

16. 航空機に係る排出量

本項では、航空機に係る排出量として「エンジン」、「補助動力装置 (APU)」の 2 つの排出源区分に係る排出量の推計方法を示す。

I エンジン

(1) 排出の概要

① 推計対象物質

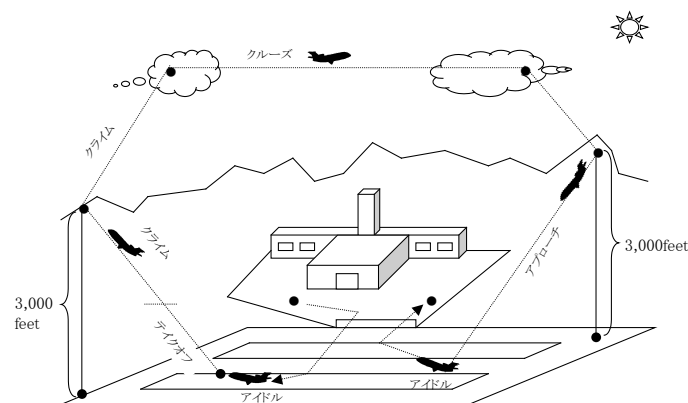
国内の民間空港を離着陸する航空機エンジンの排気口から排出される物質のうち、国内で実測データがあるアセトアルデヒド(管理番号:12)、キシレン(80)、トルエン(300)、1, 3-ブタジエン(351)、ベンゼン(400)、ホルムアルデヒド(411)の 6 物質を対象とした。

② 推計対象とする範囲

上空飛行時には、一般に排出ガスの地上への影響は少ないと考えられ、また、対象物質を排出した地域を特定することが困難なことから、環境アセスメント等で航空機の排出ガスの環境影響の評価に一般的に使用される LTO(Landing and Take Off)サイクル※(図 16-1)による高度 3,000 フィート(約 914 メートル)までの離着陸に伴う排出を推計の対象とした。また、3,000 フィートまでであっても、着陸及び離陸に伴って都道府県境を越えて飛行する場合があるが、空港がある都道府県から排出しているとみなした。

また、ヘリコプターの着陸しかないことが明らかな空港については推計対象から除外した。

※:LTO サイクルは「アプローチ」、「アイドル」、「テイクオフ」、「クライム」の運転モードで構成されている。



出典: Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP/CORINAIR, 1999)

注 1: feet=0.3048m であり、3000feet は 914.4m である。

注 2: アイドル、テイクオフ、クライム、クルーズ、アプローチは航空機の運航モードの名称であり、「アイドル」が滑走路に向かう際等の地上を走行するモード、「テイクオフ」が主に滑走路から離陸するまでのモード、クライムが離陸してから高度を上げていく際のモード、「クルーズ」が上空を航行する際のモード、「アプローチ」が滑走路に向けて着陸する際のモードをいう。

図 16-1 航空機に係る LTO サイクル

③推計対象機種

推計対象とする機種を表 16-1 に示す。

表 16-1 推計対象とする航空機の機種

機種名略称	機種名
B737	ボーイング 737-300,-400,-500
B747	ボーイング 747-100,-200,-300,SP
B744	ボーイング 747-400
B748	ボーイング 747-8
B757	ボーイング 757
B762	ボーイング 767-200
B763	ボーイング 767-300
B772	ボーイング 777-200
B773	ボーイング 777-300
B787	ボーイング 787
A300	エアバス A300 (-600R 以外)
A306	エアバス A300-600R
A310	エアバス A310-300
A320	エアバス A320 (-200 以外)
A322	エアバス A320-200
A321	エアバス A321
A330	エアバス A330 (-300 以外)
A333	エアバス A330-300
YS11	日本航空機製造 YS-11
SA	サーブ 340B/2000
DH8	デハビランド DHC-8 タッシュ 8 (Q400 以外)
Q4	デハビランド DHC-8 タッシュ 8 (Q400)
CRJ	ボンバルディア (カナデア) CRJ100/200
CR7	ボンバルディア (カナデア) CRJ700
B737-700	ボーイング 737-700
B737-800	ボーイング 737-800
ERJ170	エンブラエル 170
A380	エアバス A380
AT4	ATR42-600
A223	エアバス 220-300
A359	エアバス 359

出典：定期航空協会調べ(2024 年)、JTB 時刻表(2023/4)に基づき作成

(2)利用したデータ

利用したデータは、航空機の排出係数及び燃料消費量に関するデータである。利用した具体的なデータの種類とその資料名を表 16-2 に示す。

表 16-2 航空機(エンジン)に係る排出量推計に利用したデータ(2023 年度)

	データの種類	資料名等
①	エンジン別・運転モード別 THC 排出係数	Aircraft Engine Emissions Individual Datasheets (European Union Aviation Safety Agency, 2024) (https://www.easa.europa.eu/domains/environment/icao-aircraft-engine-emissions-databank) THE IMPACT OF NATIONAL AIRSPACE SYSTEMS (NAS) MODERNIZATION ON AIRCRAFT EMISSIONS (The Federal Aviation Administration, 1998)
②	機種とエンジン種類の対応	定期航空協会調べ(2024 年)
③	対象化学物質排出量の対 THC 比率 (JT9D-7R4D)	航空機ジェットエンジン排出物の実測とその測定 結果(1999 年、航空環境研究 No.3) EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2009
④	国内使用エンジンの離陸推力	航空統計要覧(平成 12 年 12 月:(財)日本航空 協会) ①と同じ
⑤	運転モード別の離陸推力と燃料消費量 の関係式	②と同じ
⑥	国内主要空港における LTO サイクルの 空港別・運転モード別継続時間	航空機排出大気汚染物質削減手法検討調査報 告書(平成 9 年 3 月:環境庁) 平成 12 年度 PRTR パイロット事業報告書(平成 13 年 8 月、経済産業省・環境省)
⑦	空港別の全機種合計の年間着陸回数 (回/年)(令和 5 年度分)	空港管理状況調書(令和 6 年、国土交通省)
⑧	国内航空会社※の空港別・機種別年間 着陸回数(回/年)(令和 5 年度分)	②と同じ
⑨	⑧以外の国内航空会社及び海外航空会 社の空港別の機種別着陸回数構成比 (%)(令和 5 年度分)	JTB 時刻表 2023/4

