

海外空港

シアトル・タコマ空港 (KSEA / SEA)

1. 概況

1.1 空港の概況

シアトル・タコマ空港(以下、「SEA 空港」)は、ワシントン州シータック市に位置する国際空港であり、1944年に建設された。空港はシアトルの市街地から約22km南、タコマの約37km北に位置することから、通称、「シータック空港」とも呼ばれており、ワシントン州とアメリカ北西部の主要な航空輸送のハブ空港である。2009年には第3滑走路(34L/16R)が供用を開始し、シアトル・ダウンタウンからの直通鉄道も開通するなど、利便性が大幅に向上している(図1)。

SEA 空港は、米国で8番目に忙しい空港としてランク付けされており、2019年には5,180万人の乗客と453,549トンの航空貨物にサービスを提供している。事業収益は225億\$あり、151,400人以上の雇用(87,300人の直接雇用)を生み出し、36億\$以上の直接収益と4億4,200万\$以上の州税および地方税に相当する。30の旅客航空会社が91の直行国内路線とカナダ、メキシコなど季節運航を含む27の国際路線に就航している。2018年の年間発着回数は438,391回である。

空港の運営は、州法に基づく自治組織(Port District)である「シアトル港湾局」(Port of Seattle)が行っており、同局は連邦政府やワシントン州、キング郡などの地方行政府から独立した組織である。港湾局は、キング郡住民の選挙により選出される5名の委員からなるシアトル港湾委員会(Commission: 航空部、港湾部、不動産部の3つの営業部と、資本開発、企業部門の5つの部門を持つ)が意思決定機関となり、航空機の騒音影響に関する監視、調査の責任を有する。シアトル港湾局の収入源は、航空部門は航空会社からの着陸料とターミナルビルの賃料(滑走路とターミナルの建設、運営費を賄う金額として)及び各種のコンセッション料が大半を占める。

1.2 環境対策の概況

騒音対策の柱は、防音工事等(移転補償を含む)



図1 シアトル・タコマ空港と周辺地域

と騒音軽減運航方式(深夜対策も含む)及びその監視、情報公開等で構成されており、そのほかにも運航者への環境対策への意識向上を目的としたインセンティブプログラムである「Fly Quiet Incentive Program」などの取り組みも行われている。

SEA 空港は、シアトル市、タコマ市から近く利便性が高い空港だが、住宅地に囲まれた内陸空港で、環境対策が特に必要な空港である。このため、空港周辺区域では防音工事を中心に幅広い対策を実施している。飛行経路については、空港周辺では住宅地に囲まれているため騒音を軽減する対策の取りようがないが、空港の北側では一定高度以上では、シアトルのダウンタウンを飛行せずに、住宅地直下を避けるルートを取り海上を飛行する優先飛行経路方式(騒音軽減運航方式)を採用している。空港当局によれば、国内で最も包括的な航空機騒音低減プログラムを提供しているとしており、専門オフィスである空港騒音プログラム事務所が、連邦航空局(FAA)、航空会社、地域社会と緊密に連携して、空港や航空機の騒音を低減に取り組んでいる。

また、SEA 空港が位置するセントラルピュージェットサウンド地域は、2035年までにその人口がさらに100万人成長すると予想されるため、港湾局は持続可能な空港マスタープランを提唱しており、現行の空港施設、インフラストラクチャ、および運用のありかたについて、将来5年、10年、20年のシナリオ作成と定期的なレビューを行っている。この中には大気の水質、エネルギーと水の節約、リサイクル、その他の戦略的な環境目標が含まれている。

2. 空港運用状況

2.1 滑走路の配置

滑走路は南北方向に延びる3本の平行滑走路があり(表1、図2)、全ての滑走路方向にILSが設置されており、RWY16方向の3本にはILS CAT II、III、RWY34方向にはSA CAT I(特別承認カテゴリ)進入方式が設定されている。3本の滑走路間はいずれも760m未満であるため、クロスパラレルであり、年間の約65%は南風運用が行われている。



