

海外空港

シドニー・キングスフォード空港 (YSSY / SYD)

1. 概況

1.1 空港の概況

シドニー空港は、豪州最大の都市であるシドニーの中心市街地から8 km南、主要な観光スポットから10 km未満という利便性のよい場所に位置し、正式名称を「キングスフォード・スミス空港」という。国際線・国内線、カーゴ便を含めると60社近くの航空会社が就航しており、オーストラリアで最も交通量の多い空港である。カンタス航空、バージンオーストラリア航空、ジェットスター航空、リージョナルエクスプレス航空、タイガーエアオーストラリア航空などのハブ空港にもなっており、また空港の旅客実績は2018年で約4440万人であり、離着陸回数は332,834回である。空港はオーストラリア大陸の南東部のニューサウスウェールズ州ボタニー湾に面する南北方向2本と東西方向の1本の滑走路を有している。

2002年に連邦政府はシドニー空港の99年間の運営権をサザンクロス空港特殊会社に売却し民営化が実現した。土地とその基本施設は国が保有し、特殊会社の傘下にあるシドニー空港会社(SACL)が運営を行っている。

1.2 環境対策の概況

シドニー空港は市街地に近く利便性が高い空港である。30万回を超える発着回数を処理するには、南北2本の滑走路を主として運用する必要がある。しかし、図1でもわかるように、北側は住宅地であり、南側はボタニー湾があるもののその先に規模は小さいが住宅地がある。東西方向の滑走路の延長方向も住宅地となっている。このため周囲に配慮した環境対策が必要な空港である。特に、ノイズシェアリングの考え方を取り入れた滑走路の運用をしている。夜間の運航は、ボタニー湾を利用し、湾から着陸し、湾に向かって離陸する方式をとることにより対応している。

環境対策の歴史は、1950年代後半にジェット機



図1 シドニー空港と周辺地域

が就航後、騒音に対する強い反発が起こり、カンタス航空と政府により23時から6時までの運航規制が自主的にされたのが環境対策のはじまりとされている。その後、滑走路が空港南側のボタニー湾側に延長され、ボタニー湾を有効利用した離着陸方式を行うようになったことや、1978年に当時としては騒音が少ないB747が多数就航したのを契機に運航規制の緩和が議論されるようになった。

しかし、1994年に南北方向の第3滑走路が完成したことにより、騒音が再度問題化し、1995年に議会はSydney Airport Curfew Act 1995法を制定し、それにより現在の午後11時から午前6時のカーフェュー時間が決定された。ただし、曜日や時間帯による追加の規制がある一方、カーフェュー時間帯であっても一部航空機の運航が認められている。

また、1996年連邦空港法(Airport Act 1996)にもとづき、空港運営者に対して20年間の空港開発マスタープラン作成が義務付けられており、このマスタープランに含まれる環境戦略を5年ごとに更新することでその対策としている。

防音工事等の対策は第3滑走路(16R/34L)の建設をきっかけに策定された「騒音改善プログラム:Noise Amelioration Program (NAP)」により1994年から行われていたが、すでに完了している。

環境対策のうち関係法令を所管するのは、インフラ・交通・地域開発省(Department of Infrastructure, Transport, Regional Development and Communications; 2020年2月から統合され現組織)であり、具体的な環境対策に関する実務はオーストラリア政府機関のサービスプロバイダーであるエア サービス オーストラリア(AA: Air service Australia)が実施している。AAは安全運航のための行政のほか、航空機の騒音影響低減のための運航方式等の確立、主要空港周辺の航空機騒音監視、全国の騒音に関する苦情対応、航空機騒音にかかる情報提供等を行っている。

一方、空港内で発せられる地上騒音については、シドニー空港会社(SACL)が担っており、騒音軽減のためのインフラの提供、地上走行で発生する騒音の抑制、騒音の少ない新世代航空機の使用のサポート、地上騒音に関係する情報の公開、騒音苦情へ対応している。

2. 空港運用状況

2.1 滑走路の配置

シドニー空港の3本の滑走路諸元を表1に示す。併せて図2を参照されたい。16L/34Rと16R/34Lの中心線の距離は約1030mあり、セミオープンパラレル方式の滑走路である。また、すべての滑走路方向にILS、RNAV (GNSS)、GLS進入方式が設定されており、16R/34L,16L/34RにはSA (Special Authorized) CAT II 進入方式が設定されている。