※:「国内航空会社」とは定期航空協会会員である国内の航空会社 19 社を示す。定期航空協会以外の国内航空会社には
北海道エアシステム等がある。

(3) 推計方法の基本的考え方と推計手順

航空機(エンジン)に係る排出量は、実測データ及び文献値等から設定した燃料消費量あたりの対象化学物質の排出係数(mg/kg-燃料)に、機種別の離着陸時の燃料消費量(kg-燃料/LTOサイクル)、空港別・機種別の年間着陸回数を乗じることにより、空港別の対象化学物質の排出量を推計した。

航空機(エンジン)からの排出量の推計手順を図 16-2 に示す。なお、図中のデータ①～⑨の番号は表 16-2 の番号に対応している。

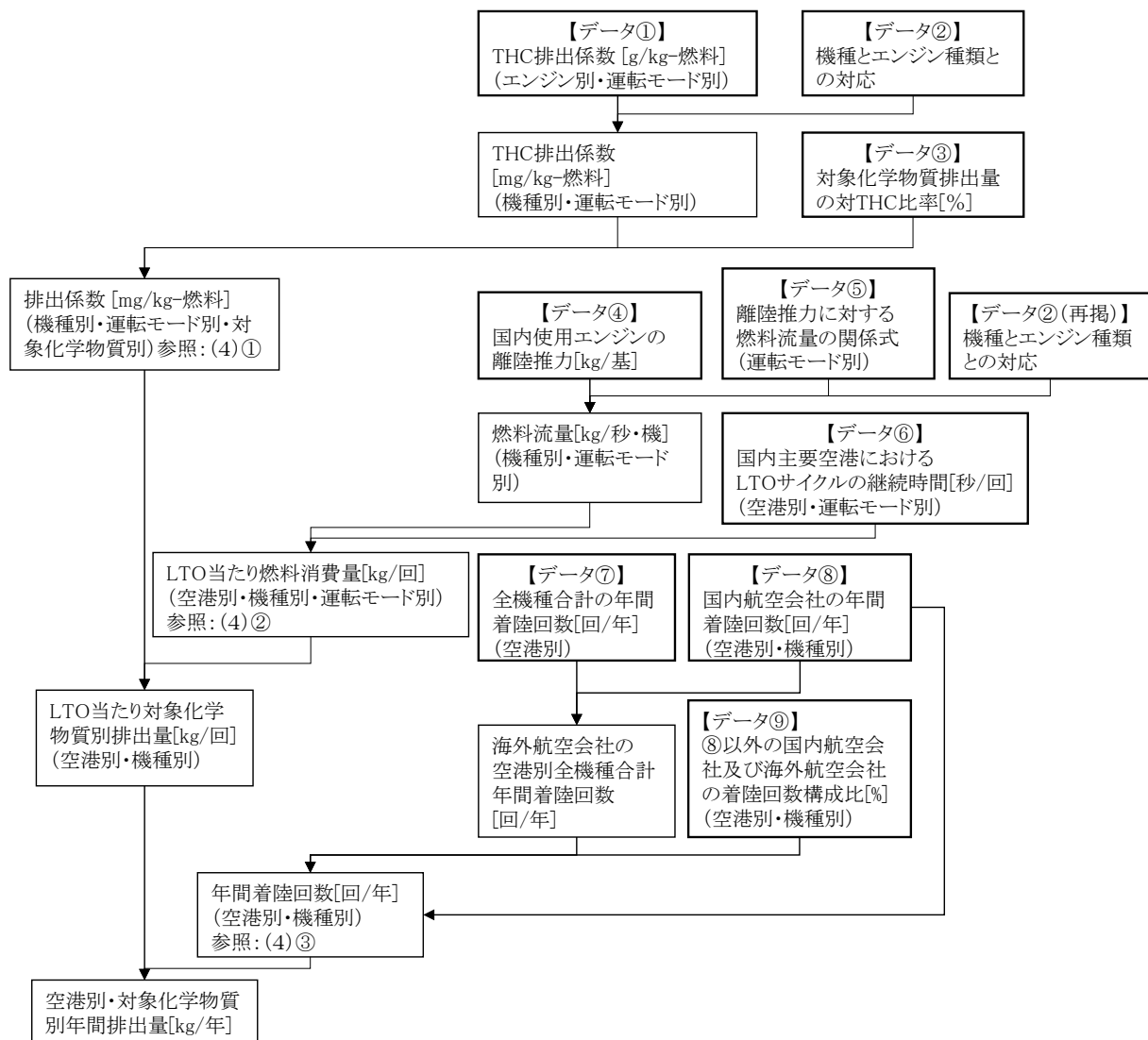


図 16-2 航空機(エンジン)に係る排出量の推計フロー

(4)推計方法の詳細

航空機(エンジン)に係る排出量は、燃料消費量当たりの排出係数に燃料消費量を乗じる方法により推計した。

①対象化学物質別排出係数の算出

排出係数はエンジン別の全炭化水素(以下「THC」という。)排出係数に対象化学物質の比率を乗じて算出した。

THC 排出係数に対して、対 THC 比率を乗じて対象化学物質別の排出係数を得た。対 THC 比率は国内の実測データから算出した(表 16-3)。

THC 排出係数は機種ごとに、主に使用されているエンジンを設定して、European Union Aviation Safety Agency(EASA)等のエンジン別・排出係数データのうち測定年月が最新のデータを使用した。機種とエンジンの対応および THC 排出係数を表 16-4 に示す。