図2 滑走路配置と使用割合

表1 シアトル・タコマ空港滑走路諸元

方向	滑走路長(m)	幅(m)
16L/34R	3627	46
16C/34C	2873	46
16R/34L	2591	46

2.2 時刻別や機種別の運航状況

時刻別運航回数を図3上段図に示す。6時~22時の時間帯に運航が多く、それぞれ時間あたり60回程度の運航がある。最頻は10時で80回を越えている。SEA 空港は24時間運用で、23時台に30回以上、0時台および5時台に20回程度の運航がある。深夜1~4時台にも各時間数回の運航がある。

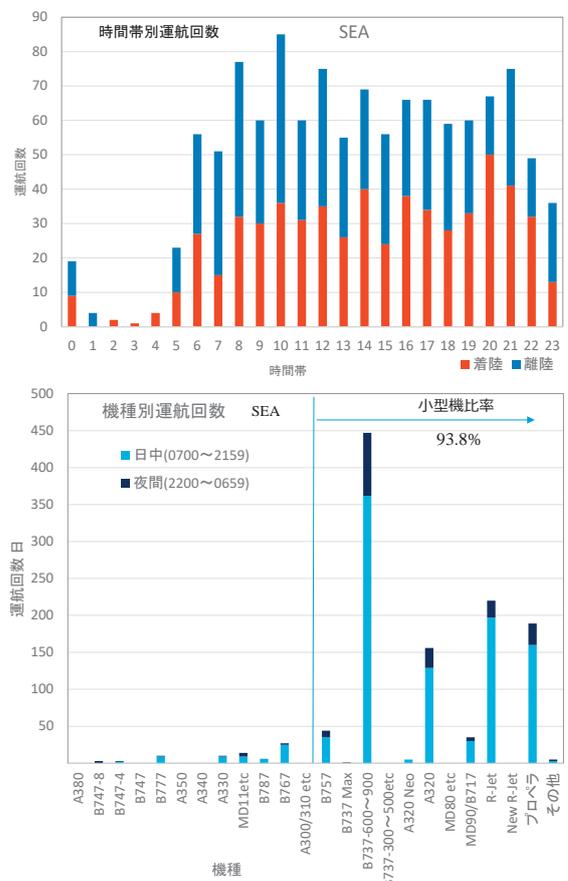


図3 時刻別及び機種別運航回数 (2018.12.13の例、Flightrader24から)

この空港において、国内線のトップキャリアは、アラスカ航空で50.1%、次いでデルタ航空20%、サウスウェスト航空7.4%、となっている。国際線のトップキャリアは、デルタ航空29.8%、アラスカ航空21.9%の順である。図3下段の機種別運航機数では、単通路機以下のサイズと定義した小型機の割合が93.8%と圧倒的に多い。特にB737型の運航が最多を占める。国際線に使われる大型機はB767

やB777、A330だが、運航数はあまり多くない。

2.3 滑走路別の運用状況

滑走路の使用に関しては、FAAと港湾局との協定により優先滑走路方式が採用されている。最も西側に位置するRWY16R/34Lの使用は、昼間時は主に着陸用として、深夜時間帯においては使用を避けるような形態になっているが、安全上や効率性確保、緊急事態等にあっては使用可能であり、実際わずかであるが深夜時間帯でも使用されている。使用を控える理由は、同滑走路の延長線上と西側に住宅街が近接しているためと推察される。また、年間の南北の滑走路運用割合はRWY16方向(南風運用)の使用が年間平均65%である。表2および図2に示した運用割合は2011年のもの(前回のパート150騒音計画の適合確認調査)だが、このときは、77%が南風運用だった。

表2 滑走路の使用割合と運用方法

		昼間7:00~21:59		夜間22:00~6:59		
		RWY	運用割合	運用方法	運用割合	運用方法
着陸	南風運用	16R	31.4%	着陸のみ	5.1%	不使用*
		16C	32.4%	着陸	50.4%	着陸
		16L	13.3%	着陸	22.5%	着陸
	北風運用	34L	7.1%	着陸のみ	5.1%	不使用*
		34C	10.2%	着陸	12.1%	着陸
		34R	5.5%	着陸	8.9%	着陸
離陸	南風運用	16R	0.0%	不使用*	0.0%	不使用*
		16C	13.6%	離陸	1.8%	離陸
		16L	63.7%	離陸	77.6%	離陸
	北風運用	34L	0.1%	不使用*	0.0%	不使用*
		34C	6.3%	離陸	2.2%	離陸
		34R	16.3%	離陸	18.4%	離陸

