

自動車に係る排出量

自動車から排出されるものとして、排気管からの排出ガス、ガソリンタンク等からの燃料蒸発ガス、タイヤ・ブレーキ等が摩耗して飛散する粒子状物質等があり、いずれも対象化学物質を含んでいる。

このうち、排気管からの排出ガスについては、触媒が十分に加熱した状態（以下「ホットスタート」という。）での排気管からの排出、コールドスタート時（冷始動時）にエンジン始動直後で燃料噴射量が増え、排気後処理装置の触媒が低温で活性状態にないこと等によって増加する化学物質排出量（以下「コールドスタート時の増分」という。）を推計対象とした。また、冷凍冷蔵車や長距離走行用のトラック・バス等の車種の一部には、走行用のエンジンのほかに、冷凍機やクーラーの動力源として専用のエンジン（以下「サブエンジン式機器」という。）を搭載しているものもあり、その排気管からも排出ガスが生じる。

燃料蒸発ガスは、ガソリンスタンド等における給油時の排出と、給油後の走行中や駐車中等の排出に大別される。前者については、事業者からの届出の対象となるため、ここでは推計を行わず、後者について届出外排出量として推計を行った。

タイヤ・ブレーキ等の摩耗については、推計に必要なデータが現時点では得られていないため、推計の対象としない。

このため、自動車に係る排出量については、排気管からの排出ガス等について、ホットスタート、コールドスタート時の増分、給油後の走行中や駐車中等の排出（以下「燃料蒸発ガス」という。）、サブエンジン式機器の4つに区分して推計を行った。

表1 自動車に係る届出外排出量の推計の対象とする排出区分

排出区分		推計対象	備考
燃焼	エンジン	暖機状態からの排出	○ 「Ⅰホットスタート」
		コールドスタート時（冷始動時）の増分	○ 「Ⅱコールドスタート時の増分」
	冷凍機・クーラー用のサブエンジン式機器からの排出	○ 「Ⅳサブエンジン式機器」	
蒸発	給油時の排出		原則として届出対象
	給油後の排出（走行中、駐車中等）	○	「Ⅲ燃料蒸発ガス」
摩耗	タイヤ・ブレーキ等の摩耗		現時点では必要なデータが得られていない

注：自動車の推計対象である特種用途車のうち高所作業車のエンジン排出については、本推計項目では公道の走行時及び始動時における排出量を対象に推計を行っているが、建設現場等における作業時のエンジン排出については、推計方法の特性上、【参考13】（特殊自動車）において推計を行っている。

I ホットスタート

1. 届出外排出量と考えられる排出

公道を走行するガソリン・LPG 車(以下「ガソリン車」という。)及びディーゼル車が燃料を消費しながら走行し、走行時の排気管からの排出ガス中に対象化学物質が含まれている。これらはすべて届出外排出量となり、ここではホットスタートによる排出を推計対象とする。

2. 推計を行う対象化学物質

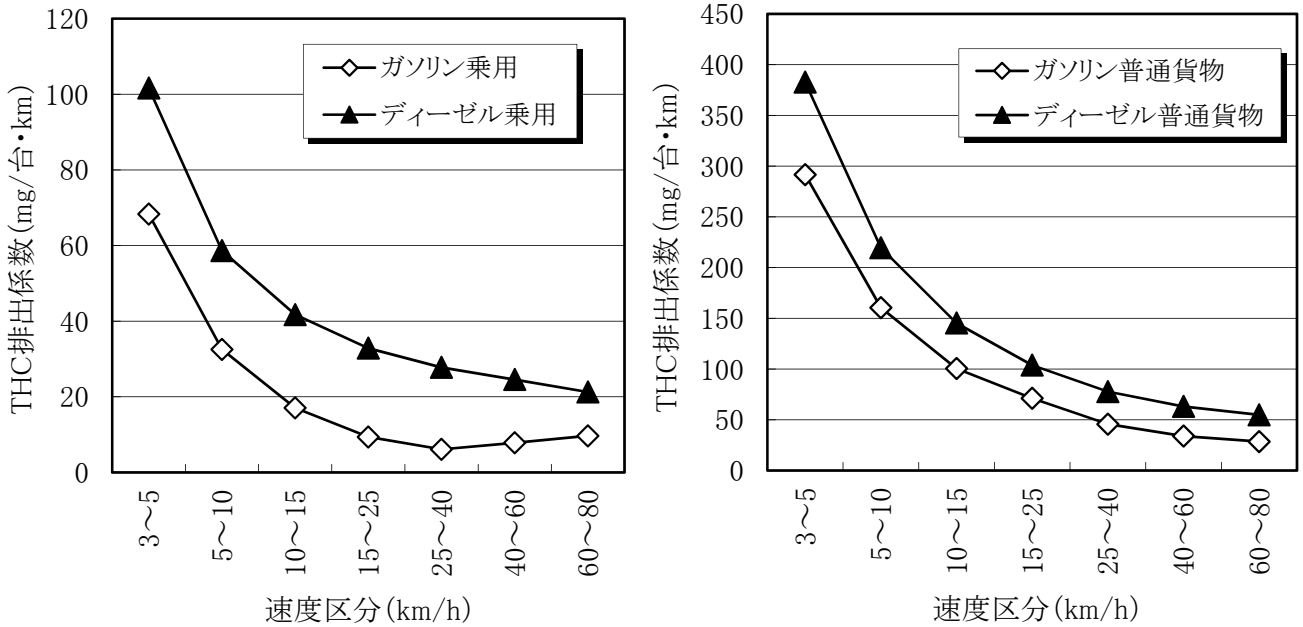
対象化学物質のうち、ホットスタートでの排出が報告され、データが利用可能なアクロレイン(物質番号:10)、アセトアルデヒド(12)、エチルベンゼン(53)、キシレン(80)、スチレン(240)、1, 2, 4-トリメチルベンゼン(296)、1, 3, 5-トリメチルベンゼン(297)、トルエン(300)、1, 3-ブタジエン(351)、ノルマルヘキサン(392)、ベンズアルデヒド(399)、ベンゼン(400)、ホルムアルデヒド(411)の 13 物質について推計を行った。ただし、1, 2, 4-トリメチルベンゼン、ノルマルヘキサンについては、ディーゼル自動車の排出ガスに含まれる濃度を測定した結果、検出下限値未満であったため、ディーゼル自動車の推計の対象とせず、濃度データが得られているガソリン自動車のみを推計の対象とした。また、クメン(83)についてはガソリン自動車・ディーゼル自動車ともに測定結果が検出下限値未満であったため、推計の対象としていない。なお、ダイオキシン類(243)の排出については、別途「ダイオキシン類」として【参考 19】にて推計を行っているため、本項では記載していない。

3. 推計方法

自動車の走行量(km/年)に対し、走行量当たりの排出係数(mg/km)を乗じることにより、排出量(kg/年)を推計するのが基本的な考え方である。具体的には、車種別^{*}・旅行速度(停止中も含めた道路走行時の平均速度)・初度登録年度別に全炭化水素(Total Hydro-Carbon。以下「THC」という。)の排出係数を設定し、それに対応する走行量データを車種別・旅行速度別・初度登録年別に設定した。排出係数の設定に当たっては、排出ガス規制の強化による排出量の変化(同一車種では新しい車ほど THC の排出量が少ない)及び規制対応車の車種別・初度登録年別の普及率を考慮した。

環境省及び地方自治体の実測データに基づく THC 排出係数の一例を図1に示す。ガソリン車及びディーゼル車については、車種・初度登録年別の触媒の経年的な劣化を考慮した補正を行い(図 2)、図 1 は劣化補正の後、車種別・初度登録年別の台数に応じて加重平均を行った値を示している。さらに、THC に対する対象化学物質排出量の比率(環境省及び東京都の実測データに基づき設定。以下「対 THC 比率」という。)を図 3 に示す。THC としての排出係数は、いずれの車種でも旅行速度が低い場合に大きな値となっている(図 1)ため、同じ走行量であっても速度の低い(例:渋滞の激しい)地域において排出量が大きくなると考えられる。地域ごとの旅行速度分布の例を図 4 に示す。

※:車種は、軽乗用車、乗用車、バス、軽貨物車、小型貨物車、普通貨物車、特種用途車の7区分とした。



出典: 令和2年度自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査(環境省、令和3年3月)
 注: ガソリン車は触媒の劣化を考慮した補正を行った。

図1 車種別・速度区別の THC 排出係数の例(令和2年度)

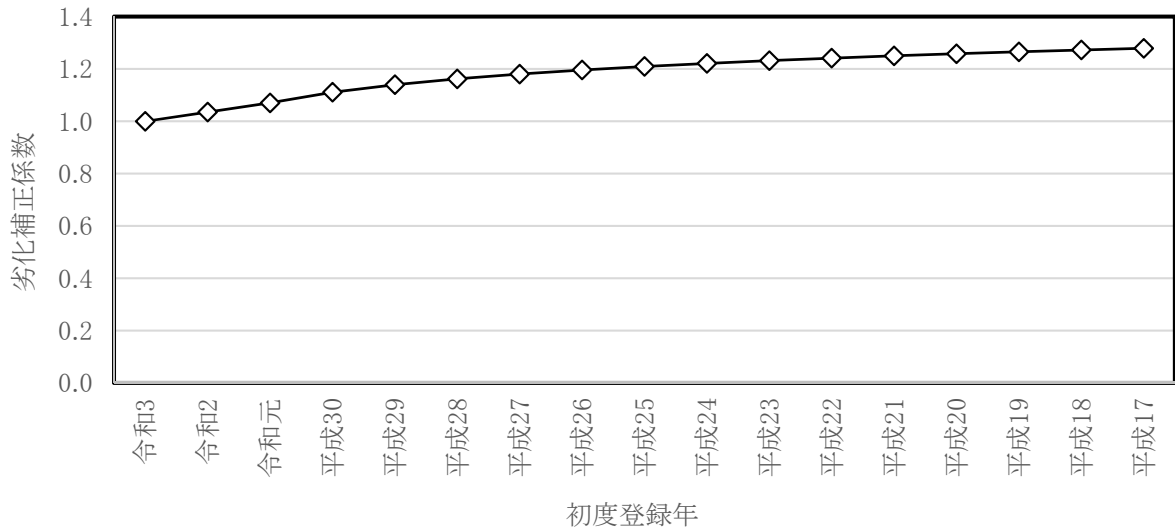
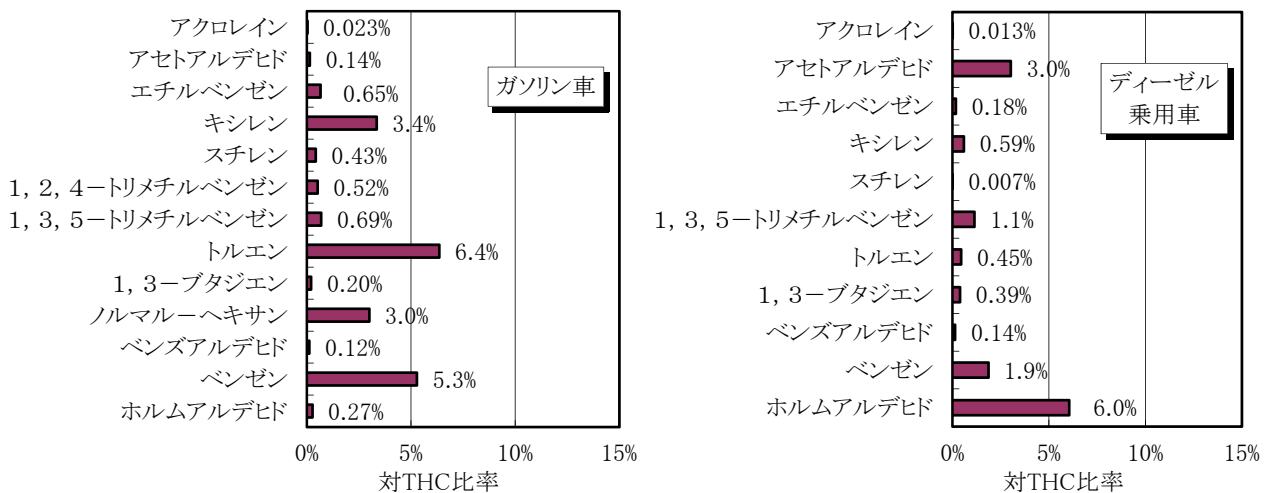
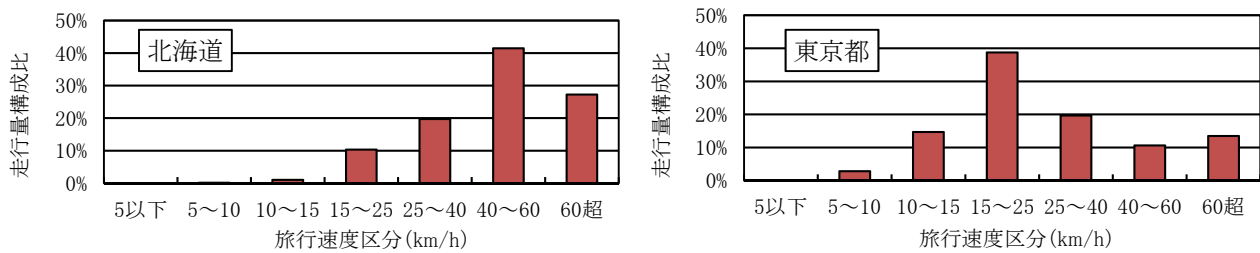


図2 ガソリン乗用車に係る触媒の初度登録年別劣化補正係数の推計結果の例



出典: 環境省環境管理技術室調べ(平成15年)及び東京都(平成22年)

図3 自動車排出ガス(ホットスタート)に係る対象化学物質排出量の対 THC 比率の例



出典:平成27年道路交通センサス(一般交通量調査)(国土交通省道路局)

図4 幹線道路における地域ごとの旅行速度分布(混雑時)の例

走行量データは、道路区間別の幹線道路の走行量が平成27年道路交通センサス(一般交通量調査※1)により、道路全体の走行量が平成27年度分の自動車燃料消費量統計年報より得られ、両者の差が細街路における走行量と考えられる。ただし、幹線道路の走行量は2車種区分※2のデータであることから、排出係数の区分に合わせるため、平成27年道路交通センサス(一般交通量調査)のOD調査※3(自動車起終点調査)のデータを用いて7車種区分へ細分化した。また、道路全体の走行量は車籍地ごとに集計したものであり、それと道路区間別の幹線道路の走行量との比率を地域別に推計するため、OD調査による車籍地別・出発地別・目的地別のトリップ数※4等を使って車籍地別の走行量を実際の走行場所に換算した(表2)。道路全体の走行量に対する幹線道路走行量のカバー率を推計した結果は、車種別にも地域別にも異なっている(図5)。これらを用いて設定した平成27年度の車種別・旅行速度別走行量を自動車輸送統計年報の年間走行量の伸び率で年次補正し、令和2年度における初度登録年別保有台数と使用係数に応じて按分することにより、令和2年度の車種別・旅行速度別・初度登録年別の走行量を算出した。

※1:一般交通量調査は交通量・旅行速度等の実測を行う調査。

※2:2車種区分は、小型車、大型車に対応する。

※3:OD調査はアンケート調査等により地域間の自動車の動きを把握する調査。

※4:トリップ数とはある地点からある地点に移動することの単位。地点が異なるごとにトリップ数が増える。

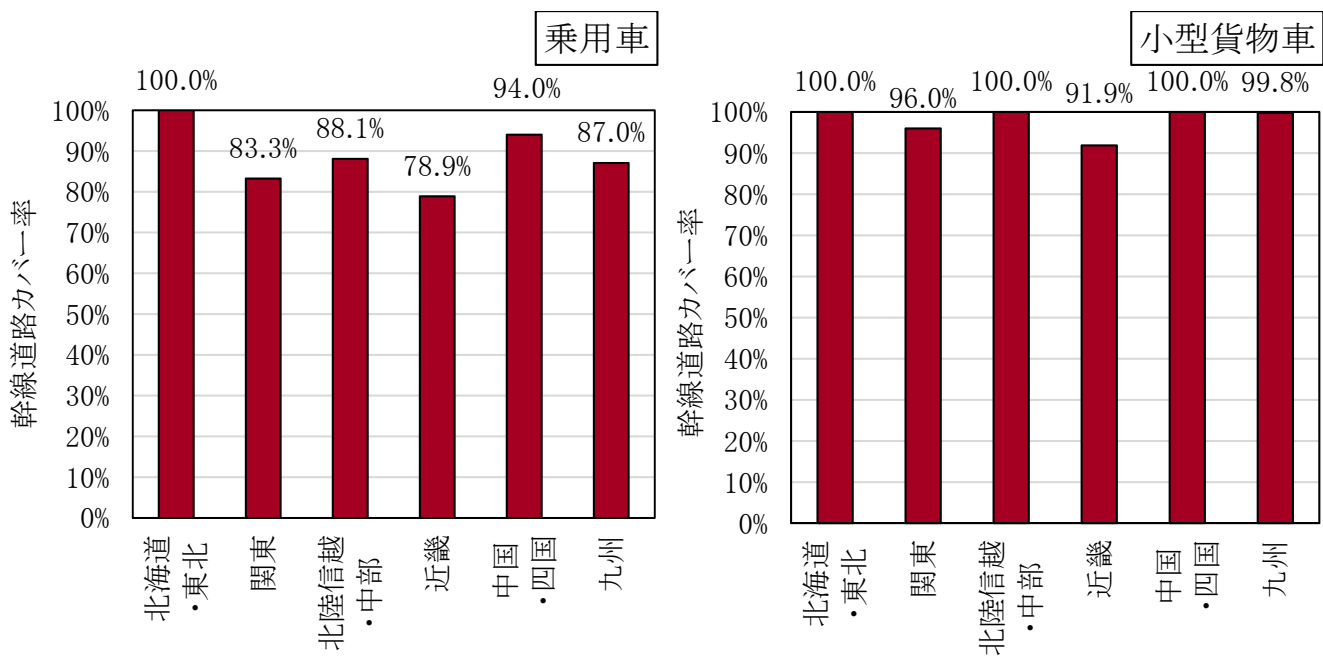
表2 車籍地別走行量の走行する都道府県別構成比の推計結果
(普通貨物車に係る構成比の一部地域における抜粋)

通過する都道府県	車籍地の都道府県											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	北海道	青森県	岩手県	宮城県	秋田県	山形県	福島県	茨城県	栃木県	群馬県	埼玉県	千葉県
1 北海道	95.8%	0.4%	0.2%	0.3%	0.1%	0.2%	0.3%	0.3%				0.2%
2 青森県	0.3%	62.3%	2.9%	0.4%	0.8%	0.1%	0.3%	0.2%			0.0%	0.2%
3 岩手県	0.5%	16.1%	56.9%	6.8%	11.6%	1.7%	1.1%	1.0%	0.2%	0.0%	0.2%	0.1%
4 宮城県	0.5%	6.6%	14.3%	56.8%	12.8%	16.2%	8.2%	1.6%	1.5%	0.1%	0.5%	0.4%
5 秋田県	0.1%	6.4%	4.2%	1.2%	47.6%	0.8%	0.2%	0.1%	0.1%		0.0%	0.0%
6 山形県	0.0%	0.1%	0.1%	1.4%	0.4%	45.1%	0.4%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
7 福島県	0.4%	3.2%	7.0%	14.8%	9.7%	13.4%	52.9%	6.0%	5.7%	1.2%	2.0%	0.9%
8 茨城県	0.3%	1.7%	3.2%	3.4%	4.0%	1.3%	2.9%	50.4%	6.8%	2.0%	5.1%	7.0%
9 栃木県	0.2%	0.9%	2.5%	4.9%	3.3%	7.6%	11.1%	6.2%	51.9%	8.6%	4.5%	2.0%
10 群馬県	0.0%	0.1%	0.3%	0.6%	0.4%	0.7%	1.1%	1.7%	5.1%	36.0%	2.9%	1.1%
11 埼玉県	0.2%	0.6%	1.4%	2.2%	1.6%	3.6%	4.6%	6.4%	14.6%	23.4%	43.1%	10.5%
12 千葉県	0.1%	0.2%	0.5%	0.7%	0.5%	0.4%	1.1%	6.7%	2.1%	1.3%	6.2%	55.1%
13 東京都	0.3%	0.4%	0.7%	1.1%	0.9%	1.4%	1.7%	5.1%	4.2%	5.3%	18.0%	10.4%
(以下、省略)												
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

出典:平成27年道路交通センサス(自動車起終点調査)(国土交通省)及び日本道路公団資料等に基づき作成

注1:構成比は走行量ベースの値として推計した。

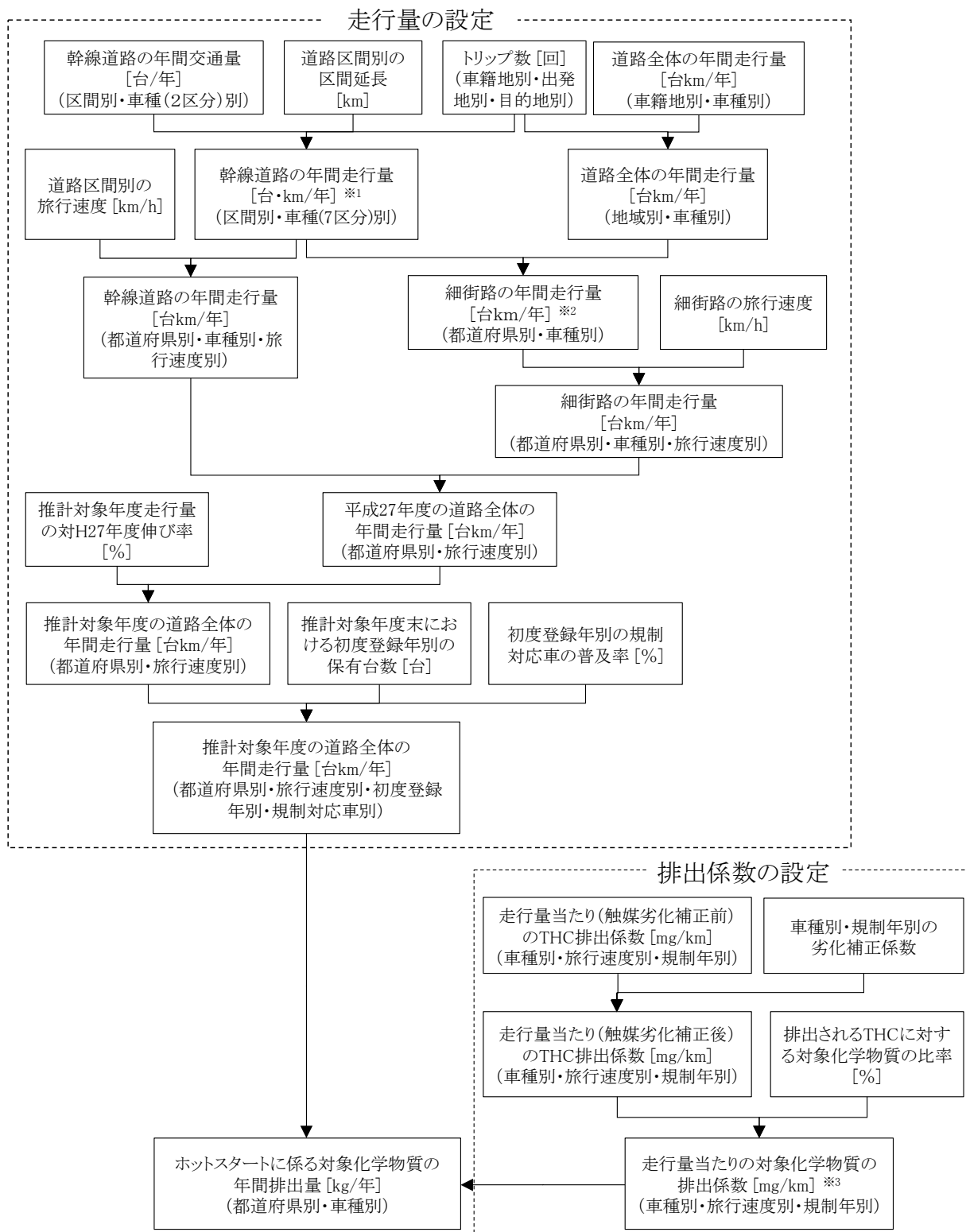
注2:車籍地と同じ都道府県の値を太枠で囲んで示す。



注: 道路全体(平成27年度分自動車燃料消費量統計年報)に対する幹線道路(平成27年度道路交通センサス(一般交通量調査))の割合としてカバー率を定義した。

図5 自動車走行量に係る幹線道路カバー率の推計例(平成27年度)