表 16-3 航空機(エンジン)に係る対象化学物質排出量の対 THC 比率

対象化学物質		対 THC 比率 ^{※1}			
管理番号	物質名	テイクオフ	クライム ^{※2}	アプローチ	アイドル
12	アセトアルデヒド	0%	0%	1.2%	0.49%
80	キシレン	0.071%	0.071%	0.038%	0.35%
300	トルエン	0.028%	0.028%	0.067%	0.30%
351	1, 3-ブタジエン ^{※3}	0.18%	0.18%	0.085%	0.81%
400	ベンゼン	0.18%	0.18%	0.090%	0.86%
411	ホルムアルデヒド	0%	0%	0%	0.41%

出典:「航空機ジェットエンジン排出物の実測とその測定結果」(1999 年、航空環境研究 No.3)

※1:エンジン種類 JT9D-7R4D の測定結果より算出した。

※2:クライムの対象化学物質別濃度は未測定であるため、クライムの THC と同じ濃度であったテイクオフの値を使用した。

※3:1, 3-ブタジエンについては、国内実測データが利用できなかったため、ベンゼンの実測データと、欧州(EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2009)におけるベンゼンと1, 3-ブタジエンの排出係数の比率(下記)から、国内における排出係数を設定した。

ベンゼン:1, 3-ブタジエン=1.9:1.8

表 16-4 航空機の機種別 THC 排出係数

機種名略称	エンジン名	THC 排出係数 (g/kg-燃料)				出典
		テイク オフ	クラ イム	アプ ローチ	アイ ドル	
B737	CFM56-3C-1	0.03	0.04	0.07	1.42	2
B747	CF6-50E2	0.14	0.15	0.28	2.72	2
B744	CF6-80C2B1F	0.05	0.05	0.11	1.54	2
B748	GEnx-2B67	0.02	0.02	0.06	0.57	2
B757	RR535E4	0.03	0.00	0.04	0.27	2
B762	CF6-80C2B6F	0.05	0.05	0.11	1.43	2
B763	CF6-80C2B6F	0.05	0.05	0.11	1.43	2
B772	PW4077	0.10	0.10	0.20	3.00	2
B773	PW4090	0.03	0.03	0.06	2.30	2
B787	Trent1000	0.00	0.00	0.00	0.05	2
A300	CF6-50C2R	0.14	0.14	0.29	2.72	2
A306	PW4158	0.09	0.02	0.14	1.78	2
A310	CF6-50C2R	0.14	0.14	0.29	2.72	2
A320	CFM56-5A1	0.23	0.23	0.40	1.40	2
A322	CFM56-5B4	0.10	0.10	0.13	3.87	2
A321	V2530-A5	0.05	0.04	0.06	0.10	2
A330	CF6-80E1A1	0.05	0.04	0.11	1.30	2
A333	CF6-80E1A4	0.04	0.04	0.09	0.92	2
YS11	MK542-10J/K(M45H-01 で代用)	0.00	0.74	7.40	59.50	2
SA	CT7-9B(CT7-5 で代用)	1.00	1.00	1.50	4.00	3
DH8	PW121(PW125B で代用)	0.00	0.00	0.00	0.00	3
Q4	O-540-K1B5(IO-360-B で代用)	10.00	8.16	9.70	49.20	3
CRJ	CF34-3B1(CF34-3B で代用)	0.06	0.05	0.13	4.69	2
CR7	CF34-8C1	0.02	0.02	0.06	0.08	2
B737-700	CFM56-7B	0.02	0.03	0.06	2.30	2
B737-800	CFM56-7B	0.02	0.03	0.06	2.30	2
ERJ170	CF34-8E5	0.02	0.02	0.06	0.13	2
A380	Trent970	0.00	0.00	0.00	0.20	2
AT4	PW127(PW125B で代用)	0.00	0.00	0.00	0.00	3
A223	PW1524G	0.10	0.10	0.10	0.10	2
A359	Trent XWB-84	0.00	0.00	0.01	0.99	2

出典 1: 機種名略称及びエンジン名: 定期航空協会調べ(2016 年) 及び航空機メーカー各社HPに基づき作成

出典 2: Aircraft Engine Emissions Individual Datasheets (European Union Aviation Safety Agency, 2024)