数字は2011年6月~2012年5月データ Large Jetsのみ
*安全上、効率上必要な場合は使用可

3. 空港周辺の土地利用状況

空港が所在するシータック市はSEA空港を取り囲み、空港面積は約3平方マイルあり、周辺地域は、空港関連施設、商業施設、および一戸建ておよび集合住宅などが混在している。図4は空港周辺の土地利用状況を2016年の騒音コンターとともに示したものである。また、コンター内の居住者数は表3のとおりである。

シータック市は1994年に市の包括的な開発計画を策定するとともに、1997年にシアトル港湾局と土地利用等を含めた事業計画に関する地方利用協定(ILA)を締結している。この協定は、一定期間ごとに見直しが行われており、最近では

表3 騒音コンター内の居住者数等

	65-70DNL	70-75DNL	75+DNL	65DNL以上
人口	11,171人	218人	0	11,389人
住宅	4,313戸	81戸	0	4,394戸
学校	5校	0	0	5校
教会、礼拝所など	10カ所	0	0	10カ所
病院、養護施設等	0	0	0	0
図書館	2カ所	0	0	2カ所

2017年12月12日に更新されている。この協定では、SEA空港を重要な公共施設として特定し、空港周辺地域の土地利用と輸送の方針、水質管理等の規定を含んでいる。

4. 環境負荷を考慮した着陸料金

着陸料金に関しては、離着陸基本料金のみである。課金対象は着陸、その内訳は最大着陸重量をベースとしており、1,000lbs (0.4536t)につき\$4.22である。

ノイズ・チャージ及びエミッション・チャージ、その他環境負荷に関係した料金は設定されていない。

5. 空港周辺環境対策

5.1 評価指標と基準

SEA空港における騒音評価基準はDNL (Day-Night average sound Level、 L_{dn})である。

5.2 騒音対策の枠組み

アメリカの連邦規則FAR Part150に準拠して実施されている。これは騒音影響評価のために騒音対策計画NCP (Noise Compatible Plan)を策定した上で、 L_{dn} 65dB以上の騒音影響があると予測された住宅、教会、学校等への補償がなされる。

対策の財源は、シアトル港湾局が約20%、FAA空港改善プログラム(Airport Improvement Program: AIP)からの補助金約80%で構成されている。港湾局側の財源は航空会社からの着陸料とターミナルビルの賃料(滑走路とターミナルの建設、運営費を賄う金額としている)及び各種のコンセッション料である。

AIP補助金は複数の分配基準があり、数値基準で分配されるFormula Fund (公式資金)とProject審査で分配されるDiscretionary Fund(裁量資金)である。騒音専用の補助は、Discretionary