以上の推計方法をフローとして図 6 に示す。走行量を設定する部分と排出係数を設定する部分から構成されており、それらを組み合わせて排出量が推計される。



※1: 区間ごとの交通量(台/年)に区間延長(km)を乗じて走行量(台km/年)が算出される。
 ※2: 道路全体の走行量から幹線道路の走行量を差し引いて細街路の走行量が算出される。
 ※3: THCの排出係数にベンゼン等の比率(対THC比率)を乗じて対象化学物質の排出係数が算出される。

図 6 自動車(ホットスタート)に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

以上の方法に従って推計した対象化学物質別の全国排出量を表 3、図 7、表 4 に示す。走行量が昨年度より約 11%減少(特に、バスは約 27%減少)したことや最新規制対応車の増加に伴い排出量が減少し、自動車のホットスタート時の排出ガスに係る排出量の合計は約 4.6 千 t(うち、貨物車類*が約 3.6 千 t)と推計され、令和元年度の約 5.7 千 t(うち、貨物車類が約 4.2 千 t)から 18%減少(貨物車類は 17%減少)した。

※:軽貨物車、小型貨物車、普通貨物車、特殊用途車の4車種を指す。

表 3 自動車(ホットスタート)に係る対象化学物質別の全国排出量の推計結果(令和2年度)

物質 番号	対象化学物質名	年間排出量(kg/年)							合計
		軽乗用	乗用車	バス	軽貨物車	小型貨物車	普通貨物車	特殊用途車	
10	アクロレイン	340	690	3,868	1,372	4,589	38,469	8,703	58,030
12	アセトアルデヒド	2,146	15,149	41,376	8,657	48,698	412,354	98,571	626,950
53	エチルベンゼン	9,867	19,367	230	39,809	3,220	908	975	74,377
80	キシレン	50,621	98,115	1,013	204,226	16,321	2,926	3,996	377,217
240	スチレン	6,452	12,254	129	26,031	2,079	359	380	47,684
296	1, 2, 4-トリメチルベンゼン	7,858	14,894	157	31,701	2,532	434	449	58,024
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	10,411	23,933	209	42,004	3,375	815	2,743	83,490
300	トルエン	96,105	183,824	3,527	387,725	32,834	21,389	9,941	735,345
351	1, 3-ブタジエン	3,037	7,200	160	12,254	1,101	1,237	1,127	26,115
392	ノルマル-ヘキサン	45,333	85,926	906	182,889	14,605	2,504	2,590	334,754
399	ベンズアルデヒド	1,828	3,981	37	7,377	592	136	367	14,319
400	ベンゼン	79,785	158,080	11,915	321,885	37,710	107,553	31,221	748,149
411	ホルムアルデヒド	4,050	29,835	97,190	16,338	114,074	968,527	229,540	1,459,554
	合計	317,834	653,249	160,718	1,282,266	281,729	1,557,611	390,602	4,644,010

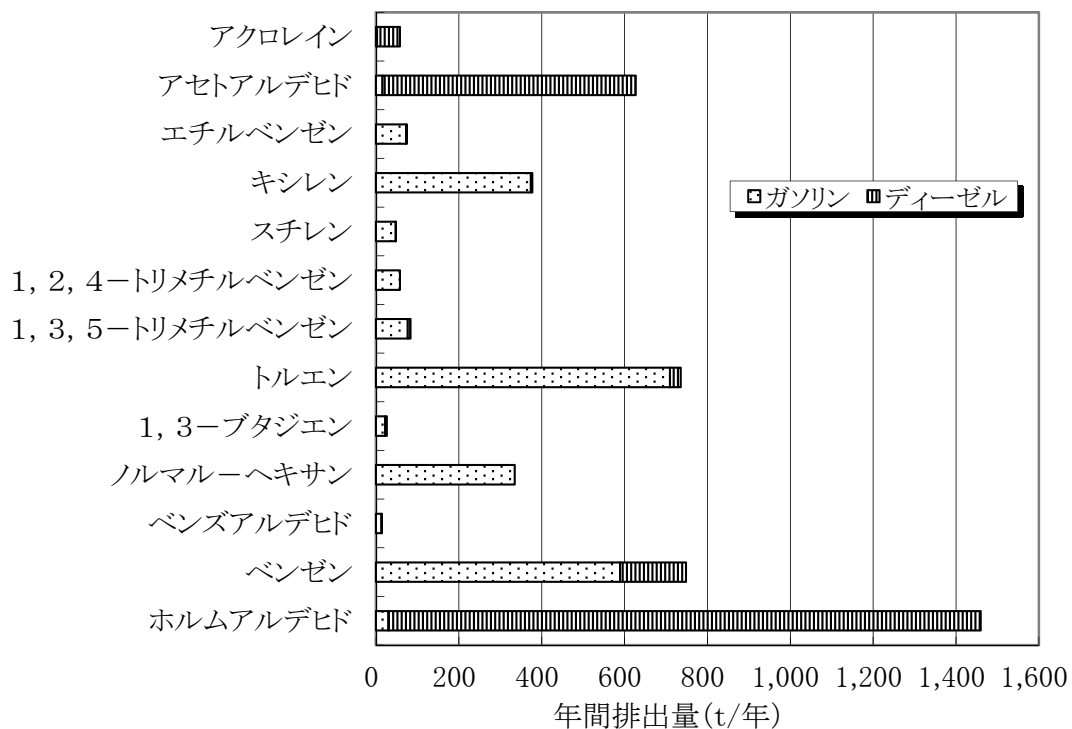


図7 自動車(ホットスタート)に係る対象化学物質別の全国排出量の推計結果(令和2年度)

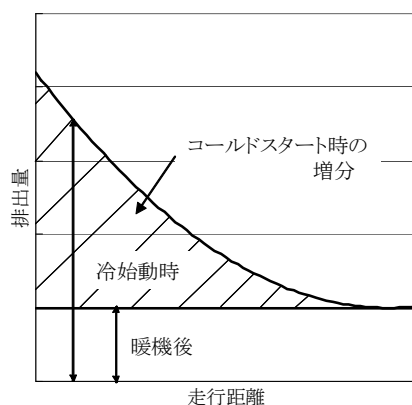
表4 自動車(ホットスタート)に係る排出量推計結果(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
10	アクロレイン				58,030	58,030
12	アセトアルデヒド				626,950	626,950
53	エチルベンゼン				74,377	74,377
80	キシレン				377,217	377,217
240	スチレン				47,684	47,684
296	1,2,4-トリメチルベンゼン				58,024	58,024
297	1,3,5-トリメチルベンゼン				83,490	83,490
300	トルエン				735,345	735,345
351	1,3-ブタジエン				26,115	26,115
392	ノルマルーヘキサン				334,754	334,754
399	ベンズアルデヒド				14,319	14,319
400	ベンゼン				748,149	748,149
411	ホルムアルデヒド				1,459,554	1,459,554
合計					4,644,010	4,644,010

II コールドスタート時の増分

1. 届出外排出量と考えられる排出

コールドスタート時(冷始動時)にはホットスタート時に比べて化学物質が多く排出される。通常の暖機状態での走行による排出量は「I ホットスタート」で推計されているため、冷始動から暖機状態に達するまでに走行する際の排出と同距離を暖機後状態で走行する際の排出量の差を「コールドスタート時の増分」と定義する(図 8 参照)。これはすべて届出外排出量となる。ホットスタートの排出量とコールドスタート時の増分の排出量を合計すると、自動車の排気管から走行時に排出される排出ガス量の全体を把握することができる。



$$\begin{aligned} & \text{(コールドスタート時の増分排出量)} \\ & = \text{(冷始動時排出量)} - \text{(暖機後排出量)} \end{aligned}$$

出典:JCAP 技術報告書、大気モデル技術報告書(1)((財)石油産業活性化センター・JCAP 推進室、平成 14 年3月)に基づき作成

図 8 コールドスタート時の増分排出量のイメージ

2. 推計を行う対象化学物質

対象化学物質のうち、コールドスタートでの排出が報告され、データが利用可能なアクロレイン(10)、アセトアルデヒド(12)、エチルベンゼン(53)、キシレン(80)、クメン(83)、スチレン(240)、1, 2, 4-トリメチルベンゼン(296)、1, 3, 5-トリメチルベンゼン(297)、トルエン(300)、1, 3-ブタジエン(351)、ノルマル-ヘキサン(392)、ベンズアルデヒド(399)、ベンゼン(400)、ホルムアルデヒド(411)の 14 物質について推計を行った。ただし、1, 2, 4-トリメチルベンゼン、ノルマル-ヘキサン、クメンについては、ディーゼル自動車の排出ガスに含まれる濃度を測定した結果、検出下限値未満だったため、ディーゼル自動車の推計の対象とせず、濃度データが得られているガソリン自動車のみを推計の対象とした。

3. 推計方法

コールドスタート時の増分排出量は、JCAP(Japan Clean Air Program:石油連盟・日本自動車工業会共同研究「大気改善のための自動車燃料等の技術開発プログラム」)の推計方法に準拠し、1年間の始動回数(エンジンを始動させた回数)に、始動1回当たりの排出係数(g/回)を乗じて算出した。図 8 で示したとおり、排出係数は冷始動時の排出係数から暖機後の排出係数を差し引いた増分として定義した。

コールドスタート時の増分排出量は気温やソーク時間(エンジン停止から次に始動するまでの時間)、経過年数による触媒の劣化による影響を受けるため、気温 23.9℃のときにソーク時間を十分にとり(触媒を完全に冷え切った状態にして)測定した標準的な排出係数を、気温、ソーク時間等の補正係数として

使用した。考慮した影響因子を表5に示す。経過年数による触媒の劣化を補正した排出係数を表6に、ソーク時間による補正係数、気温による補正係数を図9、図10に示した。

1年間の始動回数は排出係数の区分と合わせて、車種別・燃料種別・時間帯別・ソーク時間別に設定するとともに、業態(自家用もしくは営業用)による始動回数の違い、都道府県別の保有台数等による違いを反映するよう設定した。具体的には車種及び業態ごとの時間帯別始動回数の構成比(%) (図11参照)と車種別・業態別の1日当たりの始動回数を用いることにより全国の始動回数を算出した。さらに、道路交通センサスのOD調査(自動車起終点調査)と都道府県別の車種別・業態別保有台数を用いて、全国の始動回数を都道府県へ割り振った。

以上の推計方法を推計フローとして図12に示す。

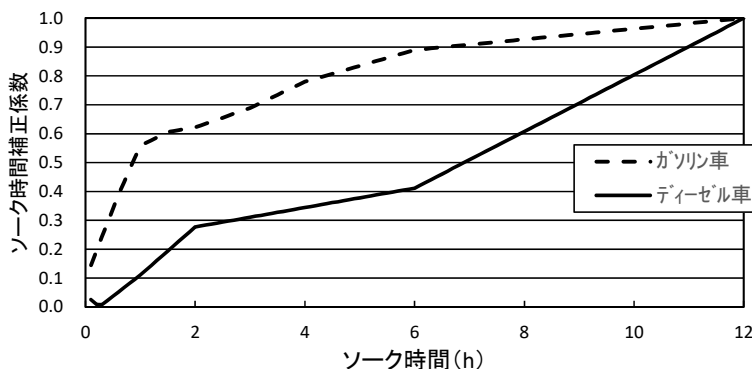
表5 排出に影響を与える因子

影響因子	影響因子を考慮した理由	考慮の有無	
		ガソリン車	ディーゼル車
経過年数 (積算走行量)	触媒の劣化による排出量の増加	○	
ソーク時間 (図9参照)	エンジン停止後の触媒の余熱による排出量の減少	○	○
気温 (図10参照)	始動時の燃料供給量の増加による排出量の増加 エンジン壁面温度の低下による排出量の増加	○	

表6 経過年数による劣化補正*後 THC 排出係数(令和2年度の推計値)

車種	THC 排出係数(g/回)			
	ガソリン車		ディーゼル車	
	冷始動時	暖機後	冷始動時	暖機後
軽乗用車	0.90	0.03	-	-
乗用車	0.87	0.03	0.43	0.54
バス	1.60	0.21	9.06	6.48
軽貨物車	1.50	0.12	-	-
小型貨物車	1.11	0.10	9.04	6.47
普通貨物車	1.69	0.24	9.04	6.46
特種用途車	1.26	0.13	8.63	6.19

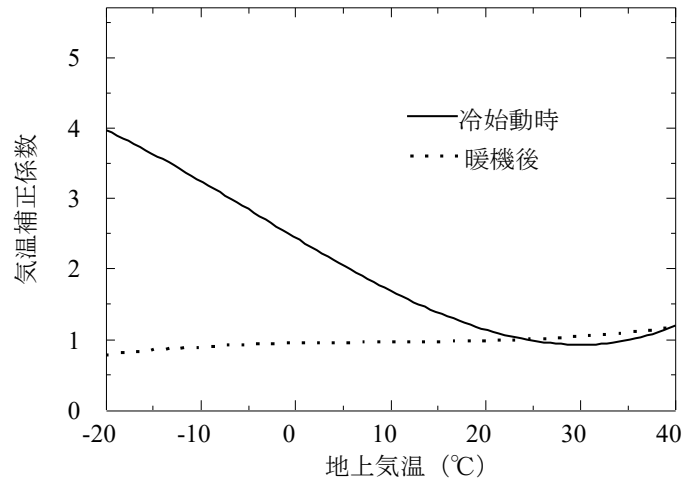
※:「経過年数による補正」とは触媒の劣化による補正と走行係数の低下に関する補正を示す。



出典:環境省環境管理技術室調べ(平成14年3月)

注:12時間以上は触媒が完全に冷えた(ソーク時間補正係数=1.0)とみなした

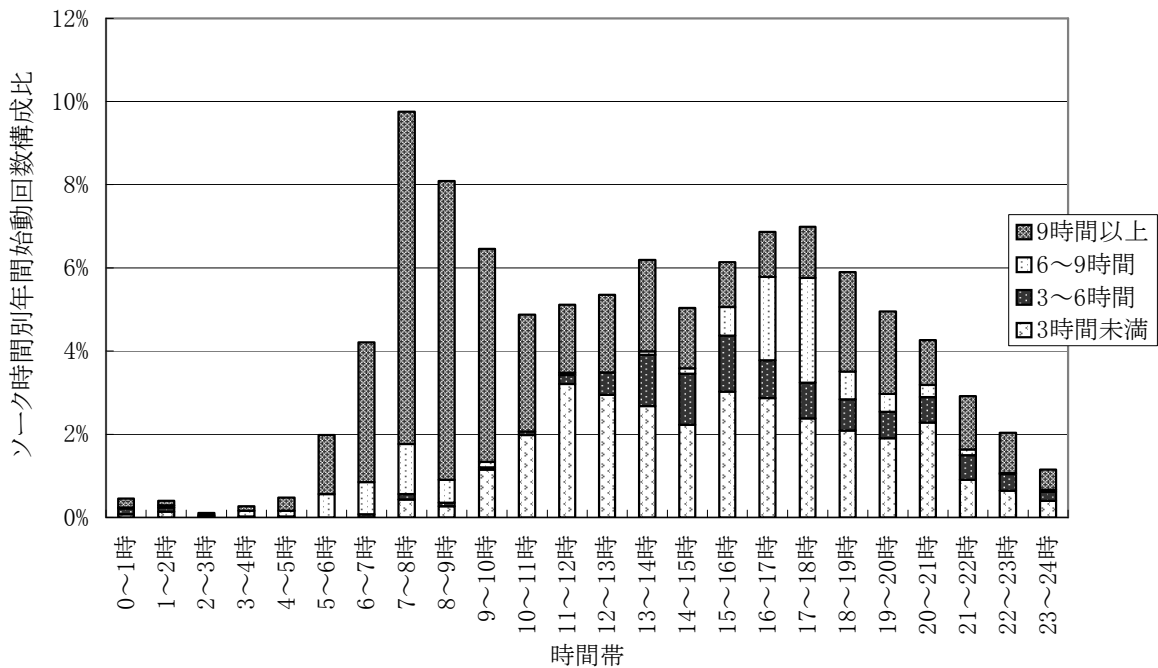
図9 ソーク時間とソーク時間補正係数の関係



出典: JCAP技術報告書、大気モデル技術報告書(1) ((財)石油産業活性化センター・JCAP推進室、平成14年3月)に基づき作成

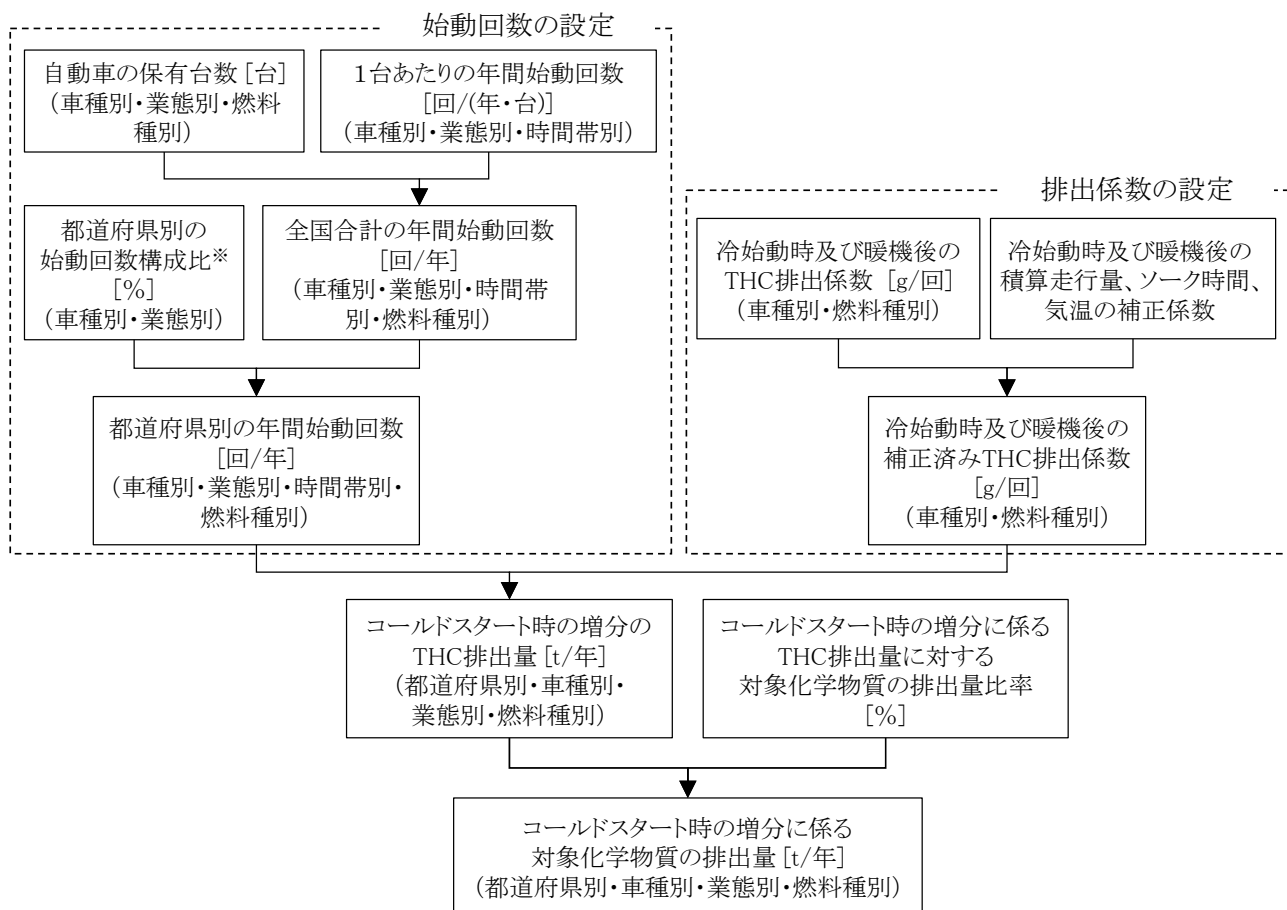
注: 計算式で算出された気温補正係数が1を下回った場合と24°C以上のときは1とみなした。

図 10 地上気温と気温補正係数の関係



出典: 自動車の使用実態調査報告書((一財)石油産業活性化センター、平成10年3月)に基づき作成

図 11 全国における時間帯ごとのソーク時間別年間始動回数構成比(自家用乗用車を例示)



※: 保有台数及び道路交通センサスの自動車起終点調査より設定した構成比を示す。

図 12 自動車(コールドスタート時の増分)に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

自動車(コールドスタート時の増分)に係る THC 排出量の推計結果を表 7 に示す。表 7 に示す THC 排出量と表 8 に示す THC 排出量に対する対象化学物質の排出量の比率から、コールドスタート時の増分に係る排出量の合計は、約 38 千 t と推計された(表 9、図 13、表 10 参照)。

表 7 自動車(コールドスタート時の増分)に係る THC 排出量の推計結果(令和2年度)

車種	THC 排出量(t/年)		
	ガソリン車	ディーゼル車	合計
軽乗用車	30,241	-	30,241
乗用車	33,801	-	33,801
バス	25	90	115
軽貨物車	15,454	-	15,454
小型貨物車	2,099	704	2,803
普通貨物車	240	744	984
特種用途車	392	302	694
合計	82,253	1,840	84,092

表 8 THC 排出量に対する対象化学物質排出量の比率

対象化学物質		対 THC 比率	
物質 番号	物質名	ガソリン車	ディーゼル車
10	アクロレイン	0.14%	0.93%
12	アセトアルデヒド	0.45%	4.5%
53	エチルベンゼン	3.0%	0.030%
80	キシレン	12%	0.12%
83	クメン	0.069%	-
240	スチレン	0.58%	0.018%
296	1, 2, 4-トリメチルベンゼン	1.1%	-
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	0.82%	0.039%
300	トルエン	19%	0.42%
351	1, 3-ブタジエン	0.66%	0.12%
392	ノルマル-ヘキサン	3.4%	-
399	ベンズアルデヒド	0.28%	0.020%
400	ベンゼン	3.5%	1.3%
411	ホルムアルデヒド	1.1%	4.4%