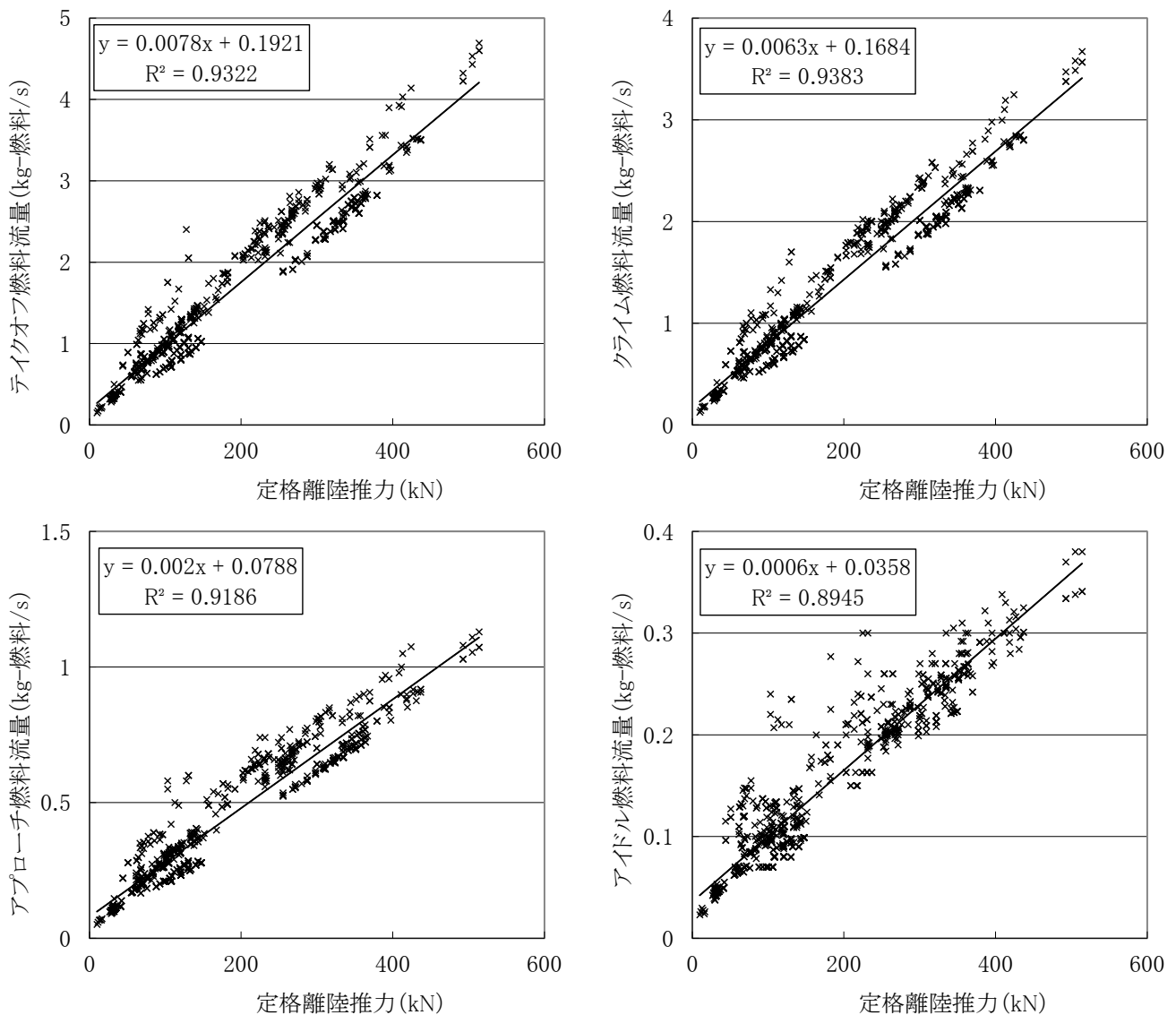
(<https://www.easa.europa.eu/domains/environment/icao-aircraft-engine-emissions-databank>)

出典 3: THE IMPACT OF NATIONAL AIRSPACE SYSTEMS (NAS) MODERNIZATION ON AIRCRAFT EMISSIONS(The Federal Aviation Administration, 1998)

注: エンジン名の項目に()で示したエンジンは当該エンジンの排出係数が得られなかったため、代わりに排出係数を用いたエンジン名。Trent1000 は出典 1 にて数種類(Trent1000-A、-C、-D、-E、-G、-H 等)のデータがあるため、これらの平均値を使用した。

②LTO サイクルに係る機種別・運転モード別の燃料流量の算出

エンジン別・運転モード別の燃料流量は、エンジン種類ごとの実測値が得られる場合は実測値を用い、実測値が得られない場合には離陸推力と燃料流量の関係式(図 16-3)を用いて算出した。機種別・運転モード別燃料流量に関して、実測値及び関係式より算出した値を表 16-5 に示す。



出典: Aircraft Engine Emissions Individual Datasheets (European Union Aviation Safety Agency, 2024)
(<https://www.easa.europa.eu/domains/environment/icao-aircraft-engine-emissions-databank>)