表1 シドニー空港の滑走路諸元表

滑走路	滑走路長(m)	幅(m)
16R/34L	3,962	45
16L/34R	2,438 16L着陸は2,210	45
07/25	2,530	45

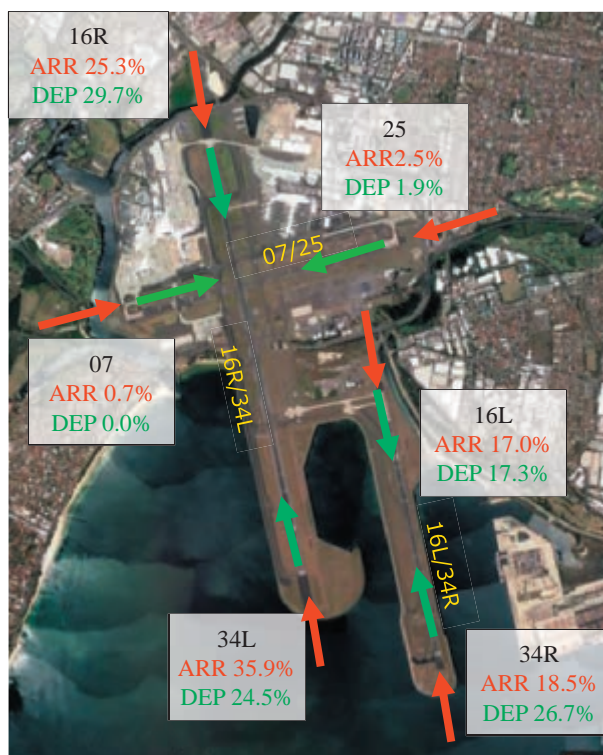


図2 滑走路配置と使用割合(2018年)

2.2 時間帯別や機種別の運航状況

シドニー空港需要管理法(The Sydney Airport Demand Management Act 1997)において、航空機の発着回数が1時間値80回とするなどのスロット管理スキームが定められており、AAには四半期ごとに大臣に対してこれらのスロット値の遵守状況を報告する義務が課されている。

実際の時刻別運航実績を図3に示す。これはシドニー空港の月別の公式統計を基に2018年の日平均値を算出したものである。運航頻度が高いのは7時~19時の間である。23~5時のカーフェュー時間帯の運航も各時刻で1~3機程度あることが分かる。

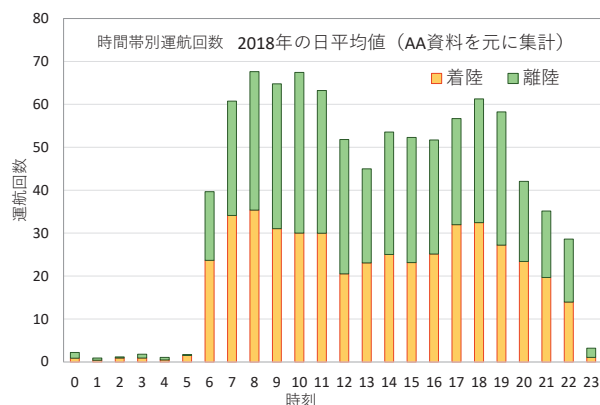


図3 時刻別運航実績(2018年、日平均値)
AAの運用統計資料をもとに集計したもの

図4に機種別運航回数を示す。AAおよびSACLから機種別統計情報はなかったため、ネットで取得したある1日の運航実績から集計したものである。図から、最頻運航機種はB737型、次いでプロペラ機(DHC8, ATRなど)、A320と続き、単通路機以下のサイズを小型と定義した割合では79.0%におよぶ。これらは主に国内線に用いることが多い。一方で、国際線では長距離飛行が可能な大型機に頼る割合が多い。最も多いのはA330だが、A380、B744、B777なども運航がある。

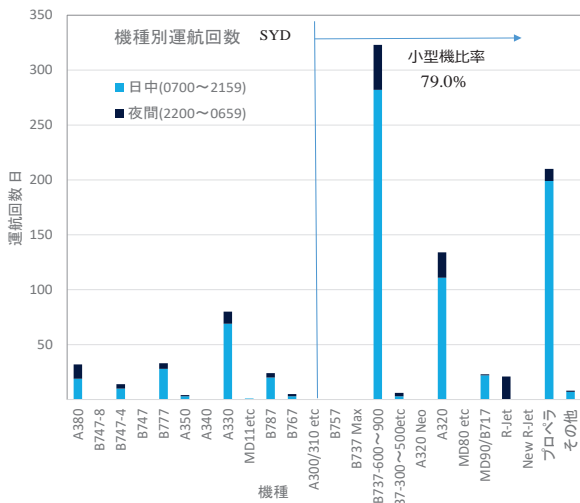


図4 機種別運航回数 (2018.12.13の例、Flightrader 24 から)