出典：環境省環境管理技術室調べ(平成 23 年)

表 9 自動車(コールドスタート時の増分)に係る燃料種別・対象化学物質別排出量の推計結果
(令和2年度)

対象化学物質		届出外排出量(kg/年)		
物質 番号	物質名	ガソリン車	ディーゼル車	合計
10	アクロレイン	111,864	17,015	128,879
12	アセトアルデヒド	370,961	82,410	453,370
53	エチルベンゼン	2,467,587	557	2,468,144
80	キシレン	9,623,590	2,207	9,625,797
83	クメン	56,755	-	56,755
240	スチレン	474,599	331	474,930
296	1, 2, 4-トリメチルベンゼン	904,782	-	904,782
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	676,941	725	677,666
300	トルエン	15,463,546	7,671	15,471,216
351	1, 3-ブタジエン	543,692	2,244	545,936
392	ノルマル-ヘキサン	2,796,599	-	2,796,599
399	ベンズアルデヒド	233,598	368	233,966
400	ベンゼン	2,845,950	24,098	2,870,048
411	ホルムアルデヒド	921,233	81,306	1,002,539
合 計		37,491,695	218,932	37,710,628

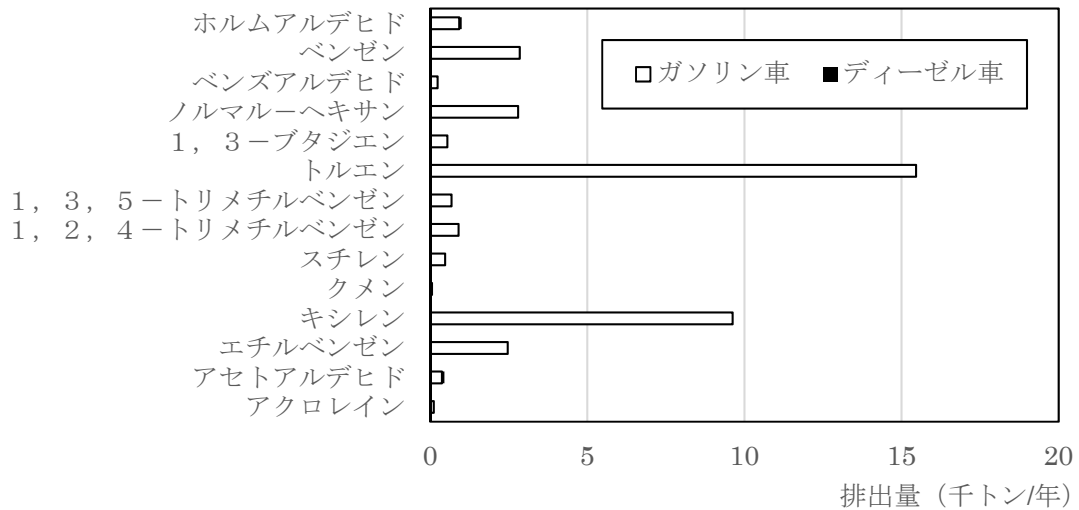


図 13 自動車(コールドスタート時の増分)に係る排出量の推計結果(令和2年度)

表 10 自動車(コールドスタート時の増分)に係る排出量の推計結果(令和2年度:全国)

物質番号	対象化学物質 物質名	全国の届出外排出量(kg/年)				合計
		対象業種	非対象業種	家庭	移動体	
10	アクロレイン				128,879	128,879
12	アセトアルデヒド				453,370	453,370
53	エチルベンゼン				2,468,144	2,468,144
80	キシレン				9,625,797	9,625,797
83	クメン				56,755	56,755
240	スチレン				474,930	474,930
296	1, 2, 4-トリメチルベンゼン				904,782	904,782
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン				677,666	677,666
300	トルエン				15,471,216	15,471,216
351	1, 3-ブタジエン				545,936	545,936
392	ノルマルーヘキサン				2,796,599	2,796,599
399	ベンズアルデヒド				233,966	233,966
400	ベンゼン				2,870,048	2,870,048
411	ホルムアルデヒド				1,002,539	1,002,539
	合 計				37,710,628	37,710,628

Ⅲ 燃料蒸発ガス

1. 届出外排出量と考えられる排出

ガソリンを燃料とする自動車において、気温の変動や走行時の燃料タンク内の温度上昇によってタンク内のガソリン成分が揮発し発生する燃料蒸発ガスに含まれる対象化学物質の排出量について推計を行った。燃料蒸発ガスの種類と概要については表 11 のとおりである。

表 11 燃料蒸発ガスの種類と概要

種類	概要
ダイアーナルブリージングロス(DBL)	駐車中に気温の変化等によりガソリンタンクで発生したガソリン蒸気が破過 ^{※1} したキャニスタ ^{※2} から大気に放出されることにより発生する蒸発ガス
ホットソークロス(HSL)	エンジン停止後1時間以内に吸気管に付着したガソリンから発生する蒸発ガス
ランニングロス(RL)	燃料タンク中のガソリンが走行に従って高温になり、キャニスタのパーージ ^{※3} 能力を超えて発生する蒸発ガス

※1:破過とは、吸着容量を超過したため、吸着されずに被吸着体が通過すること。

※2:キャニスタとはガソリン自動車の燃料系統に蒸発ガスの発生を防止するために装着されている活性炭等が封入された吸着装置を指す。駐車中に蒸発したガスはキャニスタに吸着され、走行中は吸気マニフォールド(多気筒エンジンに空気を供給するための枝別れになっている配管)が負圧となって吸着された蒸発ガスを空気とともに吸気マニフォールドに送られ、キャニスタの吸着能を回復する。

※3:パーージとは吸着された蒸発ガスを空気とともに吸気マニフォールドに送られることを示す。

2. 推計を行う対象化学物質

対象化学物質のうち、ガソリン成分であり燃料蒸発ガス中に含まれるエチルベンゼン(53)、キシレン(80)、1, 2, 4-トリメチルベンゼン(296)、1, 3, 5-トリメチルベンゼン(297)、トルエン(300)、ナフタレン(302)、1, 3-ブタジエン(351)、ノルマル-ヘキサン(392)、ベンゼン(400)の 9 物質に関して推計を行った。

3. 推計方法

過去に、表 11 に示す燃料蒸発ガスの種類ごとの平成 22 年度分の THC の全国排出量について推計が行われている。そのため、この結果及び都道府県別・車種別のガソリン車保有台数等のデータを利用して年次補正を行い、都道府県別の THC 排出量を推計した。さらに、THC 排出量に対する対象化学物質排出量の比率(対 THC 比率:表 12 参照)を用いて、破過前後及び夏ガソリン/冬ガソリンの違いを考慮しつつ対象化学物質の排出量を推計した。推計フローを図 14 に示す。

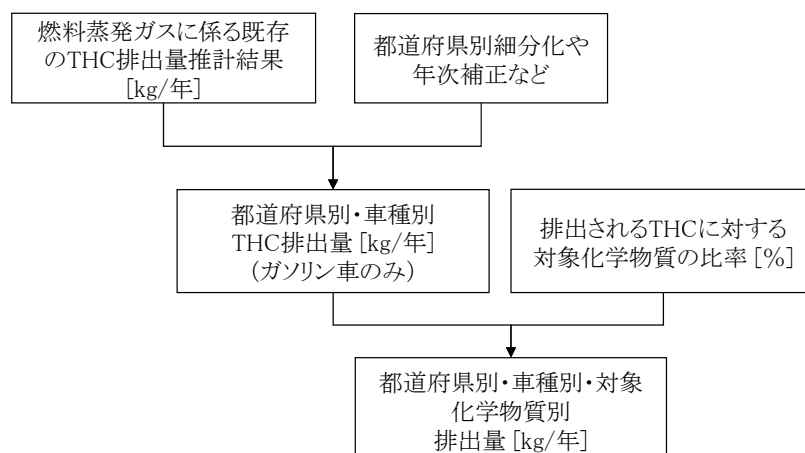


図 14 自動車(燃料蒸発ガス)に係る排出量の推計フロー

表 12 自動車(燃料蒸発ガス)に係る排出係数の対 THC 比率

対象化学物質		DBL				HSL		RL	
		夏ガソリン		冬ガソリン		夏ガソリン	冬ガソリン	夏ガソリン	冬ガソリン
物質番号	物質名	破過前	破過後	破過前	破過後				
53	エチルベンゼン	0.9	0.03	0.5	0.009	1	0.8	1	0.8
80	キシレン	3.6	0.09	2	0.03	4.8	3.4	4.7	3.3
296	1,2,4-トリメチルベンゼン	1	0.02	0.6	0.005	2.8	6.2	2.2	4.8
297	1,3,5-トリメチルベンゼン	0.3	0.005	0.1	0.002	0.7	1.5	0.3	0.6
300	トルエン	18	0.7	8.8	0.2	16.3	11	12.8	8.6
302	ナフタレン	—	—	—	—	0.3	0.4	—	—
351	1,3-ブタジエン	0.03	0.03	0.04	0.02	—	—	—	—
392	ノルマルヘキサン	3	0.3	4	0.2	1.8	1.8	1.9	1.9
400	ベンゼン	1.9	0.09	1.4	0.05	1.2	0.6	0.8	0.4

出典:平成 26 年度,平成 27 年度における燃料蒸発ガスに関する試験データ(一般社団法人日本自動車工業会)

4. 推計結果

燃料蒸発ガスに係る対象化学物質別排出量の推計結果を表 13 に示す。燃料蒸発ガスに係る排出量の合計は約 5.1 千 t と推計された。

表 13 自動車(燃料蒸発ガス)に係る排出量の推計結果(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
53	エチルベンゼン				166,083	166,083
80	キシレン				743,491	743,491
296	1, 2, 4- トリメチルベンゼン				573,624	573,624
297	1, 3, 5- トリメチルベンゼン				112,346	112,346
300	トルエン				2,659,350	2,659,350
302	ナフタレン				19,452	19,452
351	1, 3- ブタジエン				3,873	3,873
392	ノルマルヘキサン				581,138	581,138
400	ベンゼン				238,709	238,709
合計					5,098,065	5,098,065

IV サブエンジン式機器

1. 届出外排出量と考えられる排出

冷凍冷蔵車や長距離走行用のトラック・バス等には走行用のエンジンのほかに冷凍機やクーラーの動力源としてサブエンジン式機器が搭載されている。サブエンジン式機器は、軽油を燃料として消費し仕事を行う。その際に排出される排出ガスに含まれている対象化学物質を推計の対象とした。また、推計の対象とする機器は冷凍冷蔵車に搭載されているサブエンジン式冷凍機及びバス等に搭載されているサブエンジン式クーラーとした。

2. 推計を行う対象化学物質

サブエンジン式機器から排出される化学物質の種類は、最もエンジンが類似していると考えられる特殊自動車(ディーゼル)と同一と仮定した。具体的には、アクロレイン(10)、アセトアルデヒド(12)、エチルベンゼン(53)、キシレン(80)、スチレン(240)、1, 3, 5-トリメチルベンゼン(297)、トルエン(300)、1, 3-ブタジエン(351)、ベンズアルデヒド(399)、ベンゼン(400)、ホルムアルデヒド(411)の 11 物質について推計を行った。

3. 推計方法

推計方法は概ね「13. 特殊自動車」と同じであるため、ここでは詳細は省略し、【参考 13】にてまとめて示す。基本的には、機種別・出荷年別の全国合計の年間稼働時間と機種別の平均出力から機種別の全国合計の年間仕事量(GWh/年)を算出し、仕事量当たりの排出係数(g/kWh)を乗じて排出量を推計した(THC 排出量に対する対象化学物質排出量の比率は表 14 参照)。また、全国排出量を都道府県別に割り振るための配分指標は表 15 に示すとおりである。

表 14 対象化学物質別排出量の対 THC 比率

対象化学物質		対 THC 比率
物質番号	物質名	
10	アクロレイン	0.39%
12	アセトアルデヒド	1.6%
53	エチルベンゼン	0.21%
80	キシレン	0.72%
240	スチレン	0.23%
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	0.20%
300	トルエン	0.83%
351	1, 3-ブタジエン	0.39%
399	ベンズアルデヒド	0.19%
400	ベンゼン	1.0%
411	ホルムアルデヒド	7.4%

出典:環境省環境管理技術室調べ(平成 16 年)

注:冷凍機、クーラー共通の対 THC 比率を示す。特殊自動車のディーゼル車と同一と仮定した。

表 15 自動車(サブエンジン式機器)に係る都道府県への配分指標

機種	配分指標	資料名
冷凍機	都道府県別の貨物車合計走行量(台 km/年)	平成 22 年度道路交通センサス(一般交通量調査)(国土交通省道路局)等
クーラー	都道府県別のバス走行量(台 km/年)	

4. 推計結果

サブエンジン式機器に係る対象化学物質別排出量の推計結果を表 16 及び表 17 に示す。サブエンジン式機器に係る排出量の合計は約 5.0t と推計された。

表 16 自動車(サブエンジン式機器)に係る排出量推計結果
(令和2年度:全国)

対象化学物質		排出量(kg/年)		
物質番号	物質名	冷凍機	クーラー	合計
10	アクロレイン	116	31	148
12	アセトアルデヒド	486	131	617
53	エチルベンゼン	63	17	80
80	キシレン	217	59	275
240	スチレン	70	19	89
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	61	17	78
300	トルエン	249	67	317
351	1, 3-ブタジエン	116	31	148
399	ベンズアルデヒド	58	16	73
400	ベンゼン	302	82	383
411	ホルムアルデヒド	2,227	603	2,829
合 計		3,965	1,073	5,038

表 17 自動車(サブエンジン式機器)に係る排出量の推計結果(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
10	アクロレイン				148	148
12	アセトアルデヒド				617	617
53	エチルベンゼン				80	80
80	キシレン				275	275
240	スチレン				89	89
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン				78	78
300	トルエン				317	317
351	1, 3-ブタジエン				148	148
399	ベンズアルデヒド				73	73
400	ベンゼン				383	383
411	ホルムアルデヒド				2,829	2,829
合 計					5,038	5,038

二輪車に係る排出量

二輪車に係る排出量についても、自動車同様、「ホットスタート」、「コールドスタート時の増分」、「燃料蒸発ガス」の3つに区分して推計した。なお、二輪車は通常サブエンジン式機器を搭載していない。

I ホットスタート

1. 届出外排出量と考えられる排出

自動車の場合と同様に、ガソリンを燃料として公道を走行する二輪車(原動機付き自転車及び二輪自動車)のエンジンから排出される排出ガスに含まれる対象化学物質を推計した。

2. 推計を行う対象化学物質

ホットスタートとして、自動車と同様に、アクロレイン(物質番号:10)、アセトアルデヒド(12)、エチルベンゼン(53)、キシレン(80)、スチレン(240)、1, 3, 5-トリメチルベンゼン(297)、トルエン(300)、1, 3-ブタジエン(351)、ベンズアルデヒド(399)、ベンゼン(400)、ホルムアルデヒド(411)の 11 物質について推計を行った。

3. 推計方法

二輪車の全車種合計の都道府県別走行量(km/年)を車種別に細分化し、得られた走行量(km/年)に対し、走行量当たりの THC 排出係数(g/km)を乗じて THC 排出量を算出した。二輪車(ホットスタート)に係る車種別の THC 排出量(全国合計)の推計結果を表 1 に示す。なお、保有台数の減少(原付一種では 4%程度)や最新規制対応車の割合の増加(原付一種では 10%減、原付二種では 4.5%減、軽二輪では 17%減、小型二輪では 10%減)により令和元年度(約 2.5 千 t)と比較して THC 排出量は約 12%減少した。

表 1 二輪車(ホットスタート)に係る車種別の THC 排出量の推計結果

車種	THC 排出量(t/年)
原付一種	1,096
原付二種	340
軽二輪	278
小型二輪	436
合計	2,150

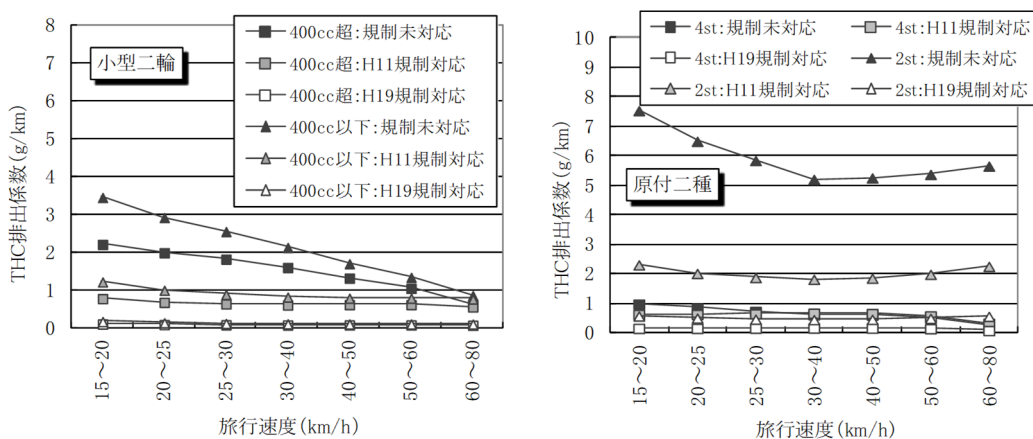
上記により算出した THC 排出量に対して、THC 排出量に対する対象化学物質の排出量の比率(環境省環境管理技術室及び(一社)日本自動車工業会の実測データに基づき設定)を乗じて、対象化学物質の都道府県別排出量を推計した。THC 排出量に対する対象化学物質の排出量の比率は表 2 に示すとおりである。

表 2 THC 排出量に対する対象化学物質排出量の比率

対象化学物質		対 THC 比率
物質番号	物質名	
10	アクロレイン	0.045%
12	アセトアルデヒド	0.28%
53	エチルベンゼン	3.1%
80	キシレン	7.4%
240	スチレン	1.8%
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	1.1%
300	トルエン	11%
351	1, 3-ブタジエン	0.35%
399	ベンズアルデヒド	0.23%
400	ベンゼン	3.4%
411	ホルムアルデヒド	0.87%

出典：環境省環境管理技術室調べ(平成 16 年)、平成 23 年度自工会受託研究報告書「二輪車の未規制物質及び温室効果ガスに係る排出原単位の調査」((一財) 日本自動車研究所、平成 24 年3月)

なお、二輪車の車種合計の走行量の算出方法は概ね自動車と同様であるが、二輪車においては、降雨、降雪(積雪も含む)による走行量の低下(対春夏秋冬晴天日比 29%)、冬季(晴天日)の走行量の低下(対春夏秋冬晴天日比 46%)を考慮した。また、平成 10 年・11 年及び平成 18 年・19 年に導入された排出ガス規制の影響を考慮した排出係数を採用し、推計対象年度の保有台数等で加重平均した(図1 参照)。

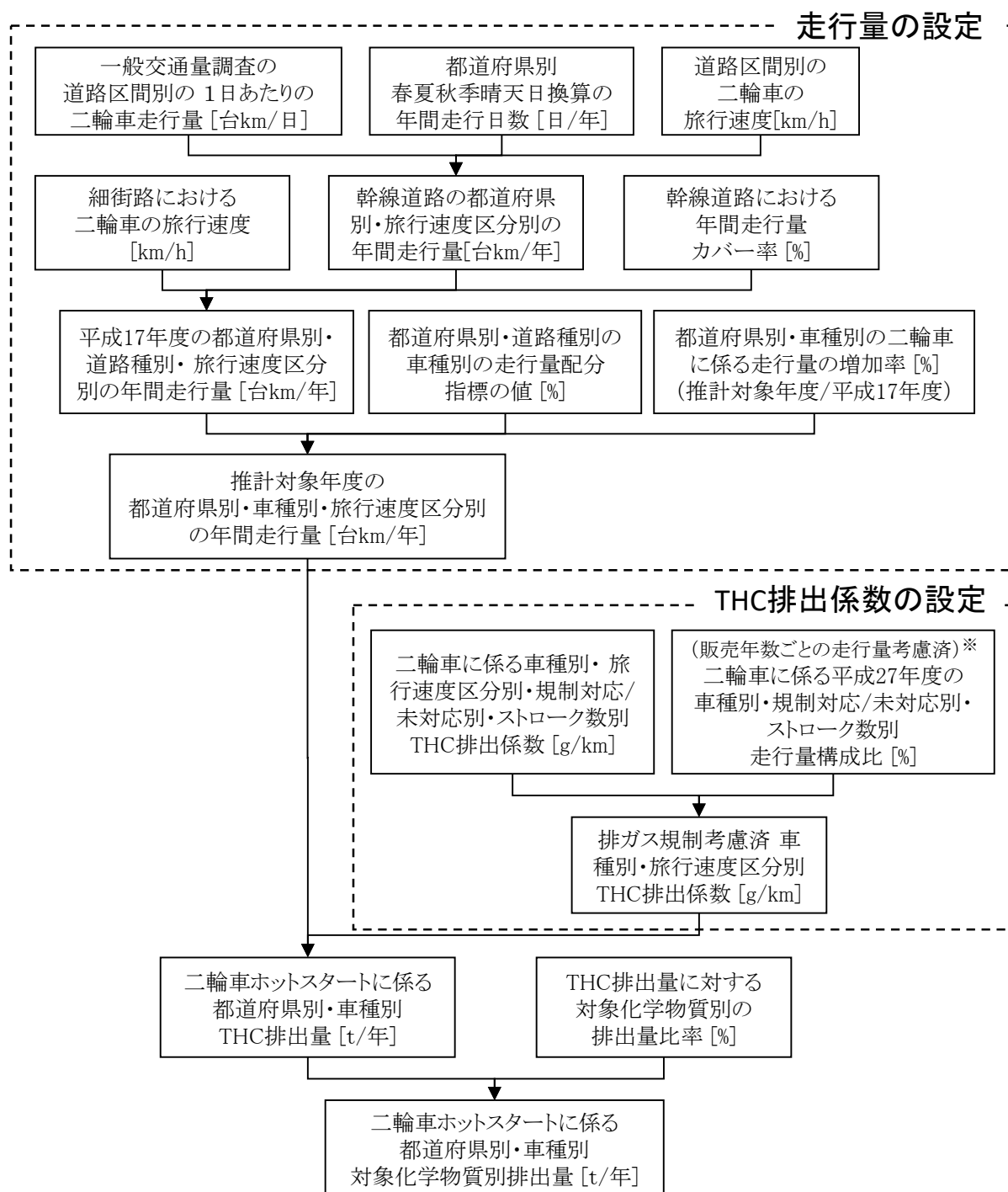


出典：環境省環境管理技術室調べ(平成 15 年3月)

注：平成 19 年規制対応の数値は、「自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査」((株) 数理計画、平成 20 年3月)に基づき、原付二種については平成 11 年規制の 25%、小型二輪については平成 11 年規制の 15%として設定した。