図 16-3 定格離陸推力と燃料流量の関係

表 16-5 航空機機種ごとの定格離陸推力、エンジン基数及び燃料流量の推計結果

機種名 略称	エンジン	定格 離陸 推力 (kN)	エン ジン 基数	燃料流量(kg-燃料/秒)				出典
				テイク オフ	クラ イム	アプ ローチ	アイ ドル	
B737	CFM56-3C-1	104.6	2	1.154	0.954	0.336	0.124	1
B747	CF6-50E2	230.4	4	2.424	1.958	0.662	0.189	1
B744	CF6-80C2B1F	254.3	4	2.385	1.945	0.638	0.201	1
B748	GE nx-2B67	299.8	4	2.451	2.012	0.701	0.216	1
B757	RB211-535E4	178.4	2	1.858	1.508	0.545	0.185	1
B762	CF6-80C2B6F	267.0	2	2.576	2.076	0.669	0.201	1
B763	CF6-80C2B6F	267.0	2	2.576	2.076	0.669	0.201	1
B772	PW4077	343.0	2	3.019	2.452	0.816	0.232	1
B773	PW4090	395.0	2	3.912	2.987	0.968	0.303	1
B787	Trent1000	330.1	2	2.475	2.027	0.664	0.248	2
A300	CF6-50C2R	224.2	2	2.330	1.895	0.642	0.188	1
A306	PW4158	258.0	2	2.481	2.004	0.682	0.211	1
A310	CF6-50C2R	224.2	2	2.330	1.895	0.642	0.188	1
A320	CFM56-5-A1	111.2	2	1.051	0.862	0.291	0.101	1
A322	CFM56-5B4	117.9	2	1.166	0.961	0.326	0.107	1
A321	V2530-A5	133.4	2	1.331	1.077	0.377	0.138	1
A330	CF6-80E1A1	281.5	2	2.702	2.199	0.714	0.226	1
A333	CF6-80E1A4	297.4	2	2.904	2.337	0.744	0.227	1
YS11	MK542-10J/K	32.4	2	0.445	0.373	0.144	0.057	2
SA	CT7-9B	17.0	2	0.325	0.275	0.113	0.047	2
DH8	PW121	24.3	2	0.382	0.321	0.127	0.051	2
Q4	O-540-K1B5	24.3	2	0.382	0.321	0.127	0.051	2
CRJ	CF34-3B1	41.0	2	0.513	0.427	0.161	0.062	2
CR7	CF34-8C1	56.4	2	0.604	0.494	0.168	0.069	1
B737-700	CFM56-7B24	107.7	2	1.103	0.910	0.316	0.109	1
B737-800	CFM56-7B24	107.7	2	1.103	0.910	0.316	0.109	1
ERJ170	CF34-8E5	59.7	2	0.652	0.533	0.180	0.064	1
A380	Trent 970-84	334.7	4	2.603	2.171	0.713	0.270	1
AT4	PW127	24.3	2	0.382	0.321	0.127	0.051	2
A223	PW1524G	103.6	2	0.790	0.650	0.230	0.080	1
A359	Trent XWB-84	379.0	2	2.819	2.306	0.801	0.291	1

出典 1: Aircraft Engine Emissions Individual Datasheets (European Union Aviation Safety Agency, 2022)

(<https://www.easa.europa.eu/domains/environment/icao-aircraft-engine-emissions-databank>)

出典 2: 定格離陸推力と燃料流量の相関関係(図 16-3)から算出

注: 本表に記載されていない航空機機種が不明のものは、航空機使用事業による着陸回数と仮定し、YS-11 相当の小型航空機の着陸とみなした。

③LTO サイクルに係る全国合計の対象化学物質別の年間排出量の推計

②で算出した燃料流量に対して、空港別・運転モード別継続時間に乗じて空港別・機種別・運転モード別燃料消費量を推計した。運転モード別継続時間は成田国際空港、東京国際空港(羽田空港)、大阪国際空港(伊丹空港)、関西国際空港については「航空機排出大気汚染物質削減手法検討調査報告書」(平成 9 年 3 月:環境庁)より得られる。その他の空港については、「平成 12 年度 PRTR パイロット事業報告書」(平成 13 年 8 月:経済産業省・環境省)の数値を適用した(表 16-6)。この燃料消費量に対して①で算出した排出係数を乗じて、空港別・機種別の対象化学物質別の 1 機あたりの排出量を推計した。これに対して、空港別・機種別着陸回数に乗じて、空港別・対象化学物質別排出量を推計し、結果をⅢ 推計結果に示した。

表 16-6 空港ごとの LTO 継続時間

空港名	継続時間(秒)				出典
	テイクオフ	クライム	アプローチ	アイドル	
成田国際空港	45 秒	60 秒	270 秒	1,387 秒	1
東京国際空港(羽田空港)	45 秒	60 秒	270 秒	903 秒	1
大阪国際空港(伊丹空港)	45 秒	60 秒	270 秒	934 秒	1
関西国際空港	45 秒	60 秒	270 秒	1072 秒	1
上記以外の空港	45 秒	60 秒	270 秒	943 秒	2

出典 1:航空機排出大気汚染物質削減手法検討調査報告書(平成 9 年 3 月:環境庁)

出典 2:平成 12 年度 PRTR パイロット事業調査報告書(平成 13 年 8 月:経済産業省・環境省)

注:成田国際空港、東京国際空港(羽田空港)、大阪国際空港(伊丹空港)、関西国際空港のアイドル継続時間は国際線と国内線の算術平均を用いた。

空港別・機種別年間着陸回数については、以下のとおり推計した。空港別の着陸回数総合計は「令和 6 年度空港管理状況調書」(国土交通省)に記載の 2023 年度分の着陸回数を用いた。この着陸回数の機種別の内訳については、定期航空協会の会員航空会社については、定期航空協会調べの空港別・機種別着陸回数を使用した。定期航空協会の会員でない航空会社及び海外の航空会社については、「JTB 時刻表 2023/4」(2023 年 4 月 1 日発行)より、1 週間分の航空ダイヤの空港別・機種別着陸回数(2023 年度分)を年換算し、使用した。定期航空協会調べの着陸回数及び JTB 時刻表から推計した着陸回数の合計が空港管理状況調書の着陸回数に満たない空港については、その差を航空機使用事業による着陸回数と仮定し、YS-11 相当の小型航空機の着陸とみなした。上記の差分にはヘリコプターやグライダーの着陸回数が含まれると考えられるが、現時点では推計に必要な十分なデータが得られていないため、上記の仮定を行った。定期航空協会調べの着陸回数が、空港管理状況調書の着陸回数を上回った場合には、定期航空協会調べの機種別着陸回数構成比で配分した。

上記の方法により推計した空港別・機種別年間着陸回数を表 16-7 に示した。

表 16-7 空港別・機種別年間着陸回数(回/年)の推計結果(2023 年度)(1/2)