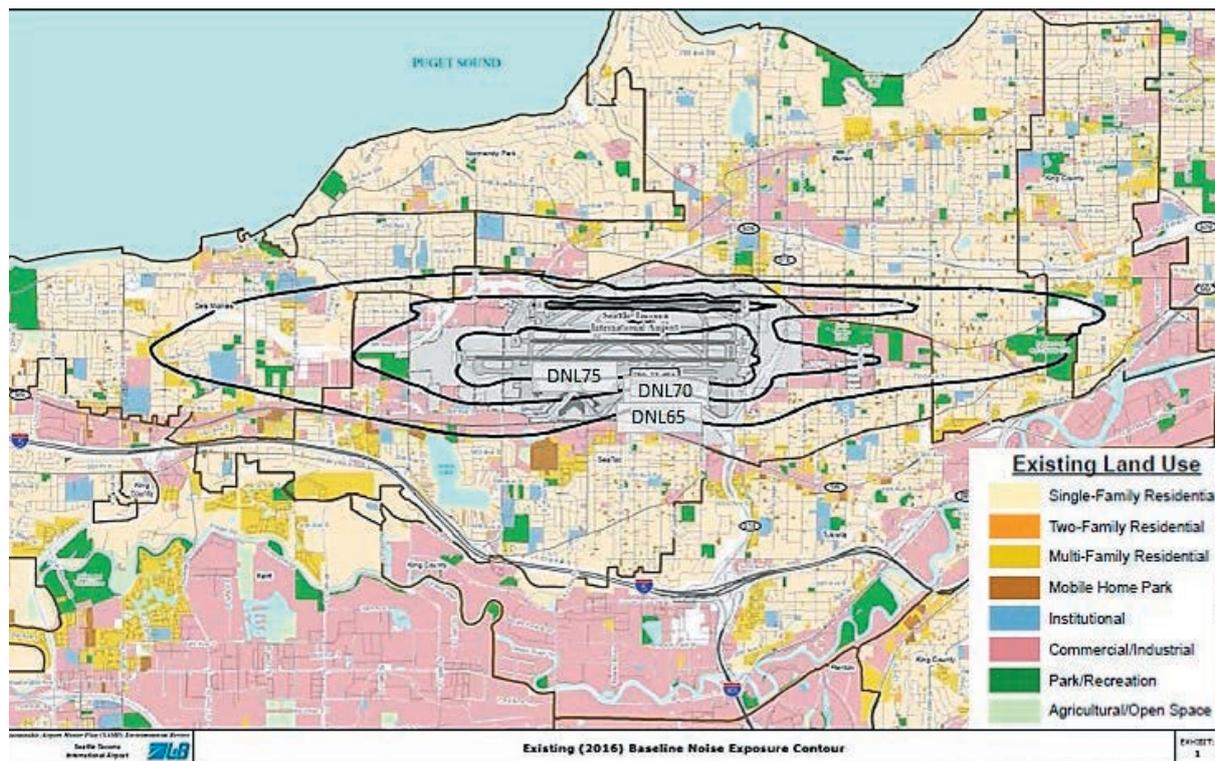


図4 シアトルの騒音コンター(2016年)と空港周辺土地利用状況

表4 防音工事・移転補償の実施状況

Fund (裁量資金)の中に含まれおり、FAAがPart 150計画を承認して補助が支給される。

5.3 補償(防音工事・移転)

現在の防音工事、移転補償に用いられる対策範囲は2014年のFAR Part 150に基づく騒音対策計画NCPによるものであり、DNL65以上のエリアが対象となる。エリアはINM7.0dで計算された予測結果による。

防音工事の対象となる一戸建て住宅は補償対象地域にあって防音工事を義務付けた地方建築基準法の制定以前(デモイン地区は1986年及びその他全ての地域は1987年)に建てられたものであること、誓約書への署名、居室内騒音45dB以上が条件となる。FAA及びワシントン州の規定により、一戸建て住宅の場合、工事の実施は1回限りとなっている。以前に工事を実施した住宅への維持、交換及びそれに伴う作業費用は住宅所有者の負担となる。防音工事の内容は、戸建てに関しては玄関、窓の防音部材への付け替えのほか、換気システム、煙突の改良も行われている。これらの対策に投じられた予算は1985年以降4億\$を超える。

計画の種類		実施状況
65DNL以上のエリア、1985年以来実施	家屋	1985年に定められたNoise Zone内の9,400戸強(約96%)、現在135戸の適合住宅について対応中。 6つのコンドミニアムに防音工事が完了。現在3つのコンドミニアム(133ユニット)に工事実施要件を確認中。 アパートは、18棟(877ユニット)が今後対応予定。
	学校	15校ある公立学校(ハイライン小、中、高)のうち8校に対して防音工事を実施済み。 予算1億\$ (港湾局とFAAの折半)のうち6000万\$を拠出済み。 大学(ハイライン・カレッジ)の14棟の防音工事実施済み。予算は800万\$。
	礼拝所	7つの礼拝所は2016年までに対応済み。
DNL75以上のエリアに対して実施	移転補償	16R/34Lの供用にあたり空港北側の69戸の住宅の移設を実施。このほか同滑走路の南側に、16戸の住宅と6つのアパートが予定されている。 また、DNL70のエリア内であっても、359件のトレーラーハウスを備えた5件のトレーラーハウスパークの場合は、工事を実施しても低減不可のため住宅の買い取り、居住者の移転補償となった。このほか、私有地のトレーラーハウスの任意購入88区画予定。