図 1 二輪車(ホットスタート)に係る車種別・旅行速度別の全炭化水素(THC)排出係数の例

二輪車(ホットスタート)に係る排出量の推計フローを図2に示す。



注: 二輪車の「車種」とは原付一種、原付二種、軽二輪、小型二輪の4種類を指す。

※: 販売年数ごとの走行量考慮済とは、販売年数ごとの走行量に細分化したうえで推計していることを示す。

図2 二輪車(ホットスタート)に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

二輪車(ホットスタート)に係る対象化学物質別排出量の推計結果を図3及び表3に示す。二輪車(ホットスタート)に係る排出量の合計は約637tと推計された。

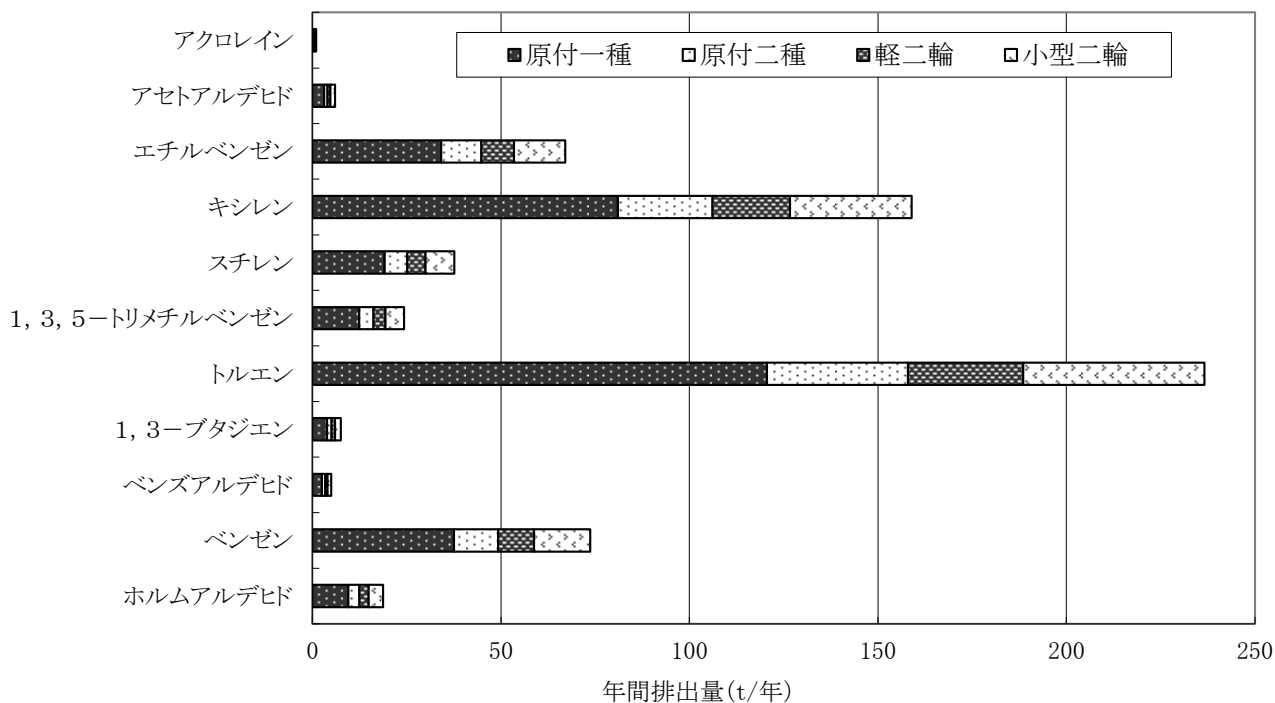


図3 二輪車(ホットスタート)に係る対象化学物質別の全国排出量の推計結果(令和2年度)

表3 二輪車(ホットスタート)に係る排出量の推計結果(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
10	アクロレイン				973	973
12	アセトアルデヒド				6,023	6,023
53	エチルベンゼン				67,113	67,113
80	キシレン				158,972	158,972
240	スチレン				37,659	37,659
297	1,3,5-トリメチルベンゼン				24,323	24,323
300	トルエン				236,604	236,604
351	1,3-ブタジエン				7,549	7,549
399	ベンズアルデヒド				5,026	5,026
400	ベンゼン				73,734	73,734
411	ホルムアルデヒド				18,716	18,716
合計					636,691	636,691

II コールドスタート時の増分

1. 届出外排出量と考えられる排出

自動車の場合と同様に、二輪車のコールドスタート時の排出ガスの増分について推計した。

2. 推計を行う対象化学物質

「I ホットスタート」と同じ 11 物質について推計を行った。

3. 推計方法

自動車の場合と同様に、車種別の始動回数に対して、始動1回当たりの THC 排出係数(g/回)を乗じて THC の全国排出量を算出し、THC 排出量に対する対象化学物質の排出量の比率(対 THC 比率)を乗じて、対象化学物質の全国排出量を推計した。

始動回数は、車種別に、1日当たりの平均的な始動回数、1週間当たりの使用予定日数及び都道府県別保有台数から設定した。また、経過年数による使用係数の低下と(ホットスタートと同様に)都道府県別の降雨、降雪(積雪も含む)による走行量の低下(春夏秋季の晴天日比 29%)、冬季(晴天日)の走行量の低下(春夏秋季の晴天日比 46%)を考慮した。排出係数は、自動車と同様に冷始動時の THC 排出係数から暖機後の THC 排出係数を差し引いた数値を使用した(表 4 参照)。また、対象化学物質の対 THC 比率を表 5 に示す。対 THC 比率については、環境省の環境管理技術室、業界団体から得られたデータを踏まえ、設定した。

二輪車(コールドスタート時の増分)に係る排出量の推計フローを図 4 に示す。

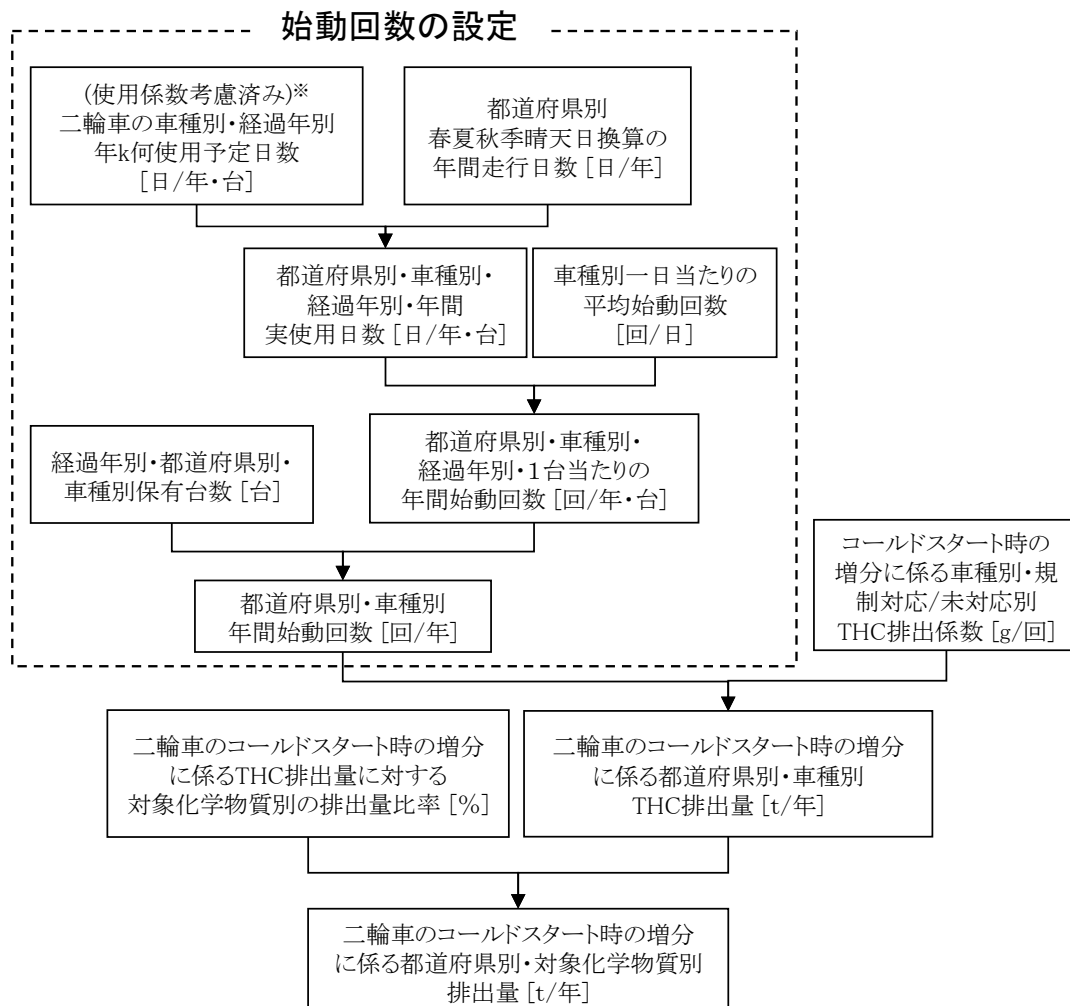
表 4 車種別 THC 排出係数の推計結果(令和2年度)

車種	THC 排出係数(g/回)	
	規制未対応	規制対応
原付一種	1.53	0.94
原付二種	0.18	0.31
軽二輪	0.22	1.07
小型二輪	0.62	1.64

表 5 THC 排出量に対する対象化学物質排出量の比率

対象化学物質		対 THC 比率
物質番号	物質名	
10	アクロレイン	0.047%
12	アセトアルデヒド	0.18%
53	エチルベンゼン	2.3%
80	キシレン	9.1%
240	スチレン	0.98%
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	0.85%
300	トルエン	13%
351	1, 3-ブタジエン	0.41%
399	ベンズアルデヒド	0.22%
400	ベンゼン	0.89%
411	ホルムアルデヒド	0.47%

出典：環境省環境管理技術室調べ(平成 16 年)、平成 23 年度自工会受託研究報告書「二輪車の未規制物質及び温室効果ガスに係る排出原単位の調査」((一財) 日本自動車研究所、平成 24 年3月)



注：二輪車の「車種」とは原付一種、原付二種、軽二輪、小型二輪の4種類を指す。

※：「使用係数考慮済み」とは、新車に比べて年が経過するにつれて、使用頻度が低下してくる影響を考慮して使用日数を設定していることを示す。

図 4 二輪車(コールドスタート時の増分)に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

二輪車(コールドスタート時の増分)に係る THC 排出量の推計結果を表 6 に、対象化学物質別排出量を図 5 にそれぞれ示す。二輪車(コールドスタート時の増分)に係る排出量の合計は約 331t と推計された(表 7 参照)。

表 6 二輪車(コールドスタート時の増分)に係る車種別の THC 排出量の推計結果

車種	THC 排出量(t/年)
原付一種	742
原付二種	97
軽二輪	173
小型二輪	164
合計	1,175

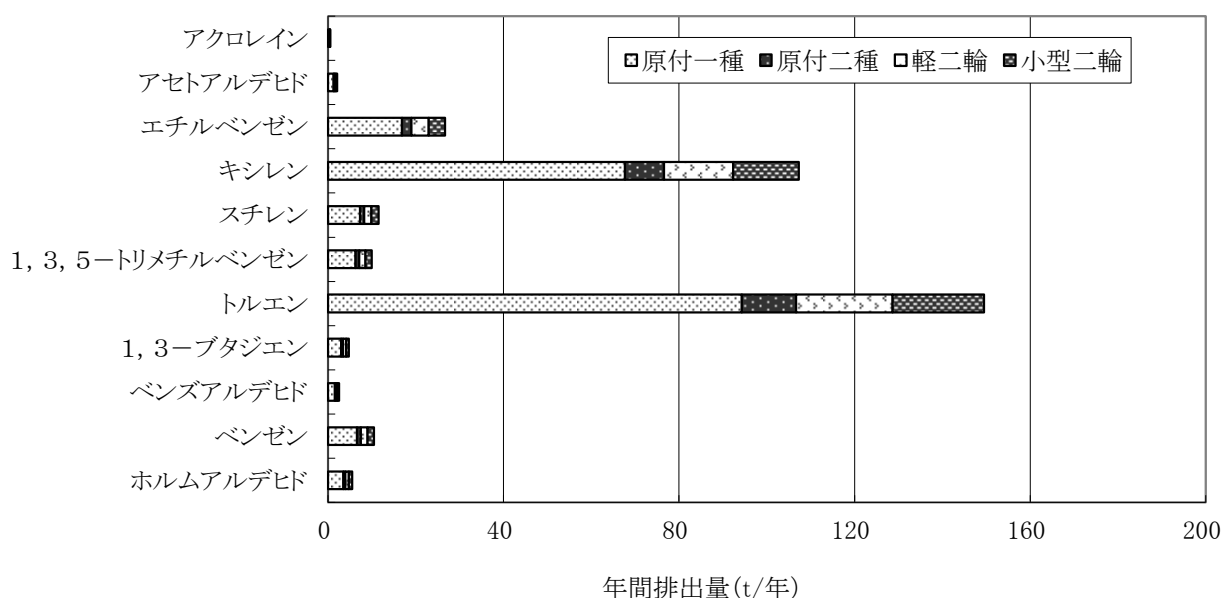


図 5 二輪車(コールドスタート時の増分)に係る対象化学物質別の全国排出量の推計結果(令和2年度)

表 7 二輪車(コールドスタート時の増分)に係る排出量の推計結果(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				合計
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	
10	アクロレイン				557	557
12	アセトアルデヒド				2,086	2,086
53	エチルベンゼン				26,703	26,703
80	キシレン				107,283	107,283
240	スチレン				11,540	11,540
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン				9,973	9,973
300	トルエン				149,468	149,468
351	1, 3-ブタジエン				4,789	4,789
399	ベンズアルデヒド				2,534	2,534
400	ベンゼン				10,505	10,505
411	ホルムアルデヒド				5,549	5,549
合計					330,988	330,988

Ⅲ 燃料蒸発ガス

1. 届出外排出量と考えられる排出

気温の変動や走行時の燃料タンク内の温度上昇によってタンク内のガソリン成分が揮発し発生する燃料蒸発ガスに含まれる対象化学物質の排出量について推計を行った。燃料蒸発ガスの種類と概要を表 8 に示す。自動車と同様にランニングロス(RL)に係る排出も考えられるが、現時点では十分な知見が得られていないため、推計対象としない。

表 8 燃料蒸発ガスの種類と概要

種類	概要
ダイアーナルブリージングロス(DBL)	駐車中に気温の変化等によりガソリンタンクで発生したガソリン蒸気が大気に放出されることにより発生する蒸発ガス
ホットソークロス(HSL)	エンジン停止後1時間以内に吸気管に付着したガソリンから発生する蒸発ガス

2. 推計を行う対象化学物質

対象化学物質のうち、ガソリン成分であり、燃料蒸発ガス中に含まれるキシレン(80)、トルエン(300)、ベンゼン(400)の3物質に関して推計を行った。なお、エチルベンゼン(53)、1, 3, 5-トリメチルベンゼン(297)は対 THC 比率が得られなかったため、推計できなかった。

3. 推計方法

過去に、表 8 に示す燃料蒸発ガスの種類ごとの平成 13 年度分の THC の全国排出量について推計を行っている。そのため、この結果及び都道府県別・車種別の二輪車保有台数等のデータを利用して年次補正を行い、都道府県別の THC 排出量を推計した。さらに、THC 排出量に対する対象化学物質排出量の比率(対 THC 比率:表 9 参照)を用いて、対象化学物質の排出量を推計した。推計フローを図 6 に示す。

表 9 二輪車(燃料蒸発ガス)の THC 排出量
に対する対象化学物質の排出量の比率

対象化学物質		対 THC 比率
物質 番号	物質名	
80	キシレン	0.50%
300	トルエン	1.0%
400	ベンゼン	1.0%

出典:EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 3rd edition(EMEP/CORINAIR, 2002)

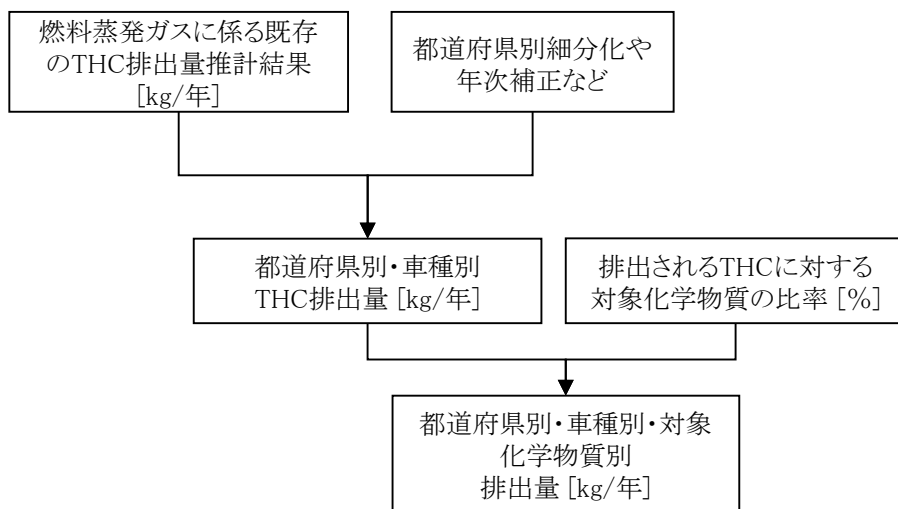


図6 二輪車(燃料蒸発ガス)に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

二輪車(燃料蒸発ガス)に係る THC 排出量の推計結果を表 10 に、対象化学物質別排出量の推計結果を表 11 にそれぞれ示す。二輪車(燃料蒸発ガス)に係る排出量の合計は約 111t と推計された。

表 10 二輪車(燃料蒸発ガス)に係る車種別の THC 排出量の推計結果

車種	THC 排出量(t/年)
原付一種	1,110
原付二種	847
軽二輪	795
小型二輪	1,680
合計	4,432

表 11 二輪車(燃料蒸発ガス)に係る排出量の推計結果(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
80	キシレン				22,161	22,161
300	トルエン				44,322	44,322
400	ベンゼン				44,322	44,322
合計					110,805	110,805

特殊自動車(建設機械、農業機械、産業機械)に係る排出量

1. 届出外排出量と考えられる排出

ガソリン・LPG 又はディーゼル式の特種自動車のうち、建設機械(ブルドーザ、油圧ショベル等)、農業機械(トラクタ、耕耘機、コンバイン)、産業機械(フォークリフト)の作業時の排出ガス中に含まれる対象化学物質について推計を行った(公道走行時の排出は「自動車に係る排出量」に含まれる。)。推計対象車種を表1に示す。

ガソリン式の産業機械(LPG 式を除く。)は、製造業等の事業所敷地内で使用され事業者から排出量が届出される場合があるため、全ての対象化学物質の排出を推計した上で、別途推計した重複分を差し引いたものを届出外排出量とした。

表1 特殊自動車に係る届出外排出量推計の対象車種

	車種	エンジン形式
建設機械	ブルドーザ	ディーゼル
	油圧ショベル	
	クローラローダ	
	ホイールローダ	
	ホイールクレーン	
	スクレーパ	
	機械式ショベル	
	公道外用ダンプ	
	不整地用運搬車	
	モータグレーダ	
	ロードローラ	
	タイヤローラ	
	振動ローラ	
	アスファルトフィニッシャ	
	高所作業車	
農業機械	トラクタ	ディーゼル
	耕耘機	ディーゼル、ガソリン
	コンバイン	ディーゼル
	田植機	ディーゼル
	バインダ	ガソリン
産業機械	フォークリフト	ディーゼル、ガソリン

出典:「オフロードエンジンからの排出ガス実態調査」(環境省、平成14年)

注:特殊自動車の推計対象である高所作業車の作業時のエンジン排出については、推計方法の特性上、建設機械に区分して推計を行っているが、高所作業車は道路運送車両法における自動車(特種用途自動車)に区分されることから、公道の走行時や始動時における排出量については、【参考11】(自動車)において推計を行っている。

2. 推計を行う対象化学物質

特殊自動車として推計する対象化学物質については、自動車(ホットスタート)と同一の物質とした。すなわち、ディーゼル式の車種については、アクロレイン(物質番号:10)、アセトアルデヒド(12)、エチルベンゼン(53)、キシレン(80)、スチレン(240)、1,3,5-トリメチルベンゼン(297)、トルエン(300)、1,3-

ブタジエン(351)、ベンズアルデヒド(399)、ベンゼン(400)、ホルムアルデヒド(411)の 11 物質を対象とし、ガソリン式の車種については、これらに加え、1, 2, 4-トリメチルベンゼン(296)、ノルマルヘキサン(392)の2物質も対象とした。

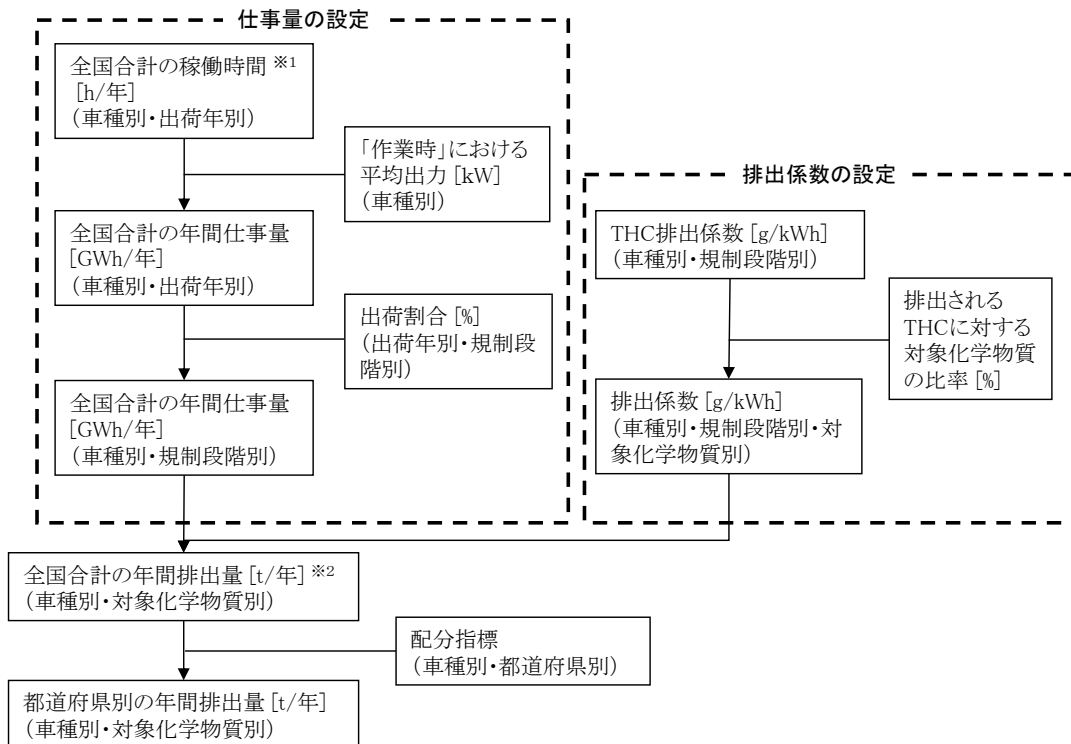
3. 推計方法

車種別・出荷年別の全国合計の年間稼働時間・車種別の平均出力から、車種別の全国合計の年間仕事量(GWh/年)を算出した。また、環境省の実測データ及び海外の文献値等に基づき車種別・規制段階別の THC の排出係数(g/kWh)を設定し、環境省の実測データに基づき THC 中の対象化学物質の比率(対 THC 比率)を設定した。これらを乗じることにより、車種別・規制段階別の対象化学物質の排出係数(g/kWh)を設定した。

