaking Advisory Committee)により検討の後、2003 年に FAR の改訂案が NPRM(Notice of Proposed Rule Making)で公示され、2007 年 2 月に FAR の改訂が発効した。(なお、AC120.42A は廃止され、ETOPS は Extended Operations の略で統一された。)
- ・ETOPS 運航の実績経験を積むにつれ、Diversion はエンジン故障よりも、システム故障や火災、急病人などに起因することが現実的である事が判ってきたが、これらはエンジンの搭載数とは関わりがないので、多発機にも適用することになった。双発機は着陸可能空港から 60 分以上離れて飛行する場合に、3 発または 4 発機は着陸可能空港から 180 分以上離れて飛行する場合に、ETOPS 要件を適用する。ただし、3 発または 4 発機の貨物専用機は適用除外となる。また、ETOPS 要件を満たす双発機は 240 分までは運航事業者免許として一般的に認可されるが 240 分を超える場合は路線ごとに認可し、3 発または 4 発機は作動時間に限界があるシステムの限界時間がリミットとなる。

- ① 機体 : エンジンの信頼性、貨物室消火(Diversion 限界距離に到達後さらに 15 分の維持能力)、防氷、電源、燃料、APU、酸素供給などの各システムに要件が設定される。衛星通信 (SATCOM) などの通信機器装備の要件もあり。(発効日以降に型式証明を取得する航空機は Part25 に定める ETOPS にかかわる全ての要件への適合が求められる。)
- ② 運航者 : Diversion 空港の確保(空港の消火・救難能力は、180 分までは ICAO category4、180 分を超える場合は少なくとも 1 つの空港に category7 が必要)、気象情報のモニター、燃料搭載要件、ETOPS 認定整備事業者による特別飛行前点検、特別な整備実施体制と信頼性管理体制が FAA 監督下に置かれる。

出典 : FAA、JCAB、航空技術

#### (7) 最近の動向

2011 年 12 月、GE エンジン搭載の 777 は FAA から 330 分 ETOPS が認可された。2014 年 5 月には 787 が FAA から 330 分 ETOPS を取得し、2014 年 10 月には就航前の A350-900 が EASA から 370 分 ETOPS を取得した。2015 年 3 月には 747-8 が FAA から 330 分 ETOPS を取得した。

## 4. 北極圏横断路線

- ・ソ連上空の飛行が許可されなかった時代、アジア主要都市から欧州主要都市への飛行は、インド・中東経由の南回り航路が主流であった。しかし、1957年にスカンジナビア航空がソ連上空を迂回した北極圏横断路線（北回り航路）を開設した。これはアラスカ経由グリーンランド上空通過で北極圏を横断する航路であった。
- ・また、アジア主要都市から北米東海岸都市への飛行は、1990年代初まで、アラスカ経由（または上空通過）で運航されていた。
- ・ソ連の崩壊後の1994年、ロシア政府は、航空会社や国際機関と共にシベリア上空を通過する北極圏横断路線について検討を行い、1998年半ばにシベリア上空を通過する4つのルートを航空会社へ提示した。
- ・現在、アジア主要都市から北米東海岸都市への飛行は、シベリア上空を通過する北極圏横断路線により運航するのが一般的になっている。
- ・なお、ロシアやカナダなど、航空機に上空を通過される国は、航空管制を受け持つとともに、上空通過料を徴収している。

### ① メリット

北極圏横断路線は、従来まで運航していたワン・ストップによる経路と比較して、所要時間及び運航コストにおいて大幅な節減となった。

路線	大圏距離	時間短縮
・アトランターソウル	6,188nm	約2時間
・バンクーバー北京	4,587nm	約2時間
・ニューヨークシンガポール	8,287nm	約3時間半

(シンガポール航空は、2013年にニューアーク⇄シンガポール直行便(A340-500)を運休したが、2018年にはニューヨーク⇄シンガポール直行便(A350-900ULR)を復活する計画。)

### ② 運航上の要件

北緯78度以上の北極圏横断路線について、FAAが米国航空会社に要求する要件は以下の通り。

- ・気象条件の変化に対応できる代替空港の設定
- ・代替空港着陸時、乗客の安全及び移手段確保とその後のリカバリープラン
- ・搭載燃料の温度をモニターし、凍結を防止する手順
- ・通信手段の確保：VHF、HF、衛星通信(ともに音声とデータリンク)
- ・要求される装備：燃料残表示装置(温度計を含む)、APU補助動力装置(双発機の場合)、オートスロットル装置、通信装置、医療キット、屋外作業用の極寒防護服2着以上など
- ・運航乗員とディスパッチャーへのトレーニング
- ・運航乗員の交代要員、クルーレストの設置など