なお、対策範囲の決定後に補償対象エリアに住宅等を購入する場合は、購入者に騒音の影響を周知するとともに、航空機騒音による損害を空港当局に訴えることを禁止している。

5.4 土地利用規制

港湾局がこれまで買収した住宅区画は「空港騒音対応エリア」として再分類され、再開発の場合は、住宅ではなく商業目的としてのみ使用可能となっている。

5.5 騒音低減のための施設

SEA空港のエンジンランナップ地点は4カ所あり、空港の北端に2カ所、南端に2カ所設置されていたが、誘導路上に設置されていることや周囲に防音壁がないことなどの理由から、新たなランナップエリア(ハッシュハウス型)の建設が検討されている。図5のとおりいくつか候補地が選定され、A,B,D,Eの南北端に2カ所ずつ設置される方向で検討されてきたが、思うように進んでいないようである。

空港周辺の防音壁は、このEエリアに面した道路沿いにあるが本格的な防音壁にはなっていない。



図5 エンジンランナップ施設の建設候補地

6. 騒音軽減運航方式

(1) 優先飛行経路方式

内陸空港なので抜本的に騒音軽減の為の優先飛行経路の設定が困難だが、できる限りエリオット湾上空を飛行し、住宅地直上を回避する優先経路を設定している(図6)。

- ①最終進入経路と出発経路を直進経路として指定することにより、ばらつきを避け騒音を一定のエリアに限定している。
- ②北側からの着陸や北側への離陸はシアトルのダウンタウンを避ける。
- ③北西方向は住宅地直上を避けながらエリオット湾で旋回する(着陸はその逆)。
- ④夜間は北東方向も離陸後エリオット湾に向かう。

○南風の場合(昼夜を問わず)

- ・離陸:直進上昇し、5nm(約9.3 km)進んでなおかつ高度3000 ft以上になってから最初の旋回を行う。
- ・着陸:空港の北西から進入する場合、エリオット湾上空を飛行する。北東からの進入の場合、520号Bridgeを通過後、南に向けて旋回する。

○北風の場合(昼間:AM 6:00~PM 10:00)

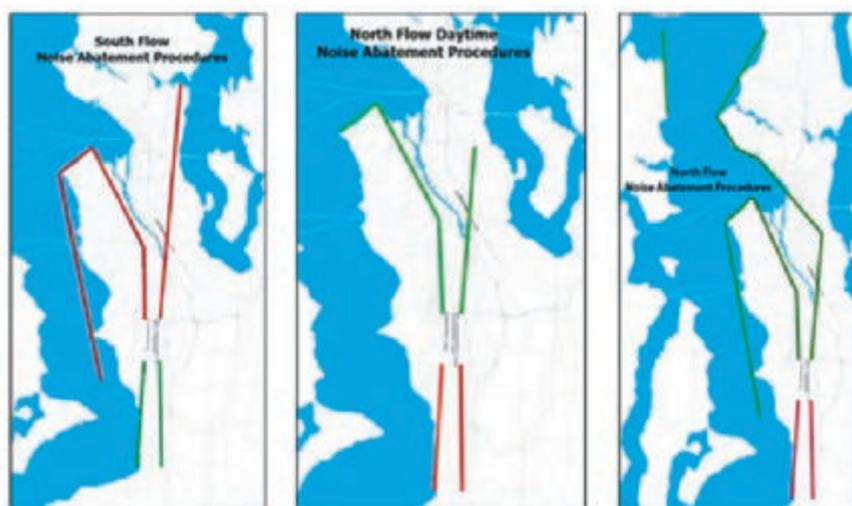
- ・離陸:できるだけばらつかないように直進し、東に旋回する場合は8nm(約14.8 km)進んでなおかつ高度4000 ft以上になってから最初の旋回を行う。西向きに旋回する場合はDuwamishの工業地

帯まで北進してから旋回する。

- ・着陸:滑走路延長方向から5nm(約9.3 km)の地点に到達するまでに最後の旋回を行う。

○北風の場合(夜間:PM 10:00~AM 6:00)