2.3 滑走路別の運用状況

1994年の南北平行滑走路の運用開始にあたり、特に北側に居住する住民からの反対運動を契機に、1997年、各滑走路の長期的運用計画(LTOP: Long Term Operating Plan)が策定された。これにより滑走路の運用にノイズシエリングの考え方が取り入れられた。図5のように10個のフライトモードにより運用されている。海上経路を主体としたOverwater operations(図の赤枠、カーフェー時間やそれに接する時間帯に適用)、南北の平行滑走路2本で運用するParallel Mode(図の緑枠)とその他の滑走路の使用方法を分散するNoise Sharing Mode(図の青枠)に分けられている。

LTOPではノイズシエリングの目標として東西南北別の使用割合を定めており、北17%、南55%、東13%、西15%としている。この趣旨は、できるだけ洋上を利用した南エリアを多く用い、密集した市

街地の北エリアを避けるために、東西のエリアでも一定割合の騒音を受け持つといったものになる。AAは滑走路と飛行経路の動向を月次レポートとして発行しているほか、年間の使用実績も公表している。なお、34Rからの離陸は、離陸後すぐに東に旋回する経路を採る。このため、34R離陸は東エリアに分類される。

しかし、実際の運用(図2に滑走路別運用割合を示す)はLTOPに従ったノイズシエリングが実現できているわけではない。東西の滑走路を使うと処理能力が落ちることなどからその使用頻度は少ない。処理能力が高い南北方向の滑走路2本をほぼ均等に使い分けるパラレルモードを使用する時間帯が多いようだ。結果として表2のように、北側エリアの負担を減らすこと、西側エリアに一定の騒音を負担してもらう目標は達成されていない。

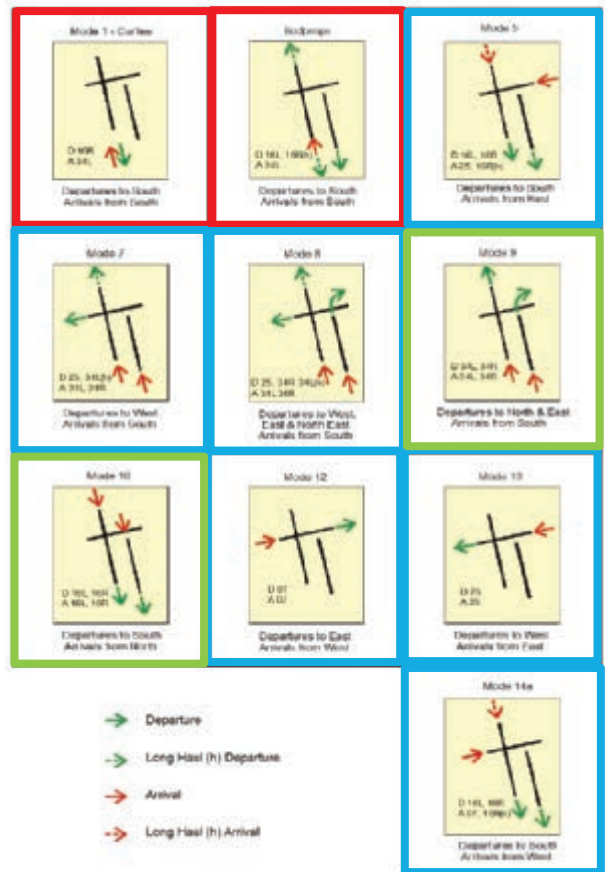


図5 LTOP(滑走路の長期的運用計画)によるフライトモード
表2 方向エリア別運用割合とLTOP目標値

	North	South	East	West
目標値	17.00%	55.00%	13.00%	15.00%
2018	33.40%	50.60%	14.63%	1.29%
2017	33.01%	51.31%	14.36%	1.32%
2016	30.50%	51.10%	16.40%	2.00%