出典:Polar Routes, Boeing AERO16

5. 米国エアラインのScope Clause

Main Line Airlines	Scope Clause (2018/3時点)				運航機材(2017/12/31時点)			
	最大席数	最大重量	機数	その他制限(抜粋のみ)	Regional Partner	機種	機数	
Alaska Airlines	制限なし	制限なし	制限なし		Horizon Air	DHC-8-400 E-175	52 10	
					SkyWest Airlines	CRJ200 E-175	2 23	
American	30-65席	64,500lbs (*1)	メインライン細胴機数の75%から、66-76席機の機数を差引いた機数まで(2017年12月末時点279機)	合計では、メインライン細胴機数の75%まで(2017年12月末時点599機)	Air Wisconsin	CRJ200	20	
					Compass Airlines	E-175	20	
					Envoy Air	CRJ700	26	
						E-175	44	
						ERJ-140	15	
					ExpressJet Airlines	CRJ700	12	
	Mesa Airlines	CRJ200	1					
		CRJ900	64					
	Piedmont Airlines	DHC-8-300	11					
		ERJ-145	34					
	PSA Airlines	CRJ200	35					
		CRJ700	34					
Republic Airlines	CRJ900	54						
Republic Airlines	E-175	85						
SkyWest Airlines	CRJ100/200	15						
Trans States Airlines	CRJ700	37						
Trans States Airlines	ERJ-145	17						
Delta	50席まで	65,000lbs (*1)	最大125機	合計で最大450機	Compass Airlines	E-175	36	
					Endeavor Air	CRJ200	49	
	CRJ900	89						
	ExpressJet Airlines	CRJ700	33					
		CRJ900	16					
	GoJet Airlines	CRJ700	22					
		CRJ900	7					
	Republic Airlines	E-170	19					
		E-175	16					
SkyWest Airlines	CRJ100/200	88						
	CRJ700	27						
	CRJ900	36						
Trans States Airlines	E-175	19						
United	69席まで	80,000lbs (*1)	メインライン細胴機数の90%まで(2017年12月末時点515機)	合計で最大770機(2017年12月末時点)。United Express便数の80%は800nm以下のこと。	Air Wisconsin	CRJ200	31	
					Cape Air	ATR42	3	
					CommutAir	DHC-8-200	7	
						ERJ-145	23	
					ExpressJet Airlines	ERJ-135	3	
	ERJ-145	109						
	GoJet Airlines	CRJ700	25					
	Mesa Airlines	E-175	60					
		CRJ700	20					
	Republic Airlines	E-170	38					
E-175		28						
SkyWest Airlines	E-175	65						
	CRJ200	76						
	CRJ700	20						
Trans States Airlines	ERJ-145	38						
(旧) Continental	50席		274機。メインラインの機数増加に伴い追加あり得る。	リージョナルは、ハブ空港間での運航はできない。			(*1)	
(旧) US Airways EAST	44席	小型RJ: 40席以上で53,000lbsのCRJ240/400を含む	46,600lbs	150機。	US Airways EastとUS Airways Westと統合ではCRJ900クラス機:計93機、但し、統合後の機数増加に伴い追加あり得る。			(*1)
	45-50席	中型RJ: CRJ240/400を含む	65,000lbs	中型RJと大型RJ合わせて315機。				
	51-88席	大型RJ:	90,000lbs					
(旧)US Airways WEST	88席(クラス)又は90席(モノクラス)		90,000lbs	CRJ900クラス機:計38機 CRJ700/900クラス機:計50機 CRJ200/700/900クラス機:計75機 メインラインの機数増加に伴い追加あり得る。				