- ・離陸:全ての航空機は離陸直後に東向き旋回をしてはならない。その代わりエリオット湾まで北進してから旋回する。
- ・着陸:滑走路延長方向から5nm(約9.3 km)の地点に到達するまでに最後の旋回を行う。



優先飛行経路方式
南風

優先飛行経路方式
北風・白中

優先飛行経路方式
北風・夜間

図6 優先飛行経路方式(緑:離陸、赤:着陸)

(2) 優先滑走路方式

滑走路運用に当たってはFAAと港湾局との間で協定が結ばれており、2.3節で示した通り、最も市街地に近い16R/34Lをできるだけ用いない優先滑走路方式が行われている。

7. 深夜時間帯の運航

7.1 深夜時間帯の運航制限

FAAは、1990年の連邦空港騒音および容量法によって、シアトル空港などの連邦政府資金による公共施設において運航規制を空港運営者が課すことを禁止しているため、空港運営者である港湾局には運航制限を課す権限がない。従って、深夜時間帯の運航制限は行っていない。

7.2 騒音軽減のための措置

(1) 深夜騒音制限プログラム

2019年7月から00:00~05:00の時間帯における離着陸機の騒音値を、図7に示す4つの常時監視局でデータ収集し、各地点で定められた閾値を超えた航空会社名を公表する取り組みを行っている。空港の南北にあるそれぞれ2つの常時監視局において到着、出発ごとの閾値(SEL 82dB から91dB)を設け、騒音測定結果が閾値を超えた場合に航空会社を公表する。図8はその例である。また、後述する表彰制度「Fly Quiet Incentive Program」の評価項目の一つとして割り当てられており、ペナルティスコアとして減点される形がとられている。

(2) エンジンメンテナンスの実施制限

22時から7時の間のエンジン試運転が制限されている。但し、午前7時から8時30分の間に出発する定期便については、許可が得られれば午前6時か



図7 深夜騒音の騒音監視局と上限値

ら7時の間に試運転を行うことが出来る。但し、その場合でも2分間を超えて実施してはならない。制限に違反した場合には下記の罰則が課せられる。

- ①初回の場合、レターによる勧告
- ②1年間に2回規則を破った場合、\$1,000
- ③1年間に3回規則を破った場合、\$2,000
- ④1年間に3回以上規則を破った場合、最大\$8,000

(3) リバース・スラストの使用について

22:00~07:00の間は、安全上の理由を除き、より高位のリバースの使用を抑制することとされている。

(4) Fly Quiet Incentive Programについて

SEA空港では、航空会社やパイロットの意識向上を目的に空港周辺への騒音負担を軽減した航空会社への表彰制度としてFly Quiet Incentive Programを導入している。評価基準は、

- ①騒音軽減の飛行経路の遵守状況
- ②24局の常時監視局のデータに基づく航空会社ごとの騒音レベル
- ③エンジン試運転のルールと時間の遵守
- ④00:00~05:00の特定4常時監視局で測定された閾値以上の騒音値(2019年7月から)の4点である。

2020年第1四半期の深夜に超過した航空会社

Airline Name	Type*	Total Late Night Operations	Total Number of Exceedances	Percent of Exceeding Operations
EVA Air	PAX	114	61	54%
FedEx Express	CRG	92	54	59%
China Airlines Cargo	CRG	32	30	94%
Air Transport International	CRG	236	28	12%
Cargolux	CRG	15	11	73%
Korean Air Cargo	CRG	15	7	47%
Volga-Dnepr Airlines	CRG	6	5	83%
Alaska Airlines	PAX	790	5	Less than 1%
Oren Air	PAX	24	3	13%
Southwest Airlines	PAX	100	2	2%
Delta Air Lines	PAX	324	2	Less than 1%
British Airways	PAX	1	1	100%
Atlas Air	CRG	2	1	50%
Kalitta Air	CRG	3	1	33%
ABX Air	CRG	11	1	9%
United Airlines	PAX	172	1	Less than 1%