排出係数は特定特殊自動車排出ガスの規制に関する法律に基づく規制段階等に応じて設定されているため、年間仕事量も規制段階別に分けて算出した。車種別の全国合計の年間仕事量と排出係数を乗じることにより、対象化学物質の全国の排出量を推計した。

都道府県別の排出量は、建設機械については元請完成工事高、農業機械については作付面積、産業機械については販売台数を指標として、全国排出量を配分することにより推計した。

推計フローを図 1 に示す。



※1: 使用開始後の経過年数と共に年間稼働時間が短くなるため、出荷からの経過年数を考慮して稼働時間を設定した。

※2: 都道府県への配分を行う前に、届出排出量との重複分を差し引いた値が届出外排出量となる(本図では省略した)。

図 1 特殊自動車に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

THC 排出量の推計結果を表 2 に示す。建設機械については出荷量の減少等により年間仕事量が 22%減少したこと、最新の規制対応車種の割合が増加したことにより、THC 排出量は令和元年度(約 14 千 t)と比較して 27%減少した。表 2 の THC 排出量に対して、表 3 の THC 排出量に対する対象化学物質排出量の比率を乗じた排出量から届出排出量との重複を除いた結果、特殊自動車に係る排出量の合計は約 1.9 千 t と推計された(図 2、表 4 参照)。

表 2 特殊自動車に係る THC 排出量推計(車種別)(令和 2 年度)

用途	THC 排出量(t/年)
建設機械	1,894
農業機械	1,371
産業機械	9,796
合計	13,061

表 3 対象化学物質別排出量の対 THC 比率

対象化学物質		対 THC 比率	
物質番号	物質名	ガソリン車	ディーゼル車
10	アクロレイン	0.023%	0.39%
12	アセトアルデヒド	0.14%	1.6%
53	エチルベンゼン	0.65%	0.21%
80	キシレン	3.4%	0.72%
240	スチレン	0.43%	0.23%
296	1, 2, 4-トリメチルベンゼン	0.52%	-
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	0.65%	0.20%
300	トルエン	6.4%	0.83%
351	1, 3-ブタジエン	0.20%	0.39%
392	ノルマル-ヘキサン	3.0%	-
399	ベンズアルデヒド	0.12%	0.19%
400	ベンゼン	5.3%	1.0%
411	ホルムアルデヒド	0.27%	7.4%

出典:1, 2, 4-トリメチルベンゼン及びノルマル-ヘキサンについては「環境省環境安全課調べ(平成 25 年度)」、それ以外の物質については「環境省環境管理技術室調べ(平成 16 年)」に基づき作成

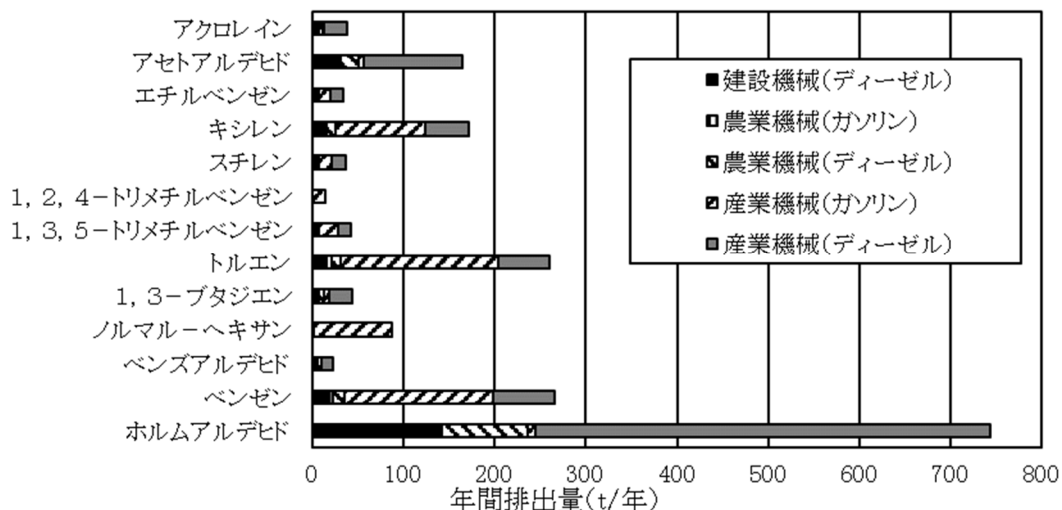


図2 特殊自動車(建設機械・農業機械・産業機械)に係る排出量推計結果(令和2年度:全国)

表4 特殊自動車(建設機械・農業機械・産業機械)に係る排出量推計結果(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
10	アクロレイン				39,037	39,037
12	アセトアルデヒド				164,654	164,654
53	エチルベンゼン				33,572	33,572
80	キシレン				172,029	172,029
240	スチレン				36,836	36,836
296	1, 2, 4-トリメチルベンゼン				15,123	15,123
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン				42,050	42,050
300	トルエン				259,630	259,630
351	1, 3-ブタジエン				44,690	44,690
392	ノルマルーヘキサン				87,245	87,245
399	ベンズアルデヒド				22,851	22,851
400	ベンゼン				266,525	266,525
411	ホルムアルデヒド				742,842	742,842
合計					1,927,084	1,927,084

(参考:特殊自動車の車種別の概要)

車種	概要	
ブルドーザ	<p>トラクタに作業の目的に適した排土板を取り付け、トラクタの推進力で前進・後退を行い、土砂の掘削、運土、盛土、整地、締固め、抜根、除雪等を行う機械。</p> <p>写真出典:キャタピラージャパン株式会社ウェブサイト</p>	
油圧ショベル	<p>バケットを掘削装置に用いて、土及び岩石の掘削と積み込みをする機械。操作方式は油圧ポンプで発生させた高圧油により油圧モータ、油圧シリンダ等を動かして各部の操作を行う。</p> <p>写真出典:キャタピラージャパン株式会社ウェブサイト</p>	
クローラローダ (履带式ローダ) ※履帯＝キャタピラ ※ローダ ＝トラックショベル	<p>バケットを掘削装置に用いて、土及び岩石の掘削と積み込みをする機械。</p> <p>写真出典:株式会社竹内製作所ウェブサイト</p>	
ホイールローダ (車輪式ローダ)	<p>バケットを掘削装置に用いて、土及び岩石の掘削と積み込みをする機械。</p> <p>写真出典:株式会社 小松製作所ウェブサイト</p>	
ホイールクレーン (＝ラフテレーンクレーン)	<p>トラッククレーンの一種。荷役作業を行う機械。</p> <p>写真出典:コルベクレーン株式会社ウェブサイト</p>	
スクレーパ	<p>掘削、積み込み、運土、排土の一連の作業を一つの機械で連続的にできる運搬機械である。車体の鉄製の土砂容器(＝ボウル)の前方下部の刃で地盤を削り取りながら土砂をボウルの中に積み込み、これを運搬し、捨土、敷均し作業を連続的に行う。</p> <p>写真出典:田村重工株式会社ウェブサイト</p>	
機械式ショベル	<p>用途は油圧ショベルと同じ。操作方式は電動式で各動作をウインチによりワイヤロープの操作で行う。普及台数は油圧と比べると少ない。</p> <p>写真出典:ケンキッキウェブサイト</p>	
公道外用ダンプ (ダンプトラック)	<p>工事現場に土砂を運ぶ機械。本項目で推計対象としている特種自動車に該当するダンプは公道を走行しない。</p> <p>写真出典:株式会社 小松製作所ウェブサイト</p>	
不整地用運搬車 (ホイールキャリア、クローラキャリア)	<p>建設・土木工事現場、農地等の軟弱な場所において、土砂、資材、肥料、農産物等の運搬作業を行う機械。</p> <p>写真出典:小松製作所ウェブサイト</p>	

車種		概要	
建設 機械	モータグレーダ	<p>広場、道路や舗装の下の路盤を平らに削ったり、骨材を敷きならしたり、土の層を混合させたりする。主な工事現場は、砂利路補修や道路工事での路盤・路床仕上げと整地等。</p> <p>写真出典:キャタピラージャパン株式会社ウェブサイト</p>	
	ロードローラ (=締固め機械)	<p>道路の締固めやアスファルト舗装等に用いられる鉄輪の表面が平滑な自走式の機械</p> <p>写真出典:酒井重工業株式会社ウェブサイト</p>	
	タイヤローラ (=締固め機械)	<p>道路の路床、路盤の転圧からアスファルト表面転圧まで広く使用される。ロードローラの鉄輪の代わりにタイヤの車輪をつけたもので、自走式と被けん引式がある。</p> <p>写真出典:酒井重工業株式会社ウェブサイト</p>	
	振動ローラ (=締固め機械)	<p>振動や衝撃力で効果的に締固めを行う機械。振動式タイヤローラや振動式ロードローラがある。</p> <p>写真出典:酒井重工業株式会社ウェブサイト</p>	
	アスファルト フィニッシャ	<p>アスファルト混合物の敷きならし、突固め、表面仕上げの一連の作業に使用される機械。</p> <p>写真出典:範多機械株式会社ウェブサイト</p>	
	高所作業車	<p>電気・通信工事、建設工事、道路やトンネルの点検や補修等に用いる機械。</p> <p>写真出典:株式会社タダノウェブサイト</p>	
農業 機械	トラクタ	<p>作業機をけん引又は駆動して耕うん、整地、中耕培土、除草及び施肥等の作業を行う機械。</p> <p>写真出典:ヤンマー株式会社ウェブサイト</p>	
	耕耘機	<p>土をすき起こし、土くれを砕くのに用いる機械。</p> <p>写真出典:ヤンマー株式会社ウェブサイト</p>	
	バインダ	<p>稲、麦類の収穫作業に利用される機械。稲、麦の刈りと同時に麻ひも等で、結束も自動的に行い、結束した束を圃場へ投出していく。</p> <p>写真出典:ヤンマー株式会社ウェブサイト</p>	
産業 機械	フォークリフト	<p>車体前部のマストに取り付けた二本のフォーク状の腕を上下させ、荷物の積み降ろしや運搬をする車。</p> <p>写真出典:TCM 株式会社ウェブサイト</p>	

船舶に係る排出量

船舶に係る排出量については、「貨物船・旅客船等」、「漁船」、「プレジャーボート」の3つに区分して推計を行った。

＜推計の対象範囲＞

推計対象とする範囲は「領海内」を航行する船舶からの排出を基本とした(図1参照)。ただし、海外との往来に用いられる外航船舶は、国内の港湾区域外の活動量の設定が困難なため、港湾区域内だけを推計対象とした。また、河川等を航行する船舶は現時点では十分な知見が得られていないため、推計の対象外とした。

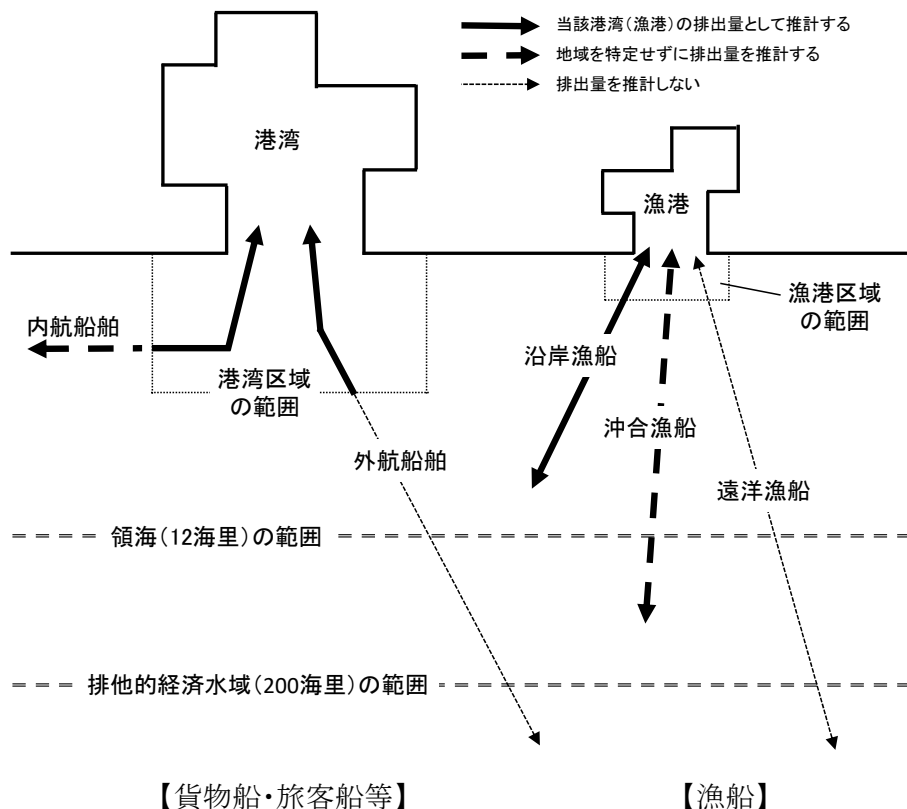


図1 船舶に係る排出量の推計範囲

I 貨物船・旅客船等

1. 届出外排出量と考えられる排出

貨物船・旅客船等は、航行時や停泊時に重油等の燃料を消費し、その排出ガス中に対象化学物質が含まれている。これらの排出は届出対象とはならないため、すべて届出外排出量である。

2. 推計を行う対象化学物質

貨物船・旅客船等に係る排出量として、欧州のインベントリー(EMEP/CORINAIR)が対象としているアセトアルデヒド(物質番号:12)、エチルベンゼン(53)、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7物質について推計を行った。

3. 推計方法

貨物船・旅客船等による燃料消費量(kg/年)を港湾ごとに推計し、Fourth IMO GHG Study(IMO, 2020)等の文献により示されている燃料消費量当たりの NMVOC 排出係数及び NMVOC 中の対象化学物質別構成比を乗じて排出量を推計した。港湾ごとの燃料消費量は、港湾統計年報等を用いて推定した入港船舶数(隻/年)に対し、平均総トン数と機関定格出力の関係式(表 1)から推定した機関定格出力、機関燃費(表 2 及び表 3)及び負荷率などを乗じて推計した。なお、平均停泊時間は船舶種類ごとの「平均停泊時間の差(図2)」を考慮した。規模の小さな地方港湾については、経験式を使った手法によって燃料消費量を推計した。

また、内航船舶が港湾区域以外を航行しているときの燃料消費量は、別途把握できる全国の内航に係る船舶の燃料消費量から、港湾ごとに推計した燃料消費量を差し引いた値として設定した。この場合、燃料を消費した海域を特定することが困難なため、都道府県別の排出量は推計していない。

以上の結果をまとめ、図 3 に貨物船・旅客船等に係る排出量の推計フローを、表 4 及び表 5 に NMVOC 排出係数及び NMVOC 中の対象化学物質別構成比を示す。

表 1 船舶の平均総トン数*との機関定格出力の関係式

No.	船種	主機	補機	補助ボイラー
1	外航貨物船	$kW = 11.4248 \times GT^{0.6523}$	$kW = 0.4578 \times GT^{0.875}$	$kW = 0.0267 \times GT^{0.48}$
2	外航コンテナ船	$kW = 0.8088 \times GT^{0.9888}$	$kW = 2.169 \times GT^{0.7428}$	
3	外航タンカー	$kW = 14.8418 \times GT^{0.6220}$	$kW = 18.327 \times GT^{0.4597}$	
4	外航旅客船	$kW = 61.3027 \times GT^{0.5224}$	$kW = 0.9252 \times GT^{0.8594}$	
5	その他(外航船)	$kW = 259.4544 \times GT^{0.355}$	$kW = 0.4578 \times GT^{0.875}$	
6	内航貨物船	$kW = 15.6546 \times GT^{0.6675}$	$kW = 0.4578 \times GT^{0.875}$	
7	内航タンカー	$kW = 12.7398 \times GT^{0.6898}$	$kW = 18.327 \times GT^{0.4597}$	
8	内航旅客船	$kW = 8.9858 \times GT^{0.8276}$	$kW = 0.9252 \times GT^{0.8594}$	
9	その他(内航船)	$kW = 259.4544 \times GT^{0.355}$	$kW = 0.4578 \times GT^{0.875}$	

出典：平成22年度規制海域設定による大気環境改善効果の算定事業報告書(海洋政策研究財団)、平成19年度船舶起源の粒子状物質(PM)の環境影響に関する調査研究報告書(海洋政策研究財団)、平成8年度船舶排出大気汚染物質削減手法検討調査(環境庁)

※：総トン数(GT: グロストン, Gross Tonnage)は船舶の内容積を示す単位であり、1トンは約2.83m³である。

表2 主機ディーゼルの船舶種類別・総トン数クラス別の機関燃費 (g-燃料/kWh)

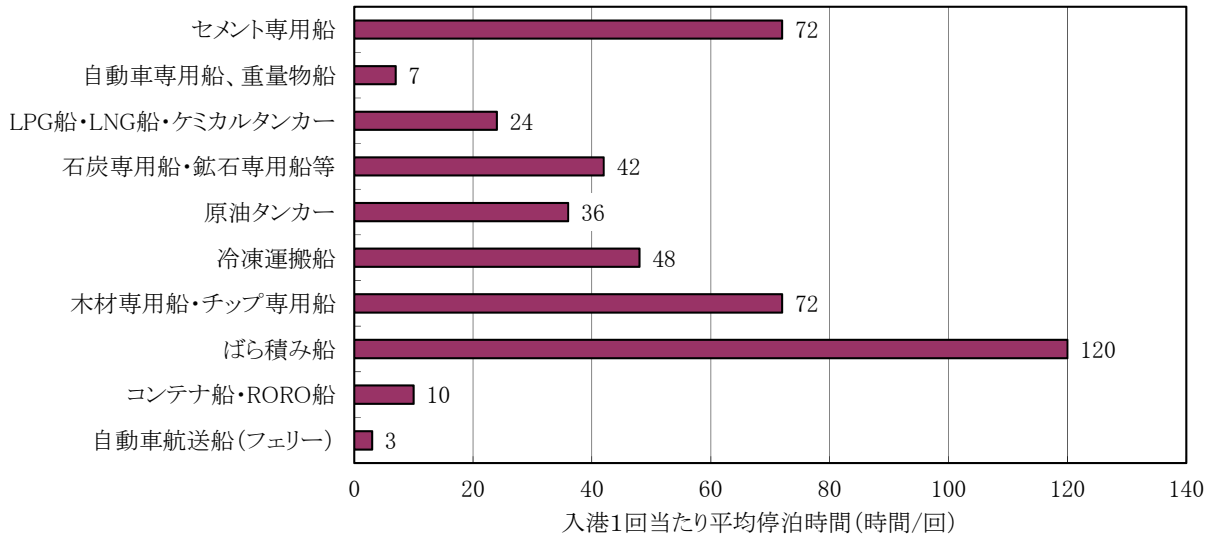
総トン数 クラス(GT)	貨物船 (外航/内航)	タンカー (外航/内航)	旅客船 (外航/内航)	その他 (外航/内航)	外航 コンテナ船
～500	205	205	195	205	195
～1,000					
～3,000					
～6,000					
～10,000	195	195	195	195	185
～30,000					
～60,000					
～100,000	185	185	185	185	175
100,000～					

出典:平成22年度規制海域設定による大気環境改善効果の算定事業報告書(海洋政策研究財団)

表3 補機ディーゼル及び補助ボイラーの機関燃費 (g-燃料/kWh)

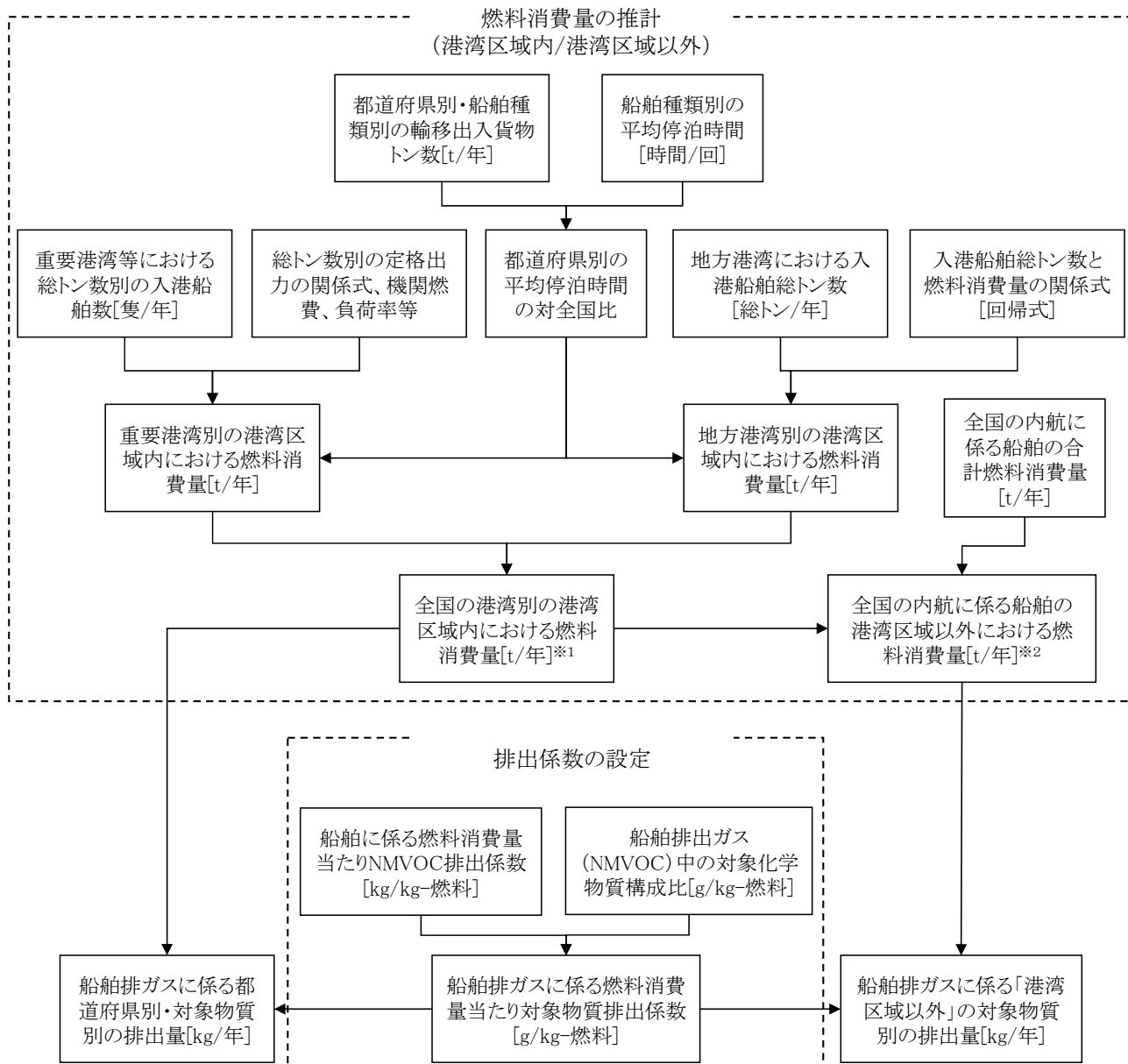
補機ディーゼル	補助ボイラー
195	340

出典:Fourth IMO GHG Study(IMO,2020)



出典:一般社団法人日本船主協会へのヒアリング(平成15年)、フェリー時刻表(各事業者のウェブサイト等)及び平成8年度船舶排出大気汚染物質削減手法検討調査(環境庁)に基づき作成