(\*1)2009年10月時点の参考値

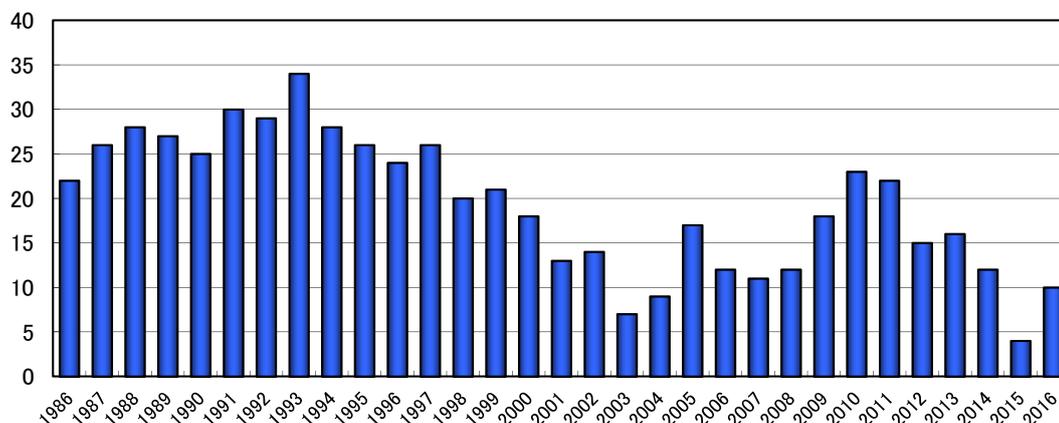
出典: Flightglobal, mba, JADC

## 6. 安全性 — 事故率の変遷(1986-2016)

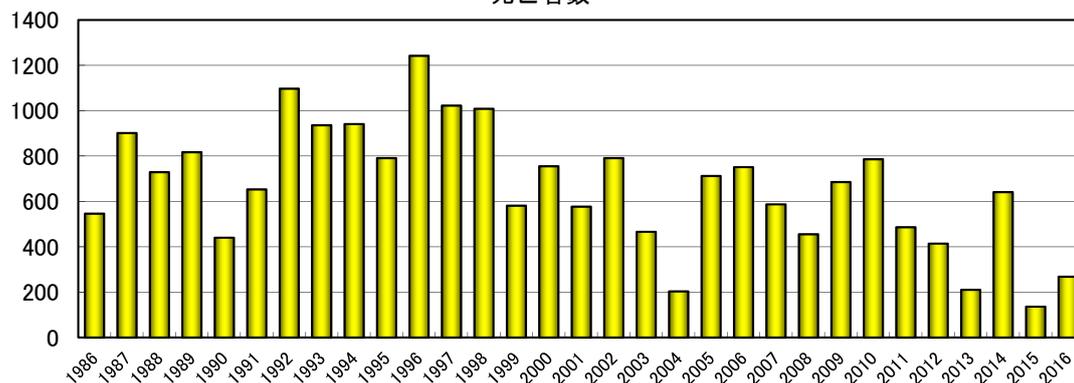
定期運航における事故率(西側製造機)				出典:ICAO/IATA/Airlines for America統計			
暦年	死亡事故件数	死亡者数	1億旅客キロ 当たり事故数	1億旅客キロ 当たり死亡者数	100万飛行回数 当たり事故数	旅客キロ(100万)	飛行回数 (1000)
1986	22	546	0.1515	0.038	1.7326	1452055	12698
1987	26	901	0.1636	0.057	1.9540	1589467	13306
1988	28	729	0.1642	0.043	2.0083	1705432	13942
1989	27	817	0.1522	0.046	1.9362	1773703	13945
1990	25	440	0.1320	0.023	1.7052	1894245	14661
1991	30	653	0.1626	0.035	2.1025	1845418	14269
1992	29	1097	0.1503	0.057	1.9569	1928922	14819
1993	34	936	0.1744	0.048	2.1550	1949421	15777
1994	28	941	0.1333	0.045	1.6434	2099936	17038
1995	26	791	0.1156	0.035	1.4594	2248215	17816
1996	24	1242	0.0987	0.051	1.2795	2431695	18758
1997	26	1022	0.1010	0.040	1.3458	2573010	19320
1998	20	1008	0.0761	0.038	1.0160	2628116	19686
1999	21	581	0.0751	0.021	1.0126	2797803	20739
2000	18	755	0.0562	0.024	0.7456	3201366	24143
2001	13	577	0.0418	0.019	0.5364	3108527	24234
2002	14	791	0.0448	0.025	0.6062	3124069	23095
2003	7	466	0.0220	0.015	0.2939	3180302	23817
2004	9	203	0.0248	0.006	0.3361	3628725	26781
2005	17	712	0.0434	0.018	0.6055	3919023	28077
2006	12	751	0.0288	0.018	0.4170	4170556	28776
2007	11	587	0.0262	0.014	0.4151	4513096	29869
2008	12	455	0.0261	0.010	0.4012	4603257	29907
2009	18	685	0.0395	0.015	0.6130	4554781	29364
2010	23	786	0.0468	0.016	0.7481	4917070	30745
2011	22	486	0.0420	0.009	0.6927	5240510	31758
2012	15	414	0.0272	0.007	0.4661	5520842	32183
2013	16	210	0.0275	0.004	0.4912	5824084	32573
2014	12	641	0.0194	0.010	0.3608	6172191	33263
2015	4	136	0.0060	0.002	0.1170	6635006	34183
2016	10	268	0.0140	0.004	0.2821	7124350	35447