図8 深夜運航で騒音超過した航空会社の公表例

また、評価の対象となる航空会社の条件として、①ジェット機の運航をしていること、②リージョナル航空以外の航空会社はSEA空港で年間最低1,000回以上のジェット機の運航をしていること、③リージョナル航空はSEA空港で年間最低365回のジェット機の運航をしていることなどが定められている。



図9 FQA表彰ロゴ

賞としては以下の三つがある。図9のような表彰ロゴを作成しターミナル内等で表示している。

- ・ Fly Quiet Bravo Award (FQBA): 運航回数の総数で上位5社のなかで最も上位の航空会社
- ・ Fly Quiet Award: FQBA以外の年間1000回以上の運航を行っている会社で最も上位の航空会社
- ・ Fly Quiet Regional Airline Award: リージョナル航空会社のなかで最も上位の航空会社

8. 地域共生の仕組み

地域共生の活動主体としては、「ハイラインフォーラム」と「シアトル・タコマ空港利害関係者諮問円卓会議 (StART)」がある。

ハイラインフォーラムはサウスウェストキング郡の自治体、教育行政機関、シアトル港湾局と政府機関や専門家らと情報を共有することで住民への利益供与を目的とした共同体で、管轄区域または機関から選出された1人の代表者と1人の上級管理者が、ハイラインフォーラムのメンバーとなる。

StARTは、空港周辺のグリーン、デモインなどの6郡の代表と港湾局、航空業界関係者との情報共有を通じて、空港の建設プロジェクトや運用に関する意見等をフィードバックすることで様々な課題の共有と理解を深めている。

9. 環境監視と情報公開

SEA空港では、シアトル周辺全域に配置された24局の騒音監視システムを運用している。図10

に騒音監視局の配置図を示す。監視装置の大部分は、空港から約9km以内の近くのコミュニティに配置されている。その他、空港から遠い地域の到着および出発飛行経路における航空機騒音を測定するため監視局もある。

これらの観測点から得られた情報は、飛行航跡との合成によりほぼリアルタイムで飛行状況と各地点の騒音値が「Symphony PublicVue」というポータルサイトで閲覧が可能である(図11)。騒音監視システムからのデータは、航空機の騒音に関する一般的な観点を提供するものであり、すべてのコミュニティを含めることを意図したものではない。騒音モニターは、港湾局が航空機の騒音影響を把握するための包括的なツールとの位置づけである。

10. その他

シアトル港湾局は、FAAのアドバイザーサーキュラー「持続可能ガイダンス」に従って、「Sustainable Airport Master Plan (SAMP)」(持続可能な空港マスタープラン)を作成している。SEA空港の同プランは以前にも存在したが、このときは第3滑走路の建設に伴う今後のプランであった。