3. 空港周辺の土地利用状況

既述のとおり、空港の3方向は陸域で、隣接地域には工業地区もあるが、住居地区も多い。東西方向の滑走路の延長方向も住宅地が広がっている。南側はボタニー湾があるものの、湾の入り口となっているカメイボタニーベイ国立公園近傍にも小規模ながら住宅地があり、騒音影響を無視することができない。

4. 環境負荷を考慮した着陸料金

騒音やエミッションを考慮した着陸料金体系にはなっておらず、航空料金のみとなっている。例えば国際線旅客便では乗客一人当たりの単価(37.43A\$)で、貨物便では最大離陸重量(MTOW)のトン当たり単価(6.74A\$)に基づいている。

5. 空港周辺環境対策

5.1 評価指標と基準

オーストラリアでは航空機騒音の評価指標としてANEF (Australian Noise Exposure Forecast)が用いられている。アメリカで考案されたNEF(Noise Exposure Forecast)を独自に修正したANEFはWECPNL等と同じ所謂「やかましき」を表すPNLに基づく指標をベースとしている。次式で表される。

$$ANEF = EPN \text{ dB} + 10 \log_{10} (N_d + 4N_n) - 88$$

EPN dB：実効感覚騒音暴露レベルの平均値

N_d ：昼間(07:00 - 19:00)の騒音発生回数

N_n ：夜間(19:00 - 07:00)の騒音発生回数

88：任意の定数

日本の環境基準の旧指標であるWECPNLとよく似た構造の式であることは理解にたやすい。もともとアメリカで使っていたNEFは時間区分が22時で区切られ、夜間荷重の係数が16.7(12dBの重みづけに相当)だった。ANEFは19時以降を夜間とする代わり荷重係数を4(6dBの重みづけに相当)としたものである。これは1980年ころのオーストラリアでの社会調査の結果から導き、1982年に航空機騒音の評価指標として採用された。現在でも空港法(Airport Act 1996)にANEFを用いることが規定されている。ANEFは本来、予測計算によって算出することを意図しており、

その場合は特定飛行経路(j)での特定機種(i)の予測ANEF (ij)を計算し、すべての経路・機種のANEF (ij)を合算してANEFを算出する。

また、過去の一定期間における航空機騒音を表す指標としてANEI (Australian Noise Exposure Index)がある。これは評価対象を将来ではなく、現在以前の過去とするだけで、算出方法はANEFと同じものである。

Sydney Airport N505 (1 January 2017 to 31 December 2017) ANEI Contours

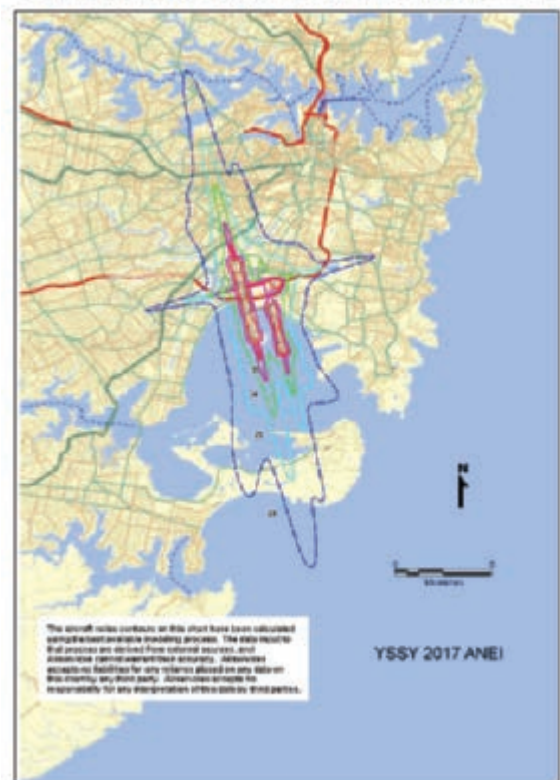


図6 ANEIコンターの例(2017年、AA資料)

航空機騒音に関するオーストラリア規格AS 2021 'Acoustics -Aircraft noise intrusion- Building siting and construction'では、ANEFをもとに、航空機騒音と建築容認の目安を示している。住宅、学校、病院などは $20 \leq ANEF \leq 25$ であれば、防音工事等の対処が必要、 $ANEF > 25$ は容認できない。