※ 2014年7月17日に発生したMH017便の墜撃事件は、出典のIATA事故統計に含まれていない。

死亡事故件数

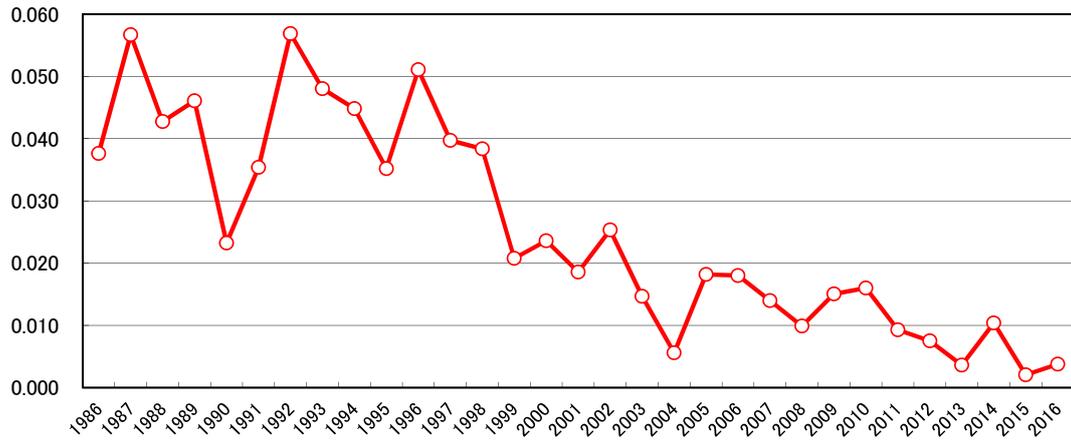


死亡者数

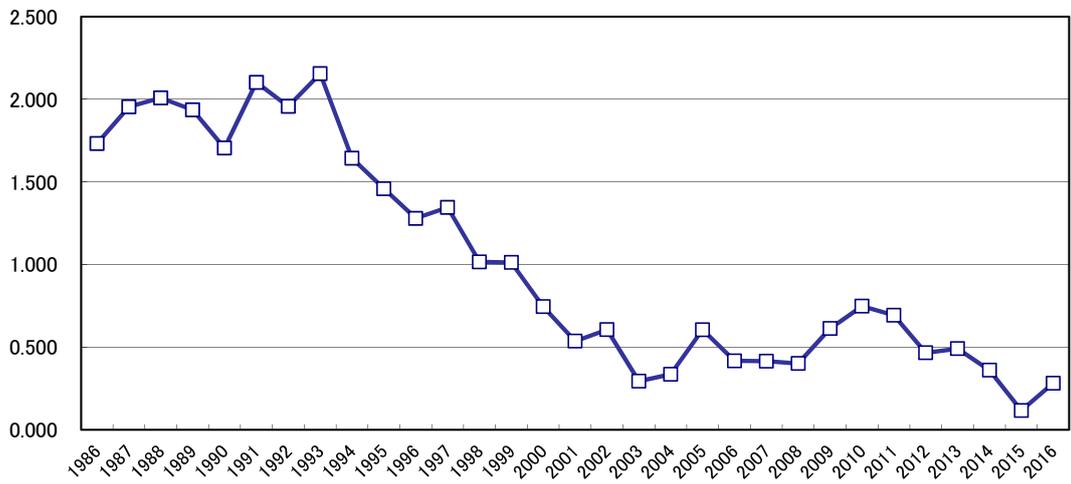


## 6. 安全性 — 事故率の変遷(1986-2016)

1億旅客キロ当たり死亡者数

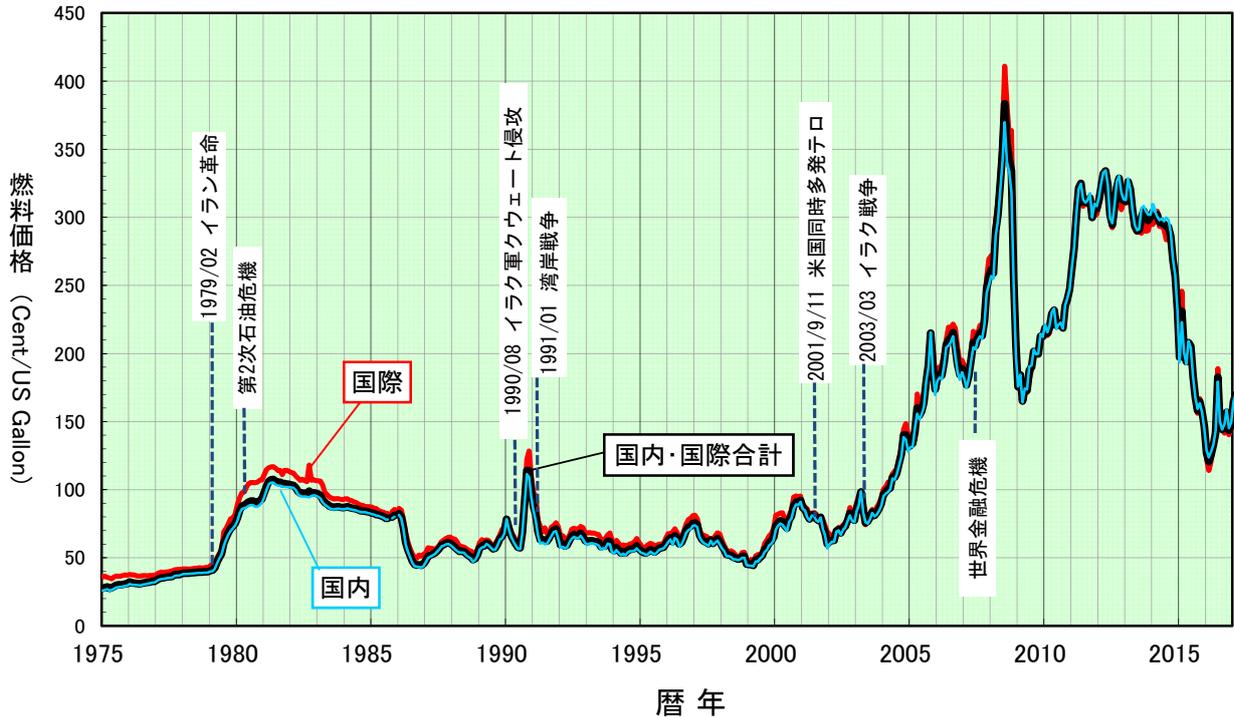


100万飛行回数当たり死亡事故件数



## 7. 燃料価格の推移 — 米国エアライン

米国エアライン 月別燃料価格の推移 1975/01～2017/12  
U.S. Majors, Nationals and Large Regionals 国内線・国際線合計



米国エアラインの最近の燃料価格の推移

出典: BTS

年月	燃料価格(セント/ガロン)			燃料消費量(1000ガロン)			燃料価格(1000 US\$)		
	国内線	国際線	合計	国内線	国際線	合計	国内線	国際線	合計
2016年1月	128.9	122.5	126.6	856	465	1,321	1,103	570	1,673
2016年2月	123.8	114.2	120.6	825	419	1,244	1,021	479	1,500
2016年3月	128.0	121.3	125.7	944	483	1,427	1,208	586	1,794
2016年4月	133.0	132.2	132.7	903	483	1,387	1,201	639	1,840
2016年5月	143.0	138.6	141.5	951	511	1,461	1,359	708	2,068
2016年6月	179.3	188.8	182.6	992	530	1,522	1,779	1,001	2,780
2016年7月	149.9	147.4	149.0	1,028	559	1,587	1,541	825	2,365
2016年8月	144.1	144.4	144.2	1,007	546	1,553	1,451	789	2,240