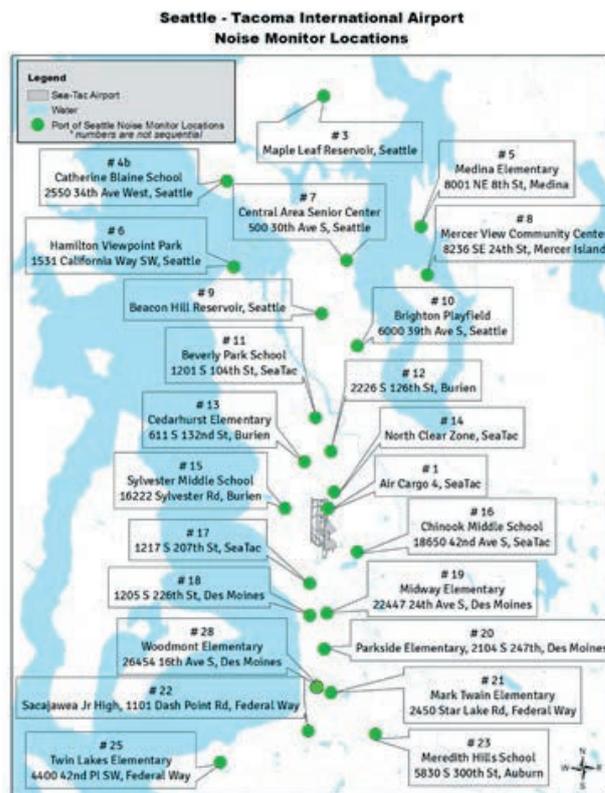


図10 SEA空港周辺の騒音監視局配置図

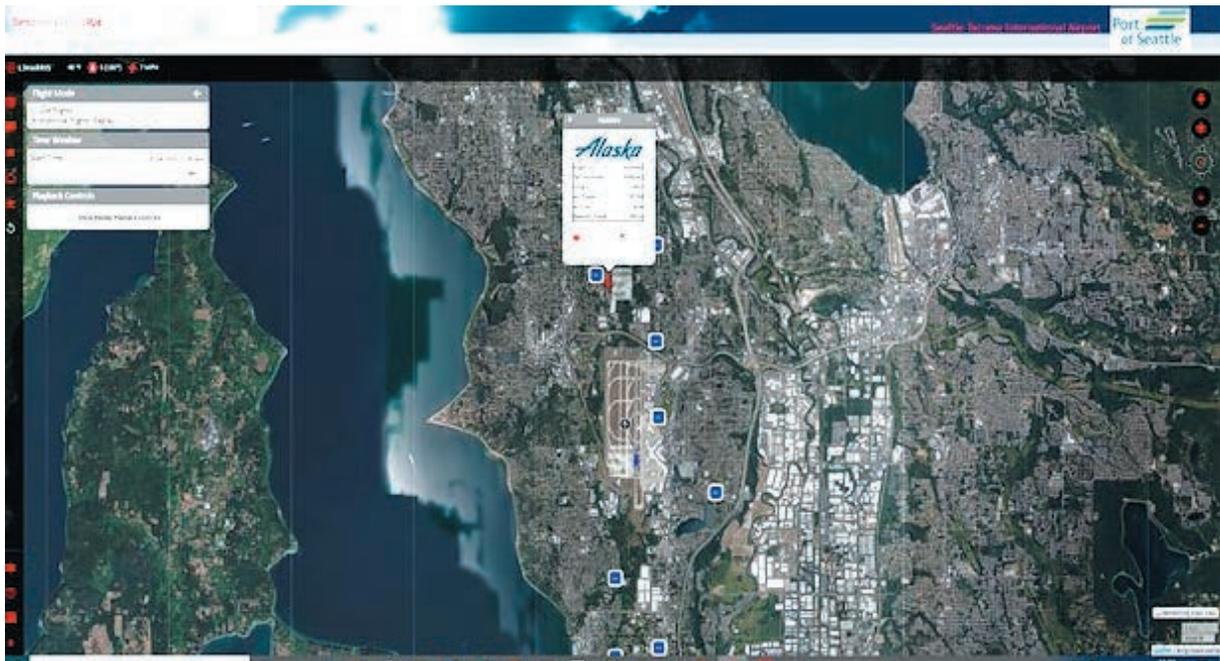


図11 シアトル・タコマ空港の情報公開システム画面の例

その後、新たに2013年から年間運航実績などを基に20年間の将来計画を立案し、5年、10年程度の短期的な実績を踏まえた検証と開発計画の再検討を定期的に行っている。

基本コンセプトは、「社会、経済、環境の三つの要素がバランスよく、持続して発展できるプラン」であり、この対応についてはFAAからの助成金も支給されている。同プランには大気質、エネルギーと水の節約、リサイクル、その他の戦略的な環境目標が含まれている。騒音対策もこの中には含まれており、今後の予測結果次第では現在の騒音対策区域の見直しもありうるとしている。

参考文献

- 1) SEA 空港 Part 150 Noise Compatibility Study Update 2013
- 2) Sustainable Airport Master Plan
- 3) Airport Noise Programs
<https://www.portseattle.org/environment/airport-noise-programs>
- 4) Informal Runway Agreement 2019
<https://www.portseattle.org/sites/default/files/2020-01/SEA%20Informal%20RWY%20Use%20LOA%202019.pdf>
- 5) Late Night Noise Limitation Program
<https://www.portseattle.org/programs/late-night-noise-limitation-program>
- 6) FAAHP <http://www.faa.gov/airports/pfc/>
<http://faa.gov/airports/aip/>