図2 船舶種類ごとの入港1回当たり平均停泊時間の設定値



注: 図中の「重要港湾等」は「国際戦略港湾」「国際拠点港湾」「重要港湾」を表す。

※1: 重要港湾等と地方港湾を合算してすべての港湾の燃料消費量となる。

※2: 全国の内航に係る燃料消費量から港湾区域内(内航のみ)を差し引いて港湾区域以外の燃料消費量とする。

図3 船舶(貨物船・旅客船等)に係る排出量の推計フロー

表4 船舶(貨物船・旅客船等)に係る NMVOC※排出係数

推計区分		NMVOC 排出係数 (g/kg-燃料)	
		主機	補機及び補助ボイラー
港湾 区域内	外航	0.60(g/kWh)/船舶種類別・船舶総トン数クラス別の機関燃費(g-燃料/kWh)	0.60(g/kWh)/機関燃費(g-燃料/kWh)
	内航	0.50(g/kWh)/船舶種類別・船舶総トン数クラス別の機関燃費(g-燃料/kWh)	0.50(g/kWh)/機関燃費(g-燃料/kWh)
その他の場所 (港湾区域以外)	外航	(推計対象外)	
	内航	0.50(g/kWh)/185(g-燃料/kWh)	

出典: Fourth IMO GHG Study(IMO,2020)

※: NMVOC とは、メタンを除く揮発性有機化合物の意味である。

表5 船舶(貨物船・旅客船等)に係る NMVOC 構成比

対象化学物質		NMVOC 構成比
物質 番号	物質名	
12	アセトアルデヒド	2.0%
53	エチルベンゼン	0.5%
80	キシレン	2.0%
300	トルエン	1.5%
351	1, 3-ブタジエン	2.0%
400	ベンゼン	2.0%
411	ホルムアルデヒド	6.0%

出典:EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EMEP/CORINAIR,2002)

4. 推計結果

以上の方法に従って全国排出量を推計した結果を表6、表7に示す。7物質の合計では全国で約1.8千tの排出量であり、そのうち港湾区域内における排出が約54%を占めている。

表6 船舶(貨物船・旅客船等)に係る対象化学物質別排出量の推計結果(港湾種別)
(令和2年度:全国)

対象化学物質		年間排出量(kg/年)									
物質 番号	物質名	港湾区域内								その他の 場所	合計
		国際戦略港湾		国際拠点港湾		重要港湾		地方港湾			
		内航	外航	内航	外航	内航	外航	内航	外航	内航	
12	アセトアルデヒド	5,558	20,220	16,404	21,031	20,436	15,219	16,225	2,727	101,149	218,969
53	エチルベンゼン	1,390	5,055	4,101	5,258	5,109	3,805	4,056	682	25,287	54,742
80	キシレン	5,558	20,220	16,404	21,031	20,436	15,219	16,225	2,727	101,149	218,969
300	トルエン	4,169	15,165	12,303	15,773	15,327	11,414	12,169	2,045	75,862	164,227
351	1, 3-ブタジエン	5,558	20,220	16,404	21,031	20,436	15,219	16,225	2,727	101,149	218,969
400	ベンゼン	5,558	20,220	16,404	21,031	20,436	15,219	16,225	2,727	101,149	218,969
411	ホルムアルデヒド	16,674	60,659	49,213	63,094	61,307	45,658	48,675	8,181	303,446	656,907
合計		44,465	161,757	131,234	168,250	163,486	121,754	129,799	21,816	809,190	1,751,751

注1:「その他の場所」における外航船舶からの排出は推計対象外である。

注2:港湾種類は港湾法に基づいた分類であり、それぞれ以下のとおりである。

国際戦略港湾:長距離の国際海上コンテナ運送に係る国際海上貨物輸送網の拠点となり、かつ、当該国際海上貨物輸送網と国内海上貨物輸送網とを結節する機能が高い港湾であって、その国際競争力の強化を重点的に図ることが必要な港湾として政令で定めるもの

国際拠点港湾:国際戦略港湾以外であって、国際海上貨物輸送網の拠点となる港湾として政令で定めるもの

重要港湾:国際戦略港湾及び国際拠点港湾以外であって、海上輸送網の拠点となる港湾その他の国の利害に重大な関係を有する港湾として政令で定めるもの

地方港湾:国際戦略港湾、国際拠点港湾及び重要港湾以外の港湾

表7 船舶(貨物船・旅客船等)に係る排出量推計結果(推計区分別)(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質 番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
12	アセトアルデヒド				218,969	218,969
53	エチルベンゼン				54,742	54,742
80	キシレン				218,969	218,969
300	トルエン				164,227	164,227
351	1,3-ブタジエン				218,969	218,969
400	ベンゼン				218,969	218,969
411	ホルムアルデヒド				656,907	656,907
合 計					1,751,751	1,751,751

II 漁船

1. 届出外排出量と考えられる排出

漁船はディーゼルエンジンやガソリンエンジン(船外機)を搭載し、その燃料消費に伴う排出ガス中に対象化学物質が含まれている。これらの排出は届出対象とはならないため、すべて届出外排出量である。ただし、遠洋漁船(200 海里以遠)については、排他的経済水域の外の海域での操業が主と考えられるため、推計の対象外とした。

2. 推計を行う対象化学物質

ディーゼルエンジンの漁船については「I 貨物船・旅客船等」と同じアセトアルデヒド(12)、エチルベンゼン(53)、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7物質、ガソリンエンジンの漁船は、最もエンジンが類似していると考えられる二輪車等と同様に、上記7物質にアクロレイン(10)、スチレン(240)、1,3,5-トリメチルベンゼン(297)、ベンズアルデヒド(399)の4物質を加えた11物質について推計を行った。

3. 推計方法

漁船による燃料消費量(kg/年)を推計し、EMEP/CORINAIR,2002等の文献により示されている燃料消費量当たりのNMVOC排出係数及びNMVOC中の対象化学物質構成比を乗じて排出量を推計した。

漁船による全国の燃料消費量は、「漁業センサス」に記載された漁船の年間稼働日数(日/年)等に平均燃料消費率(g/時)を乗じて推計した。また、全国の燃料消費量の各都道府県への配分指標として「漁港港勢の概要」に記載された都道府県ごとの年間利用漁船隻数等を使用し、都道府県別の燃料消費量を推計した。ただし、沖合漁船(主たる操業区域が陸地から12~200海里的の漁船)は、対象化学物質を排出する場所が漁港から離れた海域での操業が主と考えられることから、地域を特定せずに「その他の場所」として排出量を推計した。このように推計された燃料消費量に排出係数(表8)を乗じて排出量を推計した。

以上の結果をまとめ、図4に船舶(漁船)に係る排出量の推計フローを示す。

表 8 船舶(漁船)に係る対象化学物質別の排出係数

対象化学物質		排出係数(g/t-燃料)	
物質 番号	物質名	ガソリン	ディーゼル
10	アクロレイン	15	-
12	アセトアルデヒド	95	38
53	エチルベンゼン	1,054	10
80	キシレン	2,516	38
240	スチレン	612	-
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	374	-
300	トルエン	3,740	29
351	1, 3-ブタジエン	119	38
399	ベンズアルデヒド	78	-
400	ベンゼン	1,156	38
411	ホルムアルデヒド	296	114

注1:NMVOC としての排出係数は「船舶排ガスの地球環境への影響と防止技術の調査」(日本財団、平成 11 年3月)に基づき、以下のとおり設定した。

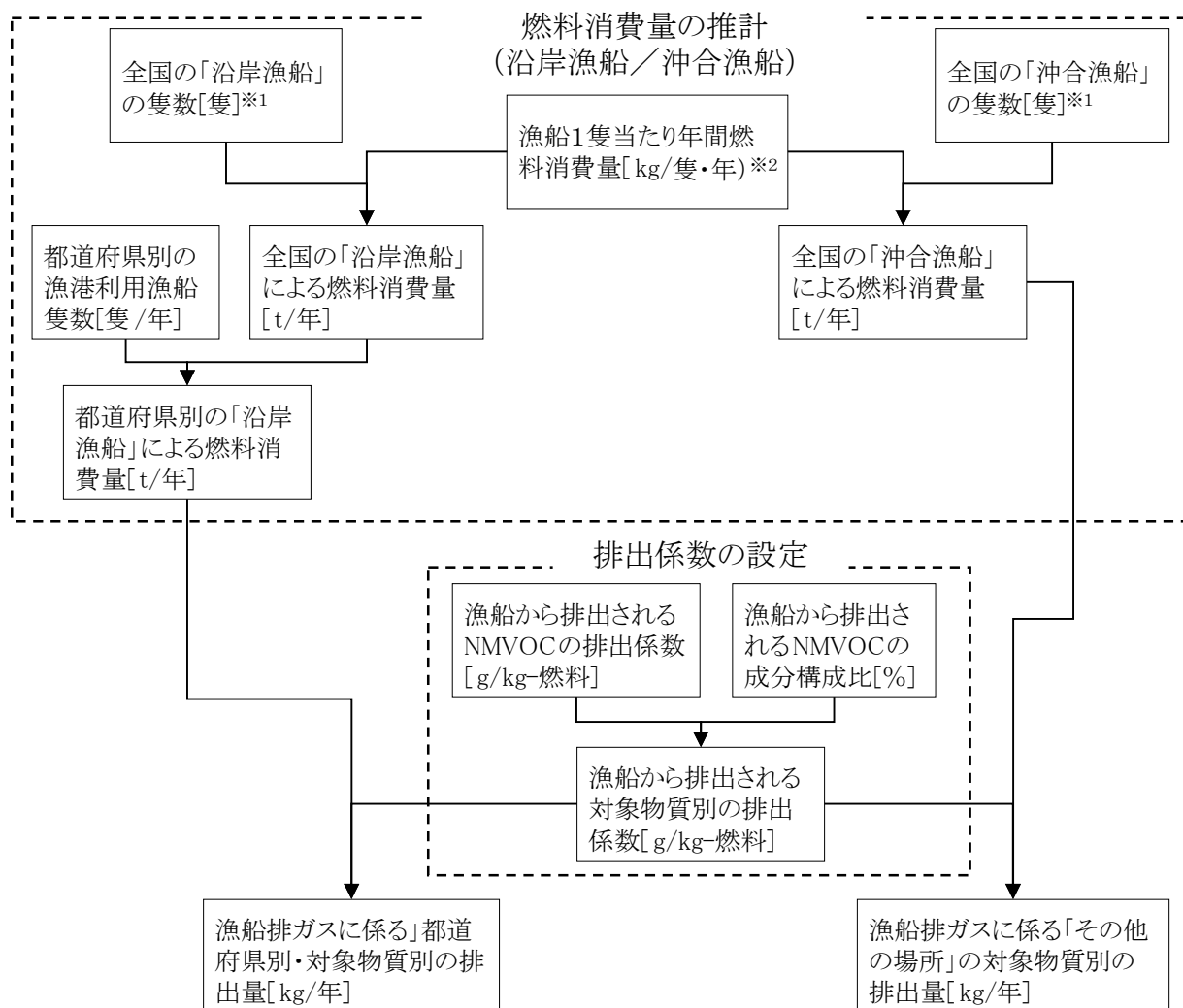
ガソリンエンジン:34g/kg-燃料、ディーゼルエンジン:1.9g/kg-燃料

注2:NMVOC 中の対象化学物質別構成比は、それぞれ以下のものに等しいと仮定した。

ガソリンエンジン:二輪車(ホットスタート)の排出係数(環境省環境管理技術室調べ(平成 16 年))

ディーゼルエンジン:貨物船・旅客船等の排出係数「EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook」(EMEP/CORINAIR, 2002)

注3:「注1」の NMVOC としての排出係数に「注2」の NMVOC 中の対象化学物質別構成比を乗じて対象化学物質別の排出係数を設定した。



※1:「沿岸漁船」とは主たる操業区域が陸地から12海里以内の漁船のことを指し、「沖合漁船」とは主たる操業区域が陸地から12～200海里の漁船のことを指す。

※2:漁船1隻が1年間に消費する燃料の数量は、既存調査の考え方を引用して推計した。

図4 船舶(漁船)に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

以上の方法に従って全国排出量を推計した結果を表9、表10に示す。11物質の合計では全国で約1.6千tの排出量であり、そのうち12海里以内を主たる操業水域とする漁船からの排出が約96%を占めている。

表9 船舶(漁船)に係る対象化学物質別排出量推計結果(漁船種別)(令和2年度:全国)

対象化学物質		年間排出量(kg/年)				
		船外機付き漁船 (ガソリン)	海水動力漁船 (ディーゼル)		合計	(参考) 海水動力漁船 (ディーゼル) 200海里以遠
物質 番号	物質名	12海里 以内	12海里 以内	12~200 海里		
10	アクロレイン	2,065	—	—	2,065	—
12	アセトアルデヒド	12,851	20,870	7,316	41,037	5,919
53	エチルベンゼン	142,277	5,218	1,829	149,323	1,480
80	キシレン	339,629	20,870	7,316	367,815	5,919
240	スチレン	82,612	—	—	82,612	—
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	50,485	—	—	50,485	—
300	トルエン	504,854	15,653	5,487	525,993	4,439
351	1, 3-ブタジエン	16,064	20,870	7,316	44,249	5,919
399	ベンズアルデヒド	10,556	—	—	10,556	—
400	ベンゼン	156,046	20,870	7,316	184,231	5,919
411	ホルムアルデヒド	39,929	62,610	21,947	124,486	17,757
合計		1,357,369	166,961	58,524	1,582,854	47,353

注1: PRTR届出外排出量の推計対象は、主とする操業区域が200海里以内の漁船に限るため、200海里以遠の漁船に係る排出量は「参考」として示す。

注2: 都道府県別排出量を推計するのは、主とする操業区域が12海里以内の漁船に限ることとし、12~200海里の漁船に係る排出量は「その他の場所」として都道府県を特定しないで排出量を推計した。

表10 船舶(漁船)に係る排出量推計結果(推計区分別)(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質 番号	物質名	対象 業種	非対象業 種	家庭	移動体	合計
10	アクロレイン				2,065	2,065
12	アセトアルデヒド				41,037	41,037
53	エチルベンゼン				149,323	149,323
80	キシレン				367,815	367,815
240	スチレン				82,612	82,612
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン				50,485	50,485
300	トルエン				525,993	525,993
351	1, 3-ブタジエン				44,249	44,249
399	ベンズアルデヒド				10,556	10,556
400	ベンゼン				184,231	184,231
411	ホルムアルデヒド				124,486	124,486
合計					1,582,854	1,582,854

Ⅲ プレジャーボート

1. 届出外排出量と考えられる排出

プレジャーボートはディーゼルエンジンやガソリンエンジンを搭載し、その燃料消費に伴う排出ガス中に対象化学物質が含まれている。これらの排出は届出対象とはならないため、すべて届出外排出量である。プレジャーボートのうち、特殊小型船舶(大部分がいわゆる水上バイク)、プレジャーモーターボート、プレジャーヨットを排出量の推計対象とした。

2. 推計を行う対象化学物質

プレジャーボートと最もエンジンが類似しているのは、ガソリンエンジンを搭載している場合では二輪車、ディーゼルエンジンを搭載している場合ではディーゼル特殊自動車と考えられる。そのため、これらの排出源と同様にアクロレイン(10)、アセトアルデヒド(12)、エチルベンゼン(53)、キシレン(80)、スチレン(240)、1, 3, 5-トリメチルベンゼン(297)、トルエン(300)、1, 3-ブタジエン(351)、ベンズアルデヒド(399)、ベンゼン(400)、ホルムアルデヒド(411)の11物質について推計を行った。

3. 推計方法

プレジャーボートの1隻当たりの実仕事量に在籍船数及び実仕事量当たりの排出係数を乗じて推計した。

プレジャーボートの在籍船数については、日本小型船舶検査機構の資料から把握することができる。また、都道府県別に稼働状況が異なることが考えられるため、全国のマリーナに対して、当該マリーナの保管隻数と燃料供給量を調査することにより、地域別の燃料消費量の差を推計し、仕事量を求めた。全国平均の仕事量の推計は米国環境保護庁(EPA)で採用されている方法を踏襲した。すなわち、平均定格出力、負荷率、稼働時間、経過年数による使用係数等から算出した。THC 排出係数^{*}についてもEPAのホームページ上に公表されているデータの中から、日本国内に流通しているメーカーのみを抽出して使用した。また、THC 排出量に対する対象化学物質の比率は、ガソリンエンジンを搭載している場合には二輪車の数値を、ディーゼルエンジンはディーゼル特殊自動車の数値を採用した。

以上の推計フローを図5に示す。

※: THC 排出係数は用途別・エンジン形式別・経過年数別に設定がなされているため、概要版では省略している(詳細版にはデータの一部とURLを記載)。

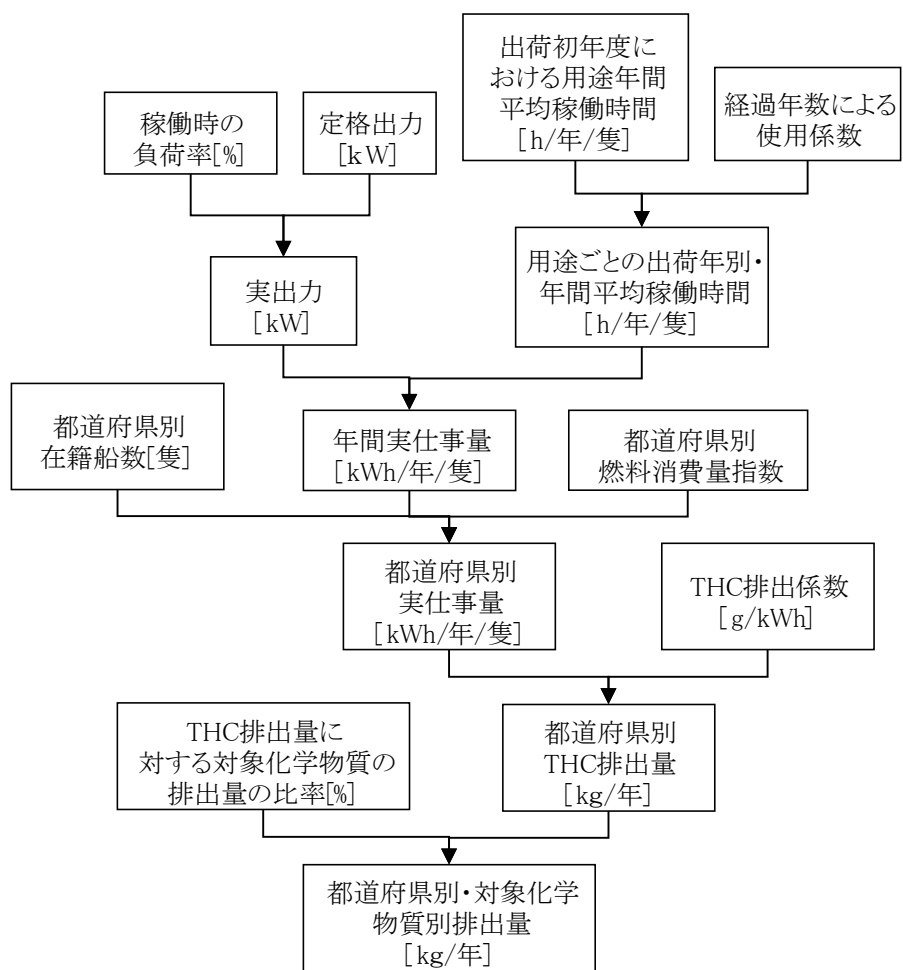


図 5 船舶(プレジャーボート)に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

以上の方法に従って推計した全国排出量の結果を表 11、表 12 に示す。11 物質合計では全国で約 723tの排出量であった。

表 11 船舶(プレジャーボート)に係る船舶種類別排出量推計結果(船種別)(令和2年度:全国)

対象化学物質		年間排出量(kg/年)					
物質 番号	物質名	特殊小型 船舶	プレジャーモーターボート		プレジャーヨット		合計
			ガソリン	ディーゼル	ガソリン	ディーゼル	
10	アクロレイン	600	502	26	1.8	0.52	1,129
12	アセトアルデヒド	3,710	3,107	105	11	2.1	6,935
53	エチルベンゼン	41,342	34,620	14	124	0.28	76,099
80	キシレン	97,927	82,005	47	293	0.96	180,274
240	スチレン	23,198	19,426	15	69	0.31	42,709
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	14,983	12,547	13	45	0.27	27,588
300	トルエン	145,749	122,052	54	436	1.1	268,292
351	1, 3-ブタジエン	4,650	3,894	26	14	0.52	8,584
399	ベンズアルデヒド	3,096	2,592	12	9.3	0.25	5,710
400	ベンゼン	45,420	38,035	66	136	1.3	83,658
411	ホルムアルデヒド	11,529	9,654	485	34	9.9	21,712
合 計		392,203	328,436	862	1,174	18	722,692

表 12 船舶(プレジャーボート)に係る排出量推計結果(推計区分別)(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質 番号	物質名	対象 業種	非対象 業種	家庭	移動体	合計
12	アセトアルデヒド				6,935	6,935
53	エチルベンゼン				76,099	76,099
80	キシレン				180,274	180,274
240	スチレン				42,709	42,709
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン				27,588	27,588
300	トルエン				268,292	268,292
351	1, 3-ブタジエン				8,584	8,584
399	ベンズアルデヒド				5,710	5,710
400	ベンゼン				83,658	83,658
411	ホルムアルデヒド				21,712	21,712
合 計					722,692	722,692

鉄道車両に係る排出量

鉄道車両に係る排出量については、「エンジン」、「ブレーキ等の摩耗」の2つに区分して排出量の推計を行った。

I エンジン

1. 届出外排出量と考えられる排出

軽油を燃料とする機関車、気動車等(以下「鉄道車両」という。)の運行に伴いエンジンから排出される排出ガス中に対象化学物質が含まれている。鉄道業は対象業種であるが、「線路」は事業所敷地とはみなされないため、これらの排出はすべて届出外排出量としての推計対象となる。

2. 推計を行う対象化学物質

欧州のインベントリー (EMEP/CORINAIR,2002) が対象としている物質のうち、PRTR 対象化学物質であるアクロレイン(物質番号:10)、アセトアルデヒド(12)、エチルベンゼン(53)、キシレン(80)、トルエン(300)、1,3-ブタジエン(351)、ベンズアルデヒド(399)、ベンゼン(400)、ホルムアルデヒド(411)の9物質について推計を行った。

3. 推計方法

鉄道車両による燃料消費量(kg/年)を都道府県別に推計し、EMEP/CORINAIR,2002 により示されている NMVOC 排出係数及び NMVOC 中の対象化学物質構成比(表1)を乗じて排出量を推計した。鉄道車両による燃料消費量は「鉄道統計年報」により鉄道事業者別に把握できるため、それを鉄道車両に係る車両基地別車両配置数等の指標によって都道府県別に配分した。以上の結果をまとめ、図1に鉄道車両(エンジン)に係る排出量の推計フローを示す。

表1 鉄道車両(エンジン)に係る対象化学物質別の排出係数

対象化学物質		NMVOC*中の 構成比	排出係数 (mg/kg-燃料)
物質 番号	物質名		
10	アクロレイン	1.5%	70
12	アセトアルデヒド	2.0%	93
53	エチルベンゼン	0.5%	23
80	キシレン	2.0%	93
300	トルエン	1.5%	70
351	1,3-ブタジエン	2.0%	93
399	ベンズアルデヒド	0.5%	23
400	ベンゼン	2.0%	93
411	ホルムアルデヒド	6.0%	279