2016年9月	148.0	141.6	145.7	897	491	1,388	1,328	695	2,023
2016年10月	158.7	153.2	156.8	920	483	1,402	1,460	739	2,199
2016年11月	145.2	140.4	143.6	886	432	1,318	1,286	607	1,893
2016年12月	149.2	145.0	147.8	960	474	1,433	1,432	687	2,119
2017年1月	164.5	163.4	164.1	882	461	1,343	1,452	753	2,205
2017年2月	170.3	169.2	170.0	804	404	1,208	1,370	684	2,053
2017年3月	164.9	164.8	164.8	965	481	1,446	1,591	793	2,384
2017年4月	165.9	163.3	165.0	919	489	1,408	1,525	798	2,324
2017年5月	160.2	160.5	160.3	964	523	1,487	1,545	840	2,384
2017年6月	153.3	154.7	153.8	1,009	545	1,554	1,547	843	2,390
2017年7月	155.3	154.1	154.8	1,038	574	1,611	1,611	884	2,495
2017年8月	164.6	160.7	163.3	1,030	559	1,589	1,696	899	2,595
2017年9月	180.7	173.4	178.1	879	494	1,374	1,589	857	2,446
2017年10月	182.1	181.0	181.7	953	495	1,449	1,736	897	2,632
2017年11月	187.3	185.3	186.7	922	449	1,371	1,727	832	2,558
2017年12月	191.0	192.1	191.4	975	481	1,456	1,863	923	2,786