表3 AS2021で示されるANEFと建築容認

	容認	条件付き容認	容認できない
住宅	20未満	20~25*	25を上回る
ホテル	25未満	25~30	30を上回る
学校	20未満	20~25*	25を上回る
医療施設	20未満	20~25	25を上回る
公共の建物	20未満	20~30	30を上回る
商業ビル	25未満	25~35	35を上回る
軽工業	30未満	30~40	40を上回る
その他の産業	all ANEF		

* 住宅や学校には防音措置を施すこと

ANEFの算出式はWECPNLと似た構造であることは述べたが、両者の違いはおおよそ50dBと考えることができる。(ANEF 25はWECPNL 75と同等だが、実際には時間帯別の運航機数の違いにより差が生ずるので、一定の差ではないことを注意してほしい。)なお、日本を含め海外の大多数の国では等価騒音レベルベースへの移行が進んでいるが、オーストラリアでは、その議論は始まっていないようだ。

また、AS2021は目安となる室内騒音も公表している。例えば、ANEF 20~25のエリアで住宅建築する場合、表4の目安値(L_{Amax})となるような遮音性能を有することが必要になる。なお、ここでは説明を省くが、外部騒音(L_{Amax})を計算する仕組みも示している。

表4 目安とする室内騒音値

建物	種別と目安 (dBA)	
住宅	寝室 50	居室 55
ホテル	55	
学校	図書室 50	教室 55
医療施設	病棟・診療室 50	研究所 65
公共の建物	教会・図書館 50	劇場 40
商業ビル	オフィス 55	商業 75
軽工業	検査・分析 75	工場 80

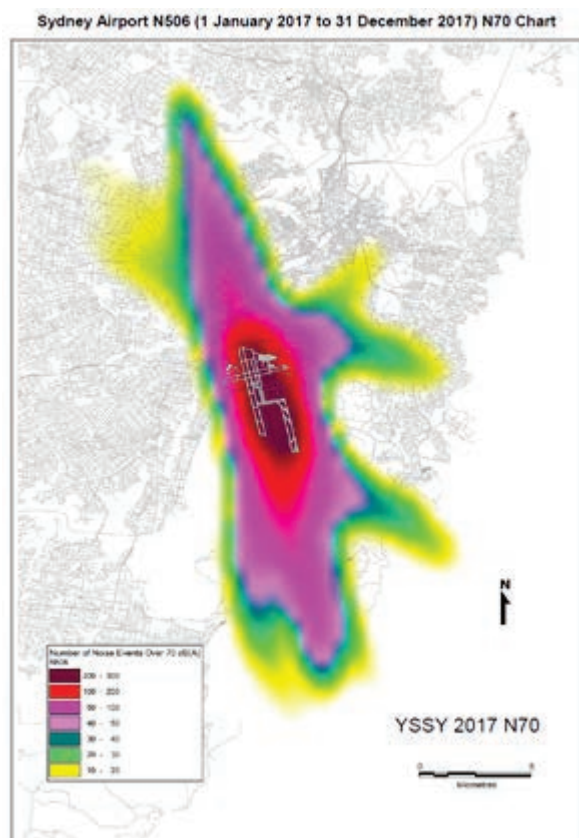


図7 N70コンターの例(2017年、AA資料)

このほかにオーストラリアでは、一般住民への理解を容易にするため、付加的な指標として参考情報「N70」(Number Above:70はdB値)がしばしば用いられている。図7に示すN70マップは1日の航空機騒音が70dBを超える回数を年間平均化したコンターである。70dBAは一般に、窓が閉まっている一般的な部屋でラジオ、テレビ、または会話の音声が増えることが予想されない外部音レベルと見なされている。

5.2 騒音対策の枠組み

オーストラリアでは、連邦空港法にもとづき、運営権がリースされている21空港のうち19空港に対し、20年間にわたる空港開発の戦略的方向性を「マスタープラン」として作成し、それを5年または8年ごとに更新するよう定められている。シドニー空港では5年ごとに更新がおこなわれており、SACLによる直近の改正は2019年の「マスタープラン2039」である。このほかに当面5年間の環境対策ビジョンを「環境戦略2019-2024」としてまとめ、様々な騒音対策関連の取り組みの進捗状況がレビューされている。具体的な対策の実行は、AAとSACLが分担して行っていることは前述のとおりである。