空港名	年間離着回数(回/年)																										YS11相当	合計
	B737	B747	B748	B757	B763	B772	B773	B787	A300	A306	A310	A320	A322	A321	A330	A333	DH8	CRJ	CR7	B737-700	B737-800	ERJ170	A380	AT4	A359			
成田				2,342	6,731	655	842	11,851				19,522	2,065				5		3,572	4,661	5,367	10	535			3	60,456	
羽田					30,078	7,383	7,767	41,524				13,075	12,240				1		3,219	11,402	75,133					11,672	28,776	
伊丹					2,695	2,248	143	6,746				139	2,935				14,351	3,219	11,402	10,046	11,156				1,005	1,087	1,763	
関西	8,239	365		1,616	3,453	224	7,774	1,543	574	6,883		14,824	4,589	1,161	574	1,460	37	7	18	7,055	12	1					23,536	
新千歳	2,034			521	4,151	2,814	1,264	3,006	156	1,460		9,808	782	3,372			730	7,415	1,055	371	4,241	18,064	7,171			4,088	692	
旭川					2,069							104	1							156	478						238	
稚内					10							22	161				674				277	60					54	
釧路					154							79	155					1,018		723	1,168	16					1,493	
帯広					319															1,055	1,156	13					5,151	
函館					1,676	66	4	146				27	526				691		365	695	702	3					3,459	
仙台					390		521			156		2,060	1,321			365	1,091	5,832	3,196	1,086	1,860	2,183					6,933	
秋田					715	3	1	72				113	611				2,017				1,058	1,220					2,187	
山形																				1,112		1,812					814	
新潟					105							272	32			156	1,440	1,424	413		1,102	2,880					4,125	
八尾																											9,473	
広島					2,957	158	4	1,277				140	718				209		1,088		2,492	33					1,319	
山口宇部					646			218				1,115	188							536	914	7					550	
高松					891			722				1,003	1,158							1	2,674	31					2,793	
岡山					284	50	375	1,794				873	19				3,590	4	32		3,320	2,169			359		1,714	
高知					446			191				419	881				2,147			3	2,099	2,223					1,509	
福岡	6,414				3,140	801	5,703	5,486	156	1,825		14,317	886	2,463		1,095	3,427	3,272	1,371	366	13,056	11,434		1,410	4,205		11,351	
北九州	365				1		1					3,823									1,435	11			3		2,633	
長崎					754	34	10	1,295				743	45				1,418		1,055		5,102	406					4,317	
熊本	365				2,078	14	3	905				717	337				1,086		496	2	5,442	2,441					7,628	
大分					281							830	527				1,067	1,089	79		4,167	1,020					3,303	
宮崎					196	3		51				908	222				1,416		2,189		6,934	2,978					6,914	
鹿児島	156				3,097	16	4	282				1,353	823				1,197	358	2,022		8,756	3,153		7,684			3,793	
那覇	1,095				4,128	1,999	1,901	1,666	365	365		6,382	3,317			730	4,231			1	9	31,928	11	700	3,670		14,984	
札幌																					118						446	
札幌																											369	
中越					2							45	72				1,067				243	26					336	
紋別																					360						27	
女満別					232							51					1,064		41	697	1,000	1,102					941	
青森					65		261									156	1,754			1,154	2,132	2,862					372	
花巻					104																3	4,313					979	
大館能代												543	46								492	4					86	
庄内												517	127								1,007	5					724	
福島												2									336	54					2,038	
大島																											2,188	
三宅島																											1,805	
八丈島												72															1,034	
新島																						953	9				1,438	
神津島																											1,438	
佐渡																											1,010	
佐渡																											26	
富山					3							243	83								1,112	8					2,019	
福井																											4,623	
松本																					1	4	2,171				1,881	
南紀白浜																					20	1,056	5				1,270	
鳥取																					1,303	4					837	
岡崎					10							73	411														2,638	
岡崎																					15	31	346		347		84	
出雲																					466	991	2,348		1,057		810	
石見					840							90	61				4						4				79	
岡山												62	907										20				472	
佐賀	365				194			243	6			136	800								2,642	20					5,528	
対馬																					776	9					1,758	
小値賀																	1,045						5				2,127	
福江																											55	
上五島																	362					51					1,704	
老岐																											57	
種子島																											800	
屋久島																											488	
奄美																											1,935	
喜界																											160	
徳之島												464	38														2,305	
徳之島																											639	
沖永良部																											194	
与論																											1,587	
与論																											408	
牙直																											2,935	
東国																											1,741	
東国																											419	
東国																											477	
東国																											251	
東国																											34	
東国																											34	
東国																												

表 16-7 空港別・機種別年間着陸回数(回/年)の推計結果(2023 年度)(2/2)

年間離着回数(回/年)																												
空港名	B737	B747	B748	B757	B763	B772	B773	B787	A300	A306	A310	A320	A322	A321	A330	A333	DH8	CRJ	CR7	B737-700	B737-800	ERJ170	A380	AT4	A359	YS11相当	合計	
宮古					410			613				90		98			2,067				5,928					158	9,364	
下地					156	1						229								10	1,508	45				92	2,041	
多良間																	709									65	774	
石垣																												
波照間																										236	236	
与那国																	1,723					7				79	1,809	
札幌(丘珠)																						878				8,115	8,993	
三沢																										1,993	1,993	
小松	156				464	4	1	123		365		80		923			717		2		2,757	26				1,713	7,331	
美保(米子)					541							157		937							633	11				525	2,804	
徳島					1,803							212		745					5		838	739				495	4,837	
岡山																										6,567	6,567	
鹿児島																												
但馬																								666		1,153	1,819	
岡南																										5,103	5,103	
広島西																												
天草																										1,646	1,646	
大分県央																										532	532	
秋田												26		57								493					703	1,279
能登																												
中部国際	3,963		5		1,761	143	1,234	411		2,190	156	6,191	782	169	365	1,095	2,390	2,180		726	14,440	748				3,469	42,419	
神戸					87							79		891							727	9,878	1,741			3,942	17,345	
静岡	156																					332	3,035			1,440	4,963	
茨城					104																2,552	7				353	3,016	
小牧																												
岩国					48							172		126								1,826					2,172	
嘉手納																												
徳島島																												
新石垣					615	229		463				1,936		79			2,366				6,698	6				793	13,185	
合計	23,308	365	2,350	2,138	79,702	16,845	27,813	80,634	1,251	13,244	156	104,138	7,039	41,848	939	6,309	67,847	20,245	30,961	15,154	276,691	75,640	536	25,437	24,729	286,835	1,233,720	