注:「EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook」(EMEP/CORINAIR,2002)による。NMVOC の排出係数は 4.65g/kg-燃料であり、表中には PRTR 対象化学物質の構成比のみを示した。

※:NMVOC とは、メタンを除く揮発性有機化合物の意味である。

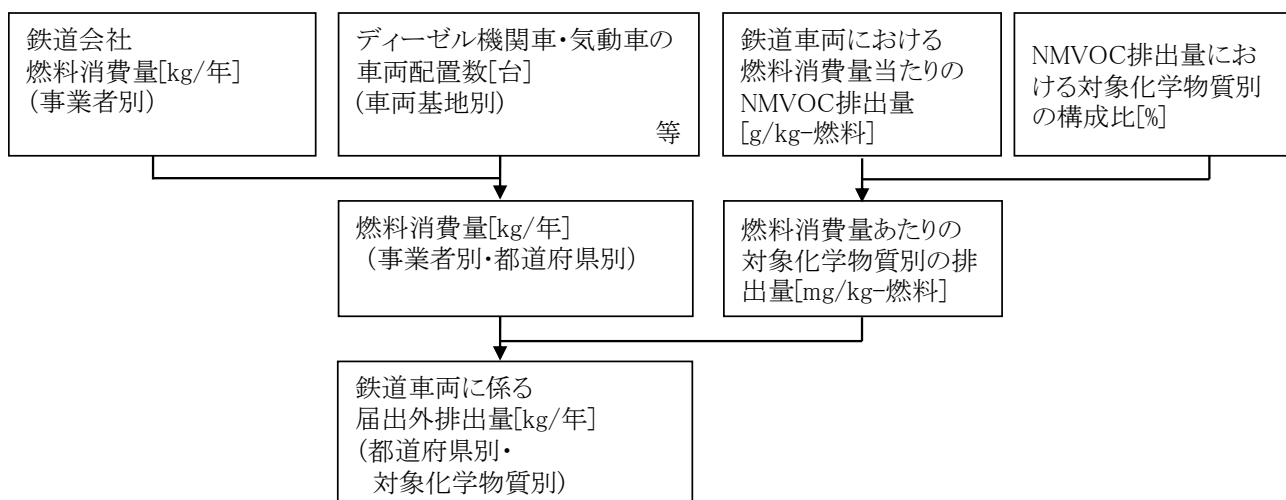


図1 鉄道車両(エンジン)に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

鉄道車両(エンジン)に係る排出量推計結果を表2に示す。鉄道車両(エンジン)に係る対象化学物質の排出量の合計は約128tと推計された。

表2 鉄道車両(エンジン)に係る排出量推計結果(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
10	アクロレイン				10,655	10,655
12	アセトアルデヒド				14,207	14,207
53	エチルベンゼン				3,552	3,552
80	キシレン				14,207	14,207
300	トルエン				10,655	10,655
351	1,3-ブタジエン				14,207	14,207
399	ベンズアルデヒド				3,552	3,552
400	ベンゼン				14,207	14,207
411	ホルムアルデヒド				42,620	42,620
合計					127,861	127,861

II ブレーキ等の摩耗

1. 届出外排出量と考えられる排出

鉄道車両の部品であるブレーキパッドやすり板(車輪等がついている台の部分に用いる部品)等には石綿(33)が含まれている場合がある。ブレーキパッドやすり板は、鉄道車両の運行時に摩耗することから、摩耗した石綿は大気へ排出すると考えられる。そのほとんどは事業所外で排出され、届出外排出量と考えられる。

鉄道事業者へアンケート調査を行った結果では、15社(令和2年度実績)においてブレーキパッド等への石綿の使用があった。

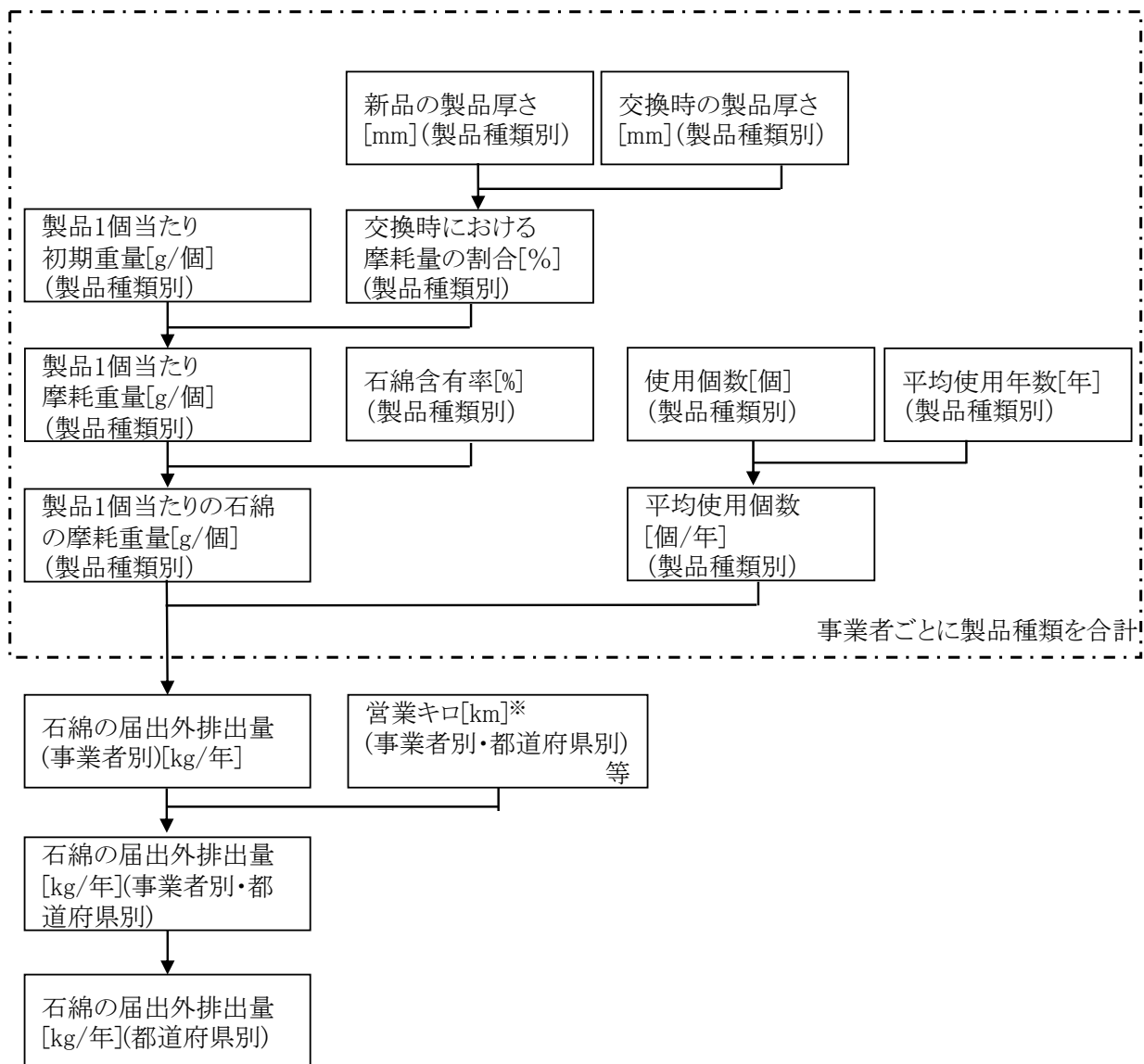
2. 推計を行う対象化学物質

ブレーキパッド等に用いられる石綿(33)について推計を行った。

3. 推計方法

鉄道事業者へのアンケート調査に基づくデータ(ブレーキパッド等の年間の製品使用量、石綿の製品に対する含有率、摩耗量の割合(新品と交換時のブレーキパッドの厚さの比等)等)に基づき、事業者別・製品種類別に製品中に含まれている石綿の量を算出した。摩耗した石綿は全て大気へ排出するとみなし、新品から交換時まで使用(新品から摩耗)する分を平均使用年数で割った量を1年間の排出量(製品1つ当たり)と仮定して、事業者別の排出量を推計した。さらに、都道府県別営業距離等を考慮し、都道府県別の届出外排出量を算出した。

図2に鉄道車両(ブレーキ等の摩耗)に係る排出量の推計フローを示す。



※: 営業区間の距離をキロメートル単位で表したものであり、実際の距離と異なることがある。

図 2 鉄道車両(ブレーキ等の摩耗)に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

鉄道車両(ブレーキ等の摩耗)に係る排出量推計結果を表 3 に示す。鉄道車両(ブレーキ等の摩耗)に係る対象化学物質の排出量の合計は約 27kg と推計された。

表 3 鉄道車両(ブレーキ等の摩耗)に係る排出量推計結果(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
33	石綿				27	27
合計					27	27

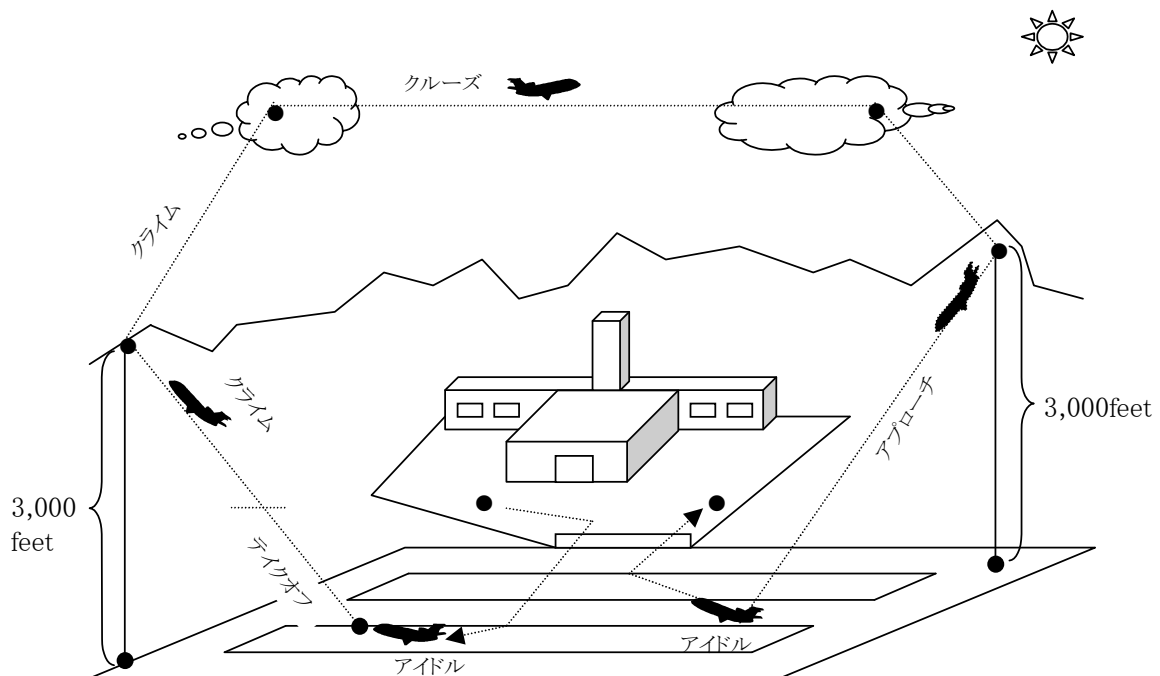
航空機に係る排出量

1. 届出外排出量と考えられる排出

国内の民間空港を航空運送事業で離着陸する航空機を対象に、離着陸時のエンジン本体の稼働及び駐機時の補助動力装置(APU)の稼働に伴い排出される排出ガスに含まれる対象化学物質について推計を行った。

エンジン本体からの排出については、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、対象化学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、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。

※: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: 1foot=0.3048mであり、3000foot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1 航空機に係るLTOサイクルの概要

2. 推計を行う対象化学物質

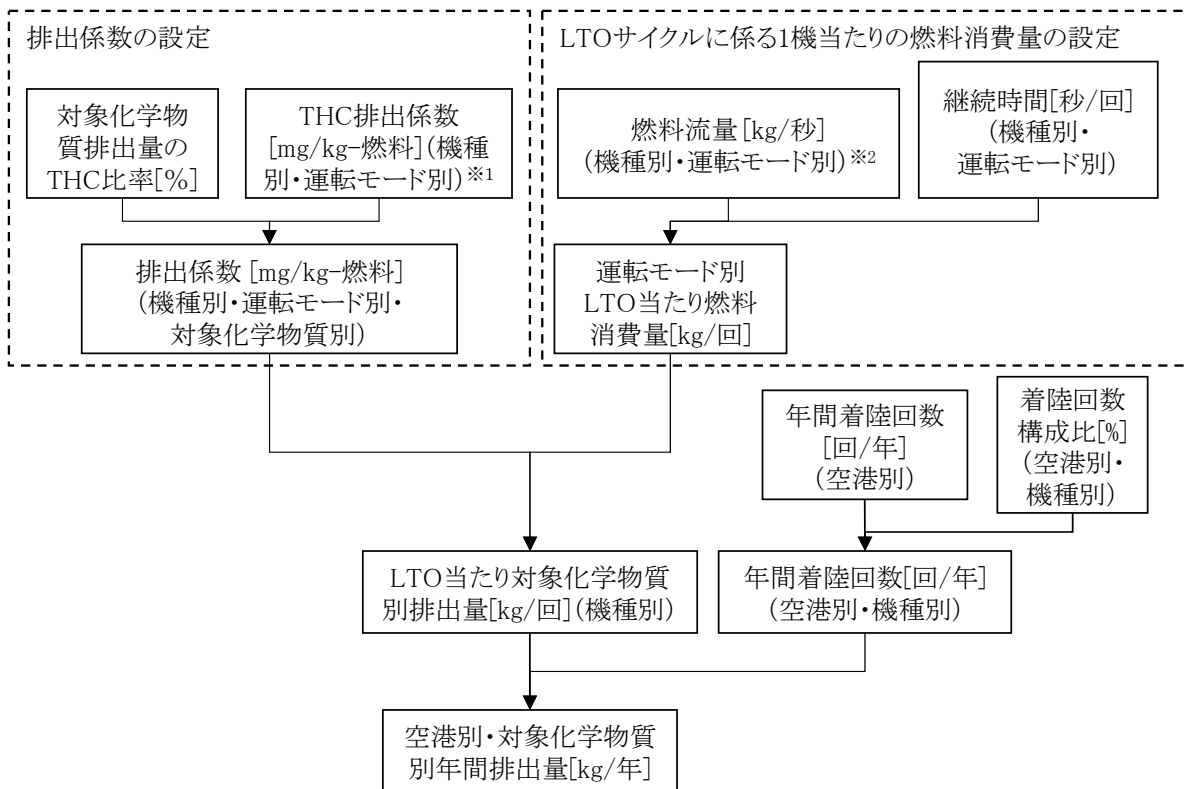
航空機からの排出が報告され、国内で実測データがあるアセトアルデヒド(物質番号:12)、キシレン(80)、トルエン(300)、1,3-ブタジエン(351)、ベンゼン(400)、ホルムアルデヒド(411)の6物質について推計を行った。

3. 推計方法

エンジン本体に係る排出量は、実測データ及び文献値等から設定した燃料消費量当たりの対象化学物質の排出係数に、機種別の離着陸時の燃料消費量(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(図2)。

また、エンジン始動に用いる補助動力装置(APU: Auxiliary Power Unit)については、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(図3)。

それぞれの排出量を合算し、全国及び都道府県別の排出量を推計した。



※1: 国内実測データもしくは国内実測データで補正をした海外のデータを利用した。
 ※2: 離陸推力と燃料消費量の相関関係に基づいて、機種別の離陸推力から設定した。

図2 航空機(エンジン)に係る排出量の推計フロー

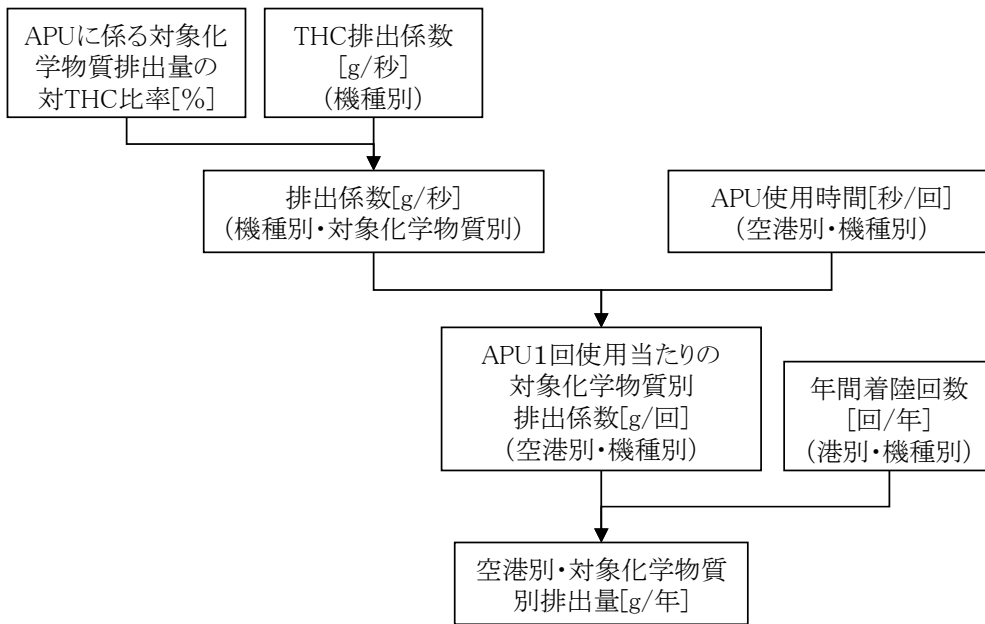


図3 航空機(補助動力装置)に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

航空機(エンジン及び APU)に係る対象化学物質別排出量の推計結果を表 1、表 2 に示す。対象化学物質(6物質)の排出量の合計は約 41t と推計された。なお、新型コロナウイルス感染症の影響により、航空機の便数(年間着陸回数)が令和元年度と比較して減少したため、令和2年度の航空機に係る排出量は令和元年度(約 110t)と比較して 63%減少した。

表 1 航空機に係る排出量推計結果(排出源別)(令和2年度:全国)

対象化学物質		対象化学物質排出量(kg/年)		
物質番号	物質名	エンジン	APU	合計
12	アセトアルデヒド	7,080	109	7,188
80	キシレン	4,230	78	4,308
300	トルエン	3,672	67	3,739
351	1, 3-ブタジエン	9,744	180	9,924
400	ベンゼン	10,285	190	10,474
411	ホルムアルデヒド	4,906	92	4,997
合計		39,915	715	40,630

表 2 航空機に係る排出量推計結果(推計区分別)(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
12	アセトアルデヒド				7,188	7,188
80	キシレン				4,308	4,308
300	トルエン				3,739	3,739
351	1, 3-ブタジエン				9,924	9,924
400	ベンゼン				10,474	10,474
411	ホルムアルデヒド				4,997	4,997
合計					40,630	40,630

水道に係る排出量

1. 届出外排出量として考えられる排出

水道に係る排出量については、浄水場で水に注入された塩素等と有機物との反応により水道水中で微量ながら消毒副生成物であるトリハロメタン等が生成されるため、家庭や工場等の水道水の使用を通して発生するトリハロメタンについて推計を行った。なお、「水道統計」の需要分野と推計区分の対応は表1のとおりとした。

表1 水道の需要分野と推計区分との対応

「水道統計」の 需要分野		全国の届出外排出量		
		対象業種	非対象業種	家庭
専用 栓 ^{※3}	家庭用(一般)			○
	家庭用(集合)			○
	営業用 ^{※1}		○	
	工場用	○		
	官公署・学校用 ^{※2}		○	
	公衆浴場用		○	
	船舶用		○	
	その他		○	
共用栓 ^{※3}				○
公共栓 ^{※3}			○	

注:水道中のトリハロメタンは製品の要件(含有率1%以上)に該当しないため、届出の対象にならず、届出外排出量として推計した。

※1:「営業用」はすべて「非対象業種」に割り振ったが、その中には洗濯業や写真業等「対象業種」が一部含まれている。

※2:「官公署・学校」はすべて「非対象業種」に割り振ったが、その中には大学の理科系学部や下水処理場等「対象業種」が一部含まれている。

※3:「専用栓」は一つの蛇口を単一の世帯等が専用に使うもの、「共用栓」は一つの蛇口を複数の世帯で使用するもの、「公共栓」は公園、公共便所等の公共の用に供せられるものを指す。

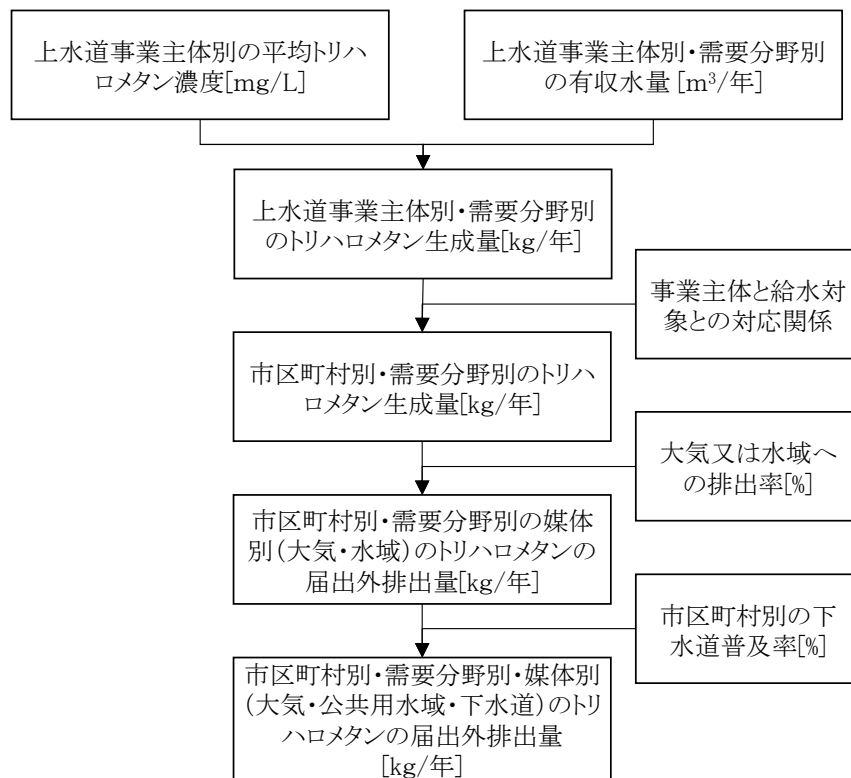
2. 推計を行う対象化学物質

水道水中で生成されるトリハロメタンのうち対象化学物質に該当するクロロホルム(物質番号:127)、ジブロモクロロメタン(209)、ブロモジクロロメタン(381)について推計を行った。水道統計で得られる東京都多摩地域の浄水場におけるクロロホルムの濃度と文献により得られる下水処理場の流入水における濃度の差分等のデータに基づき、クロロホルムの約70%、ジブロモクロロメタンの約32%、ブロモジクロロメタンの約56%は大気へ排出され、残りは水域への排出とみなした。