また、空港環境保護法 Airport (Environment Protection) Regulations 1997によって、空港管理者に対して、環境保護の責務が課せられている。

なお、土地利用計画に関することは州政府または自治体が受け持つ。また、現在はすでに終了しているが移転や保証に関することは国が行った。

5.3 補償(防音工事・移転)

1994年以来、国(旧地域交通省)が主導してシドニー空港騒音改善プログラム(Sydney Airport Noise Amelioration Program)が策定され、移転補償や防音工事等の対策を実施してきた。その内容は、ANEF40ゾーンに存在する住居、教会、保育施設の移転、ANEF25ゾーンに存在する学校、保育施設、病院等、教会への防音工事実施、ANEF30ゾーンの住宅への防音工事実施である。

移転に関しては、1997年段階で、147戸の住宅の自主的な移転が実施され跡地の公園化が図ら

れた。また、防音工事については約4200戸(4083戸の住宅と99の公共建築物)が対象となり、当初住宅一戸あたり45,000 A\$の上限を定めていたとのことであるが、その後消費者物価指数の変動を受けて50,000 A\$まで引き上げられたとしている。こうした対策費用の一部は1995年から航空機の着陸料金に付加される形でその財源とされた。

また、当初の計画では10年をかけて完了する予定だったが、最終的に2016年にすべての適合住宅物件に対して防音工事、移転補償が完了したとしている。

5.4 土地利用計画

土地利用計画は州または地方自治体を実施する。空港管理者(シドニーの場合はAA)が示すANEFコンターによって、適切な土地利用計画を定める。空港の進行中の開発計画に影響が出ないよう、空港の近くの住宅開発を監視する取り組みは行われているが、土地規制までは行っていない。

また、防音工事プログラムはすでに終了しているので、騒音があるエリアに引越してくる場合に対して、航空機騒音の確認と住宅建設時の防音措置についてAAのホームページで呼びかけをしている。

5.5 地上騒音への取り組み

空港環境を管理するSACLに対しては、空港環境保護法によって、地上騒音に対しての配慮も求められている。環境戦略2019-2024には、地上騒音(Ground-based noise)を最小限に抑え抑制することが書かれている。

エンジン試運転設備は空港エプロンの北側にブラストフェンスを備えただけのスポット(回転式のスポットで、風向に正対することが可能)が2つあり、この場所で許可を得て試運転を行う。騒音影響を抑えるために、ハイパワーの試運転は夜間の時間帯には実施できないなどの制限がある。

APU(補助動力装置)の使用も抑制している。すべての新設ボーディングゲートに対しGPU(航空機用動力設備)を設置することや地上空調システムの導入などが進められている。またこのほかにも地上騒音の定期的な監視を周辺地域で実施している。地上騒音の評価方法については、現時点で定まっていないようだ。

6. 騒音軽減運航方式

(1) 優先滑走路方式

2.3節で示したように、1994年の第3滑走路供用開始によりそれまでに比較して南北方向の運用が増大し、1997年にオーストラリア連邦政府は管制業務を実施しているAAに指示し、滑走路の長期的運用計画(LTOP: Long Term Operation Plan)を策定させた。それによると、滑走路の使用頻度を分散し、周辺住民に対し騒音の負担を公平に受け持ってもらおうというノイズシェアリングの概念がとり入れられた。

7. 深夜時間帯の運航

7.1 深夜時間帯の運航制限

(1) カーフェュー、スロット制限について

23:00~06:00の間、航空機の離着陸は原則として制限されており、根拠法はSydney Airport Curfew Act 1995である。また、毎日22:45~23:00及び土曜日、日曜日の06:00~07:00と22:00~23:00には追加的な措置として使用滑走路制限が加えられている。

ただ、小型プロペラ機(34,000kg未満)とSydney Airport Curfew Instrument 2015で指定される低騒音ジェット(CRJ-700等、34,000kg未満)、およびBAe 146(写真1)は運航が認められている。

カンタス航空	Bae-146	週27回
Virgin AA航空	Bae-146	週18回
Toll Transport	Bae-146	週1回
Cobham Aviation	Bae-146	週28回



写真1 BAe146

※BAe 146は、British Aerospace(現BAEシステムズ、英国)の4発ジェット旅客機、MTOW 45t程度の小型機だが4発高翼機という構造をしており、騒音軽減と短距離離着陸性能(STOL)を求めた結果といわれている。