注 1: 空欄は当該機種の着陸がないことを示す。

注 2: 「空港管理状況調書(令和 5 年度分)」「令和 6 年、国土交通省」、「定期航空協会調べ(2024 年)」「(2024 年、定期航空協会)及び「JTB 時刻表 2023/4」(2023 年 4 月 1 日、JTB)に基づいて推計した。

注 3: 定期航空協会調べの着陸回数及び JTB 時刻表から推計した着陸回数の合計が空港管理状況調書の着陸回数に満たない空港については、その差を航空機使用事業による着陸回数と仮定し、YS-11 相当の小型航空機の着陸とみなした。

Ⅱ 補助動力装置 (APU)

(1) 排出の概要

① APU (Auxiliary Power Unit) の概要

補助動力装置 (以下「APU」という。)とは、推進のためのエンジンとは別に機上に装備された動力装置であり、離着陸時やエンジン停止時の機内冷暖房用等の動力源として利用される。

② 推計対象物質

航空機 (エンジン) と同じく、アセトアルデヒド (12)、キシレン (80)、トルエン (300)、1, 3-ブタジエン (351)、ベンゼン (400)、ホルムアルデヒド (411) の 6 物質を推計対象とした。

(2) 利用したデータ

APU による排出ガス排出量推計に利用したデータを表 16-8 に示す。

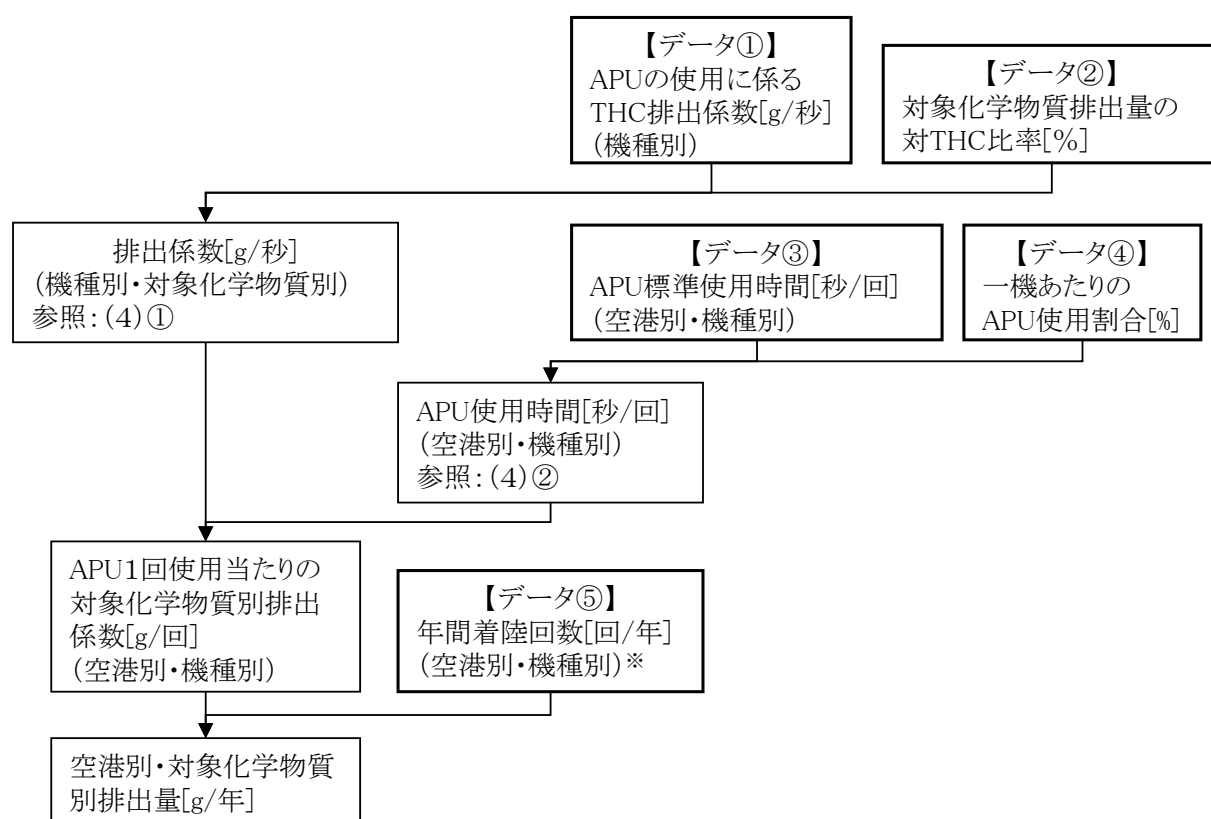
表 16-8 APUに係る排出量推計に利用したデータ (2023 年度)