また、商業目的の国際線運航でシドニーを離陸し国外を目的地とする出発機、及び国外からのシドニー空港への到着機、あるいは、チャプター3の騒音基準を満たし離着陸が既存のタイムテーブルとして承認されているもの等については、特例として午後11時から深夜0時までの離着陸と午前5時から午前6時までの着陸が認められている。

カーフェュー時間帯のスロットは以下のとおり。

23:00~00:00の離着陸 4回/1日、14回/1週

05:00~06:00の着陸 7回/1日、35回/1週

これらの結果、カーフェュー時間帯の運航は図3(2.2節)にも示したように、23時台から5時台までの各時刻で1~3便程度、該当時間帯全体では日平均12.0回(2018年実績)の離着陸がある。

また、カーフェュー規則に違反した場合の罰金は、最高150,000 A\$が適用される。

(2) 夜間の離着陸方式

カーフェュー時間帯(23:00~06:00)の滑走路運用は基本的にRWY 34Lが着陸、RWY 16Rが離陸用として使用される。すなわち、ボタニー湾内を経路とするLTOP Mode1 (Overwater operations)である。また、土日の夜間の滑走路使用も規定されている。

着陸：毎日 23:00~06:00 34Lのみ

土日 06:00~07:00 22:00~23:00 34L

ATCからの指示があった場合はその滑走路

離陸：毎日 23:00~06:00 16Rのみ

土日 06:00~07:00 22:00~23:00 16L/R

ATCからの指示があった場合はその滑走路

毎日 22:45~23:00 16L/R

なお、23:00以前に離陸のための地上走行を開始していればカーフェュー時間帯でも離陸は可能である。

(3) カーフェュー時間帯のリバース制限について

カーフェュー時間帯のリバーススラストは安全上必要な最低限のスラストで実施しなければならない。アイドルを超えるリバーススラストを用いた場合、その理由等について報告することが求められている。また、進入復行した場合も同様に報告しなければならない。

7.2 騒音軽減のための措置

19:00~07:00の時間帯においてRWY07及び25を使用して着陸する場合は、通過地点間の高度制限が付されている。また、カーフェュー時間帯において34L/Rの到着及び16L/Rからの出発を行う場合は、離着陸経路に沿ったコリドー内の飛行が求められ、このエリアを逸脱するとペナルティも課される仕組みとなっている。

なお、離着陸に伴う航空料金の、深夜料金等は設定されていない。

8. 地域共生の仕組み

豪州政府によって1997年7月に設立されたシドニー空港コミュニティー・フォーラム(SACF)があり、空港会社、空港周辺コミュニティー、空港周辺自治体、周辺地域カウンスル、州政府、連邦政府及び州議会の代表者で構成されている。

同フォーラムは、シドニー空港での航空機騒音および関連する環境問題の軽減について、特にLTOPに関する協議の主要機関として、インフラ・交通・地域開発省、シドニー空港、および航空当局にアドバイスを提供している。

9. 環境監視と情報公開

オーストラリアにおける航空機騒音監視及び情報公開はAAが実施しており、Airservices Noise and Flight Path Monitoring System (NFPMS:シドニー空港を含め9空港に設置)と呼ばれる。シドニー空港では離着陸経路の経路下に設置された12カ所の常時監視局からのデータをもとに、四半期ごとの定期的な監視結果のレポートや測定された騒音値がWeb上で閲覧できるようになっている。(図8)

また、周辺住民が航空機の航跡等を確認し、騒音値とあわせて閲覧できるようになっている。Web情報は航空交通管制用レーダーからの情報を使用して表示する。範囲は空港から50km以内、高度30,000ftまでの範囲の航空機の動きを表示するが、表示データはタイムラグが40分ある。航空機をクリックすると航跡などの情報が得られる仕組みになっている。(図9)

Sydney Airport : Jet Flight Path Movements

1 Nov 2018 to 31 Oct 2019, All Jets



Note: Track A* is Tracks B and C combined. Track K* shows departures (top box) and arrivals (bottom box).

図8 シドニー空港周辺の運航経路について、実績(使用割合)を示したレポート

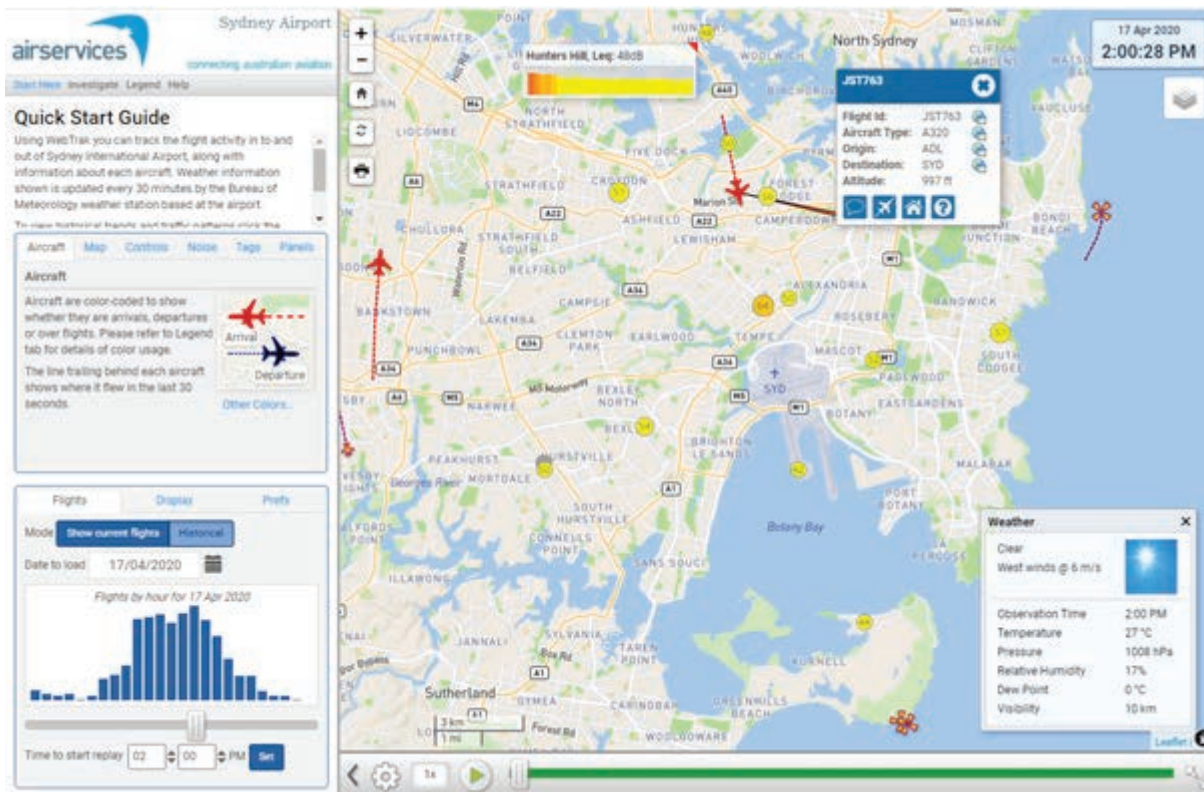


図9 シドニー空港の騒音と飛行経路に関する情報公開画面の例

10. その他

シドニー空港で示される ANEF (ANEI) はすべて予測結果に基づいている。現在のところ INM 7.0d (米国 FAA の航空機騒音ソフト) で計算しているようだが、今後 AEDT (INM の後継で大気質・騒音を予測する) への変更を模索していると聞く。

シドニーの航空需要は今後 20 年間で倍増するとの予測がある中で、現在のシドニー空港周辺に



図10 新空港建設予定地

は住宅地があり制約も多く、将来の需要増加への対応には限界があることから、2015年10月に新空港建設案が発表された。現在は、市の西部45kmの郊外に新空港を建設することが進行中であり、2026年の運用開始を目指している(図10)。

滑走路建設は需要増加に応じて段階的に進められることとなっており、開港当初は年間約500万人、2031年頃までには1,000万人の乗客が利用すると予想されている。

参考文献

- 1) Airport Environment Strategy 2019-2024
- 2) オーストラリア国土交通省カーフェューサイト
<https://www.infrastructure.gov.au/aviation/environmental/curfews/SydneyAirport/SydneyCurfewBrief.aspx>
- 3) The Sydney Airport Demand Management Act 1997
- 4) シドニー空港年次報告 2018
- 5) シドニー空港「マスタープラン 2039」
- 6) シドニー空港騒音改善プログラム 1997
- 7) AS2021_2015
- 8) Sydney N506 Australian Noise exposure Index