	データ種類	資料名等
①	APU の使用に係る THC 排出係数 (g/秒)	航空機排出大気汚染物質削減手法検討調査報告書 (平成 9 年 3 月、環境庁)
②	対象化学物質排出量の対 THC 比率 (JT9D-7R4D のアイドル時)	航空機ジェットエンジン排出物の実測とその測定結果 (1999 年、航空環境研究 No.3)
③	空港別・機種別 APU 標準使用時間 (秒/回)	航空各社へのヒアリング (2005 年)
④	一機当たりの APU 使用割合 (%)	定期航空協会調べ (2003 年)
⑤	空港別・機種別年間着陸回数 (回/年)	航空機 (エンジン) で推計したデータ

(3) 推計方法の基本的考え方と推計手順

航空機(APU)に係る排出量は、APU 使用時間当たりの対象化学物質の排出係数(kg/秒)に、APU の使用時間、空港別・機種別の年間着陸回数に乗じることにより空港別の対象化学物質の排出量を推計した。

航空機(APU)からの排出量の推計手順を図 16-4 に示す。なお、図中のデータ①～⑤の番号は表 16-8 の番号に対応している。



※ I エンジンで推計した表 16-7 の数値を使用

図 16-4 航空機(APU)に係る排出量の推計フロー

(4) 推計方法の詳細

APU 使用時間当たりの THC 排出係数に、APU 使用時間に乗じて排出量を推計した。これらのデータを表 16-9 に示す。使用時間については、一機当たりの APU 使用割合が把握できる新千歳空港、成田空港、羽田空港、伊丹空港、関西空港、福岡空港、那覇空港(表 16-10 参照)では APU の使用時間に制限があるため、標準的な使用時間として機種に関わらず 30 分とした。また、これらの空港では地上電源等を使用し、APU を使用しない場合があることから、設定値の 30 分に APU 使用割合を乗じた時間を実際の APU 使用時間とした。空港別・機種別着陸回数はエンジンの推計と同様の設定方法を用いた。

THC 排出量に対する対象化学物質排出量の比率は JT9D-7R4D エンジンのアイドル時の値を採用した(出典:航空機ジェットエンジン排出物の実測とその測定結果(平成 11 年、航空環境研究 No. 3))。

表 16-9 APU に係る機種別 THC 排出係数及び使用時間

機種名略称	排出係数を 適用した機種名	THC 排出係数 (g/秒)	使用時間(分/回)	
			空港 1	空港 1 以外の空港
B737	B3	0.072	30	30
B747	B4	0.036	30	50
B744	B44	0.176	30	50
B748	B4	0.036	30	50
B757	B4	0.036	30	30
B762	B6	0.053	30	40
B763	B6	0.053	30	40
B772	B6	0.053	30	50
B773	B6	0.053	30	50
B787	B6	0.053	30	30
A300	A3	0.017	30	30
A306	A310	0.014	30	45
A310	A310	0.014	30	30
A320	A32	0.012	30	30
A322	A32	0.012	30	30
A321	A32	0.012	30	30
A330	A3	0.017	30	30
A333	A3	0.017	30	30
YS11	YS	—	—	—
SA	YS*	—	—	—
DH8	YS*	—	—	—
Q4	YS*	—	—	—
CRJ	YS*	—	—	—
CR7	YS*	—	—	—
B737-700	B3	0.072	30	30
B737-800	B3	0.072	30	30
ERJ170	YS*	—	—	—
A380	A340	0.014	30	30
AT4	YS*	—	—	—
A223	A320	0.012	30	30
A359	A340	0.014	30	30
航空機使用事業	YS*	—	—	—

出典 1(排出係数):航空機排出大気汚染物質削減手法検討調査(平成 9 年 3 月:環境庁)

出典 2(使用時間):航空各社へのヒアリング(2005 年)

注 1:「排出係数を適用した機種名」は出典 1 の機種名を示す。

注 2:THC 排出係数が「—」は補助動力装置を装備していないことを示す。

注 3:「YS*」は APU の有無が不明のため、離陸推力から判断し、YS と同様に APU を装備していないと見なした。
JTB 時刻表から推計した着陸回数の合計が空港管理状況調書の着陸回数に満たない空港については、その差を航空機使用事業による着陸回数と仮定し、YS-11 相当の小型航空機の着陸とみなしている。

注 4:A223 の APU は A320 と同型のハネウェル 131 シリーズのため、A320 のデータを適用した。

注 5:新千歳空港、成田空港、羽田空港、伊丹空港、関西空港、福岡空港、那覇空港を空港1とした。それらの空港は APU 使用時間の制限が 30 分のため、機種に関わらず使用時間を 30 分とした。

表 16-10 1機あたりの APU 使用割合

空港名	1機あたりの APU 使用割合
成田	18%
羽田	49%
伊丹	49%
関西	50%
新千歳	49%
福岡	69%
那覇	48%

出典: 定期航空協会調べ(2005 年)

注: 本表以外の空港においては 1 機当たりの APU 使用割合を 100%と仮定した。

Ⅲ 推計結果

「Ⅰ エンジン」及び「Ⅱ 補助動力装置 (APU)」に示した方法により推計した結果を表 16-11 に示す。航空機に係る対象化学物質の排出量の合計は、約 80t と推計された。

表 16-11 航空機に係る排出量の推計結果 (2023 年度)

管理 番号	対象化学物質名	年間排出量 (kg/年)		
		エンジン	APU	合計
12	アセトアルデヒド	13,790	230	14,020
80	キシレン	8,386	165	8,551
300	トルエン	7,275	142	7,417
351	1, 3-ブタジエン	19,320	380	19,699
400	ベンゼン	20,392	401	20,793
411	ホルムアルデヒド	9,740	193	9,934
合計		78,903	1,511	80,414