3. 推計方法

水道統計から得られる上水道事業主体別・需要分野別の有収水量(浄水場から供給される水量で料金徴収の対象となるもの)に上水道事業主体別のトリハロメタンの平均濃度を乗じて、市区町村別・需要分野別の消毒副生成物の生成量を推計した。これに、文献から得られる消毒副生成物の大気と水域への排出率、市区町村別の下水道普及率を考慮して、市区町村別・需要分野別・媒体別の消毒副生成物の排出量を推計した。水道に係る排出量の推計フローを図1に示す。

なお、図2に示すように、事業主体によっては、別の市区町村へ給水する場合等があり、有収水量と実際の給水量が異なる場合があるため、水道統計のデータを用いて補正を行った。



注1:事業主体とは市町村や一部行政組合等である。
 注2:需要分野とは「家庭」、「対象業種」、「非対象業種」を示す。

図1 水道に係る排出量の推計フロー

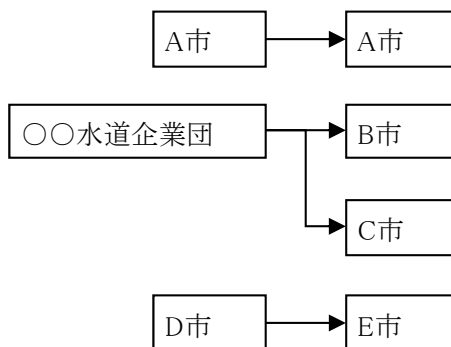


図2 水道に係る事業主体と給水対象との対応関係のイメージ

4. 推計結果

水道に係る排出量推計結果を表 2、図 3、表 3 に示す。水道に係る対象化学物質(3物質)の排出量の合計は約 124 t と推計された。

表 2 水道に係る排出量の推計結果(排出先別)(令和2年度:全国)

対象化学物質		排出量(kg/年)			下水道への移動量(t/年)
物質番号	物質名	大気	公共用水域	合計	
127	クロロホルム	54,027	5,907	59,935	17,247
209	ジブロモクロロメタン	18,099	9,034	27,133	29,428
381	ブロモジクロロメタン	31,233	5,690	36,923	18,850
合計		103,360	20,631	123,991	65,525

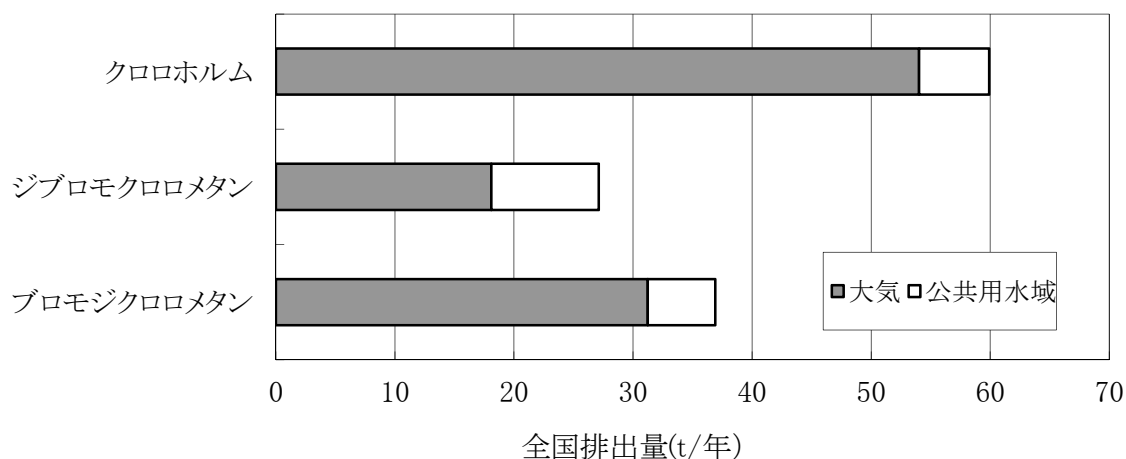


図 3 水道に係る排出量の推計結果(令和2年度:全国)

表 3 水道に係る排出量推計結果(推計区分別)(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
127	クロロホルム	2,100	11,227	46,608		59,935
209	ジブロモクロロメタン	946	5,226	20,961		27,133
381	ブロモジクロロメタン	1,260	6,983	28,680		36,923
合計		4,306	23,436	96,249		123,991

オゾン層破壊物質の排出量

1. 届出外排出量として考えられる排出

事業者による届出対象とならない主な排出には、発泡剤や冷媒等として製品中に含まれて販売等された製品の使用時及び廃棄時の排出、また、洗浄剤や噴射剤としての使用時における排出などが考えられる。

2. 推計を行う対象化学物質

「特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律(オゾン層保護法)」における特定物質(以下「オゾン層破壊物質」という。)のうち PRTR 対象化学物質には 21 物質が該当する。

表 1 PRTR 対象化学物質であるオゾン層破壊物質

物質番号	対象化学物質名	別名
103	1-クロロ-1, 1-ジフルオロエタン	HCFC-142b
104	クロロジフルオロメタン	HCFC-22
105	2-クロロ-1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタン	HCFC-124
106	クロロトリフルオロエタン	HCFC-133
107	クロロトリフルオロメタン	CFC-13
126	クロロペンタフルオロエタン	CFC-115
149	四塩化炭素	(なし)
161	ジクロロジフルオロメタン	CFC-12
163	ジクロロテトラフルオエタン	CFC-114
164	2, 2-ジクロロ-1, 1, 1-トリフルオロエタン	HCFC-123
176	1, 1-ジクロロ-1-フルオロエタン	HCFC-141b
177	ジクロロフルオロメタン	HCFC-21
185	ジクロロペンタフルオロプロパン	HCFC-225
211	ジブromoテトラフルオロエタン	ハロン-2402
263	テトラクロロジフルオロエタン	CFC-112
279	1, 1, 1-トリクロロエタン	(なし)
284	トリクロロトリフルオロエタン	CFC-113
288	トリフルオロメタン	CFC-11
380	ブロモクロロジフルオロメタン	ハロン-1211
382	ブロモトリフルオロメタン	ハロン-1301
386	ブロモメタン	臭化メチル

3. 推計方法

各対象化学物質について、用途やライフサイクルの段階ごとに主に事業者から届出されるものと届出外排出量として推計対象となる範囲を検討した(表2)。主に届出排出量の推計対象となるもの(表中の●)については、排出量推計のために用途ごとに情報収集を行った。

なお、飲料用自動販売機用冷媒、及び喘息治療用定量噴霧吸入器用噴射剤については、平成 25 年度排出量推計以降は対象化学物質が使用されなくなったため、推計対象外とした。

1) 硬質ウレタンフォーム用発泡剤

硬質ウレタンフォーム用発泡剤に使用される対象化学物質(CFC-11、HCFC-22、HCFC-141b)について、建築用断熱材と冷凍冷蔵機器用断熱材の2つの用途について推計した。建築用断熱材については、市中での使用時、建物解体に伴う断熱材の廃棄時・廃棄後の2つのライフサイクルの段階を、冷凍冷蔵機器用断熱材については、冷凍冷蔵機器廃棄時を排出量の推計対象とした。

なお、建築用断熱材の現場発泡時では、オゾン層破壊物質は近年ほとんど使用されなくなっていることから、排出量はゼロとみなした。また、冷凍冷蔵機器用断熱材の機器稼動時の環境中への排出についても、冷凍冷蔵機器用断熱材は密閉性が高く、使用時には発泡剤として使用されている対象化学物質の排出は無いものと仮定し排出量はゼロとみなした。

① 建築用断熱材の市中での使用時の環境中への排出

2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories の考え方に準じた次の推計式に基づいて推計を行った。

$$\begin{aligned} & \text{建築用断熱材の市中での使用時の環境中への排出量(t/年)} \\ & = \text{建築用断熱材としての硬質ウレタンフォームの製造時に発泡剤として使用された} \\ & \quad \text{対象化学物質の量(t/年)} \times \text{環境中への排出割合(\%/年)} \end{aligned}$$

② 建築用断熱材の廃棄時・廃棄後の環境中への排出

ラミネートボードの破碎時と埋立処分後の排出を対象とし、平均使用年数を25年と仮定してそれぞれ次の推計式に基づき推計した。

$$\begin{aligned} & \text{破碎時の排出量(t/年)} \\ & = \text{排出量推計対象年度の26年前の対象化学物質の発泡剤への使用量(t/年)} \\ & \quad \times \text{ラミネートボードの割合(\%)} \times \text{廃棄時の対象化学物質の残留率(\%)} \\ & \quad \times \text{破碎時の排出割合(\%)} \\ & \text{埋立処分後の排出量(t/年)} \\ & = \text{排出量推計対象年度の26年前以前の対象化学物質の発泡剤への使用量(t/年)} \\ & \quad \times \text{ラミネートボードの割合(\%)} \times \text{埋立処分の割合(\%)} \times \text{環境中への排出割合(\%/年)} \end{aligned}$$

③冷凍冷蔵機器用断熱材機器廃棄時の環境中への排出

使用済みとなった冷凍冷蔵機器が廃棄処理される段階での冷凍冷蔵機器用断熱材用硬質ウレタンフォームからの対象化学物質の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

$$\begin{aligned} & \text{冷凍冷蔵機器用断熱材機器廃棄時の環境中への排出量(t/年)} \\ & = \text{推計対象年度に使用済みとなった冷凍冷蔵機器用断熱材に残存している} \\ & \quad \text{対象化学物質の量(t/年)} \end{aligned}$$

2) 押出発泡ポリスチレン用発泡剤

押出発泡ポリスチレン用発泡剤に使用される対象化学物質(CFC-12、HCFC-142b)について、建築用断熱材の市中での使用時、建物解体に伴う断熱材の廃棄時・廃棄後の2つのライフサイクルの段階別に排出量の推計を行った。

④市中での使用時の環境中への排出

市中で使用されている押出発泡ポリスチレンからの対象化学物質の環境中への排出を対象とし、2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories の考え方に基づき、次の推計式に基づいて推計を行った。

$$\begin{aligned} & \text{市中での使用時の環境中への排出量(t/年)} \\ & = \text{建築用断熱材としての押出発泡ポリスチレンの製造時に発泡剤として使用された} \\ & \quad \text{対象化学物質の量(t/年)} \times \text{環境中への排出割合(%/年)} \end{aligned}$$

⑤廃棄時・廃棄後の環境中への排出

焼却処理時、RPF 製造時、埋立処分後の排出を対象とし、製品の使用年数を 50 年と仮定して次の推計式に基づいて推計を行った。

$$\begin{aligned} & \text{焼却処理時の排出量(t/年)} \\ & = \text{排出量推計対象年度の 51 年前の対象化学物質の発泡剤への使用量(t/年)} \\ & \quad \times \text{廃棄時のフロン系化学物質の残存率(\%)} \times \text{焼却処理の割合(\%)} \\ & \quad \times \text{分解せず排出する割合(\%)} \\ & \text{RPF 製造時の環境中への物質別排出量(t/年)} \\ & = \text{排出量推計対象年度の 51 年前の対象化学物質の発泡剤への使用量(t/年)} \\ & \quad \times \text{廃棄時のフロン系化学物質の残存率(\%)} \times \text{RPF 化の割合(\%)} \\ & \text{埋立処分後の排出量(t/年)} \\ & = \text{排出量推計対象年度の 51 年前以前の対象化学物質の発泡剤への使用量(t/年)} \\ & \quad \times \text{埋立処分の割合(\%)} \times \text{環境中への排出割合(%/年)} \end{aligned}$$

3) 業務用冷凍空調機器用冷媒

業務用冷凍空調機器用冷媒として使用される対象化学物質(CFC-11、CFC-12、CFC-115、HCFC-22、HCFC-123)について、大型冷凍機、中型冷凍機、小型冷凍機、業務用空調機の4つの製品群ごとに、機器が使用される現場において冷媒が初期充填される現場設置時、市中での稼働時、使用済み機器の廃棄時の3つのライフサイクルの段階別に排出量の推計を行った。

なお、平成21年3月の産業構造審議会化学・バイオ部会第21回地球温暖化防止対策小委員会において、業務用冷凍空調機器に関する統計情報の見直しが報告され、平成20年度分排出量の推計からは、この見直し後の数値を使用している。

また、平成19年10月1日に「特定製品に係るフロン類の回収及び破壊の実施の確保等に関する法律の一部を改正する法律」が施行され、新たに機器整備時におけるフロン類回収義務・報告義務が明確化されたことをうけ、整備時回収量の実績値が公表された。平成20年度分の排出量推計からは、機器稼働時の推計式においてこの整備時回収量を差し引く方法とした。令和元年度分の排出量推計からは、届出排出量との重複分を差し引く方法に変更した。

なお、CFC-11、CFC-12、CFC-115については、結果として排出量がゼロ kg/年と推定された。

①現場設置時の環境中への排出

機器が使用される現場において冷媒が初期充填される現場設置時の環境中への冷媒の排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

現場設置時の環境中への排出量(t/年)

$$\begin{aligned} &= \text{推計対象年度に生産・出荷された製品群毎の機器の台数(台/年)} \\ &\quad \times \text{平均冷媒充填量(t/台)} \times \text{環境中への排出割合(\%)} \\ &\quad - \text{届出排出量との重複分(t/年)} \end{aligned}$$

②市中での稼働時の環境中への排出

機器稼働時の修理の際の対象化学物質の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

市中での稼働時の環境中への排出量(t/年)

$$\begin{aligned} &= \text{推計対象年度の初めにおいて市中で稼働している製品群毎の機器の台数(台)} \\ &\quad \times \text{平均冷媒充填量(t/台)} \times \text{環境中への排出割合(\%/年)} \\ &\quad - \text{推計対象年度に法律※に基づき回収・報告された整備時の第一種特定製品からの回収量(t/年)} \\ &\quad - \text{届出排出量との重複分(t/年)} \end{aligned}$$

※フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律(フロン排出抑制法)

③廃棄時の環境中への排出

使用済みとなった業務用冷凍空調機器から回収されなかった冷媒の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

廃棄時の環境中への排出量(t/年)

$$\begin{aligned} &= \text{推計対象年度に使用済みとなった製品群毎の機器の台数(台/年)} \\ &\quad \times \text{平均冷媒充填量(t/台)} \times \text{環境中への排出割合(\%)} \\ &\quad - \text{届出排出量との重複分(t/年)} \end{aligned}$$

4) 家庭用冷蔵庫用冷媒

家庭用冷蔵庫用冷媒として使用される対象化学物質(CFC-12)について、機器の市中での稼動時、廃棄時の2つのライフサイクルの段階別に届出された排出量以外の排出量の推計を行った。

①市中での稼動時の環境中への排出

機器稼動時の定期整備と故障が発生した際の環境への冷媒の排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

市中での稼動時の環境中への排出量(t/年)

$$\begin{aligned} &= \text{推計対象年度の初めにおいて市中で稼動している対象化学物質を使用した} \\ &\quad \text{家庭用冷蔵庫の台数(台)} \times \text{平均充填量(t/台)} \times \text{環境中への排出割合(\%/年)} \end{aligned}$$

②廃棄時の環境中への排出

廃棄される家庭用冷蔵庫から回収されなかった対象化学物質の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。なお、廃棄時の環境中への排出は、結果としてゼロ kg/年と推定された。

廃棄時の環境中への排出量(t/年)

$$\begin{aligned} &= \text{推計対象年に使用済みとなった家庭用冷蔵庫に残存している対象化学物質の量(t/年)} \\ &\quad - \text{推計対象年度に法律*に基づき家電リサイクルプラントで家庭用冷蔵庫から回収} \\ &\quad \text{された対象化学物質の量(t/年)} \end{aligned}$$

※特定家庭用機器再商品化法(家電リサイクル法)

5) カーエアコン用冷媒

カーエアコン用冷媒として使用される対象化学物質(CFC-12)について、冷媒の低漏化対策の有無を考慮し、カーエアコンの市中での稼動時、廃棄時の2つのライフサイクルの段階別に排出量の推計を行った。

①市中での稼働時の環境中への排出

車両に設置されたカーエアコンの使用時、事故時及び修理時の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

$$\begin{aligned} & \text{カーエアコンの機器稼働時の環境中への排出量(t/年)} \\ & = \text{低漏化対策済車両の稼働時(使用時、事故時及び修理時)の対象化学物質の排出量(t/年)} \\ & \quad + \text{未低漏化対策車両の稼働時(使用時、事故時及び修理時)の対象化学物質の排出量(t/年)} \end{aligned}$$

②廃棄時の環境中への排出

使用済みとなった車両のカーエアコンに残存している対象化学物質のうち、回収されなかった対象化学物質を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

$$\begin{aligned} & \text{廃棄時の環境中への排出量(t/年)} \\ & = \text{推計対象年度に使用済みとなった低漏化対策済車両に残存している対象化学物質の量(t/年)} \\ & \quad + \text{推計対象年度に使用済みとなった未低漏化対策車両に残存している対象化学物質の量(t/年)} \\ & \quad - \text{自動車リサイクル法による推計対象年度のカーエアコンからの対象化学物質の回収量(t/年)} \end{aligned}$$

6)家庭用エアコン用冷媒

家庭用エアコン用冷媒として使用される対象化学物質(HCFC-22)について、家庭用エアコンの市中での稼働時、廃棄時の2つのライフサイクルの段階について排出量の推計を行った。

なお、平成21年3月の産業構造審議会化学・バイオ部会第21回地球温暖化防止対策小委員会において、家庭用エアコンに関する統計情報の見直しが報告され、平成20年度分排出量の推計からは、この見直し後の数値を使用している。

①市中での稼働時の環境中への排出

家庭用エアコンの稼働時に事故や故障が発生した際の対象化学物質の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

$$\begin{aligned} & \text{市中での稼働時の環境中への排出量(t/年)} \\ & = \text{推計対象年度の初めにおいて市中で稼働している対象化学物質を使用した} \\ & \quad \text{家庭用エアコンの台数(台)} \times \text{平均充填量(t/台)} \times \text{環境中への排出割合(\%/年)} \end{aligned}$$

②廃棄時の環境中への排出

廃棄される家庭用エアコンから回収されなかった対象化学物質の環境中への排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。

廃棄時の環境中への排出量(t/年)

$$\begin{aligned} &= \text{推計対象年度に廃棄された家庭用エアコンに残存している対象化学物質の量 (t/年)} \\ &\quad - \text{推計対象年度に法律*に基づき家電リサイクルプラントで家庭用エアコンから回収された} \\ &\quad \text{対象化学物質の量(t/年)} \end{aligned}$$

※特定家庭用機器再商品化法(家電リサイクル法)

7)エアゾール製品用噴射剤

エアゾール製品用噴射剤として、ダストブローアーなどに使用される対象化学物質(HCFC-22、HCFC-225)について、使用時の排出量の推計を行った。

IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories 3.85 ページの考え方にに基づき、次の推計式に基づいて推計を行った。令和元年度分の排出量推計からは、届出排出量との重複分を差し引く方法に変更した。

なお、HCFC-22については、結果として排出量がゼロ kg/年と推定された。

エアゾール製品からの環境中への排出量(t/年)

$$\begin{aligned} &= \text{推計対象年度のエアゾール製品に使用された対象化学物質の量(t/年)} \times \text{排出係数(\%)} \\ &\quad + \text{1年前のエアゾール製品に使用された対象化学物質の量(t/年)} \times (100\% - \text{排出係数(\%)}) \\ &\quad - \text{届出排出量との重複分 (t/年)} \end{aligned}$$

8)ドライクリーニング溶剤

ドライクリーニング工程におけるドライクリーニング溶剤に使用される対象化学物質(HCFC-225、1, 1, 1-トリクロロエタン)について、次の式に基づき使用時の排出量の推計を行った。

なお、ドライクリーニング工程における排出量は、結果としてゼロ kg/年と推定された。

ドライクリーニング工程からの環境中への排出量(t/年)

$$\begin{aligned} &= \text{推計対象年度の対象化学物質のドライクリーニング溶剤としての出荷量(t/年)} \\ &\quad \times \text{環境中への排出割合(\%)} \\ &\quad - \text{法律*に基づき届け出られた推計対象年度の洗濯業を営む事業所における} \\ &\quad \text{対象化学物質の大気への排出量の合計(t/年)} \end{aligned}$$

※特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律

9) 消火剤

消火設備の消火剤に使用される対象化学物質(ハロン-1211、ハロン-1301、ハロン-2402)について、使用時の排出量の推計を行った。

消火設備からの環境中への排出は、使用時の排出を対象とし、次の推計式に基づいて推計を行った。使用量自体は把握されていないため、使用後の補充量と同じとみなした。

なお、ハロン-1211及びハロン-2402については、結果として排出量がゼロ kg/年と推定された。

$$\text{消火設備からの環境中への排出量(t/年)} = \text{推計対象年度の対象化学物質の補充量(t/年)}$$

10) 工業洗剤

事業所における加工部品等の洗浄に使用される薬剤に含まれる対象化学物質(HCFC-141b、HCFC-225)について、使用時の排出量を次の推計式に基づいて推計した。令和元年度分の排出量推計からは、届出排出量との重複分を差し引く方法に変更した。

なお、HCFC-141bについては結果として排出量がゼロ kg/年と推定された。

$$\begin{aligned} & \text{工業洗浄装置からの環境中への排出量(t/年)} \\ & = \text{推計対象年度の対象化学物質の工業洗浄剤としての全国出荷量(t/年)} \\ & - \text{届出排出量との重複分(t/年)} \end{aligned}$$

11) くん蒸剤

農業用、検疫用、その他の用途として臭化メチルが使用されている。現在、農薬として登録されているものについては別途推計が行われているが、その他の用途の使用状況についての知見が得られないことから、推計できていない。

4. 推計結果

用途とライフサイクルの段階ごとの排出量の推計結果の概要を示す(表3)。また、省令区分別の排出量推計結果を表4に示す。

令和2年度の排出量は、全物質の合計で約 3.9 千 t/年であり令和元年度排出量(約 5.7 千 t/年)に比べて減少した。なお、平成 23 年3月に発生した東日本大震災の影響が推計に考慮できていないものも少なくないが、業務用冷凍空調機器、家庭用冷蔵庫及び家庭用エアコンについては、被災地域の県における排出量について過年度と同様に補正した。

表3 オゾン層破壊物質の用途別排出量推計結果(令和2年度)

用途	ライフサイクルの段階	省令区分	排出量の推計結果(t/年)							合計		
			103	104	161	164	176	185	288		382	
			HCFc-142b	HCFc-22	CFC-12	HCFc-123	HCFc-141b	HCFc-225	CFC-11		ハロン-1301	
硬質ウレタンフォーム	建築用断熱材	使用時	対象業種		6.8			141		121		268
			非対象業種		3.0			63		54		119
	冷凍冷蔵機器用断熱材	廃棄時・廃棄後	家庭		24			501		429		954
			対象業種		5.9			71		143		220
押出發泡ポリスチレン	建築用断熱材	使用時	対象業種	57		55						112
			非対象業種	25		24						50
			家庭	204		196						399
			廃棄時・廃棄後	対象業種			49					
業務用冷凍空調機器	現場設置時		対象業種									
			非対象業種									
	稼働時		対象業種		20		19					39
			非対象業種		939		42					982
廃棄時		対象業種		20		2.4					23	
		非対象業種		155		5.4					160	
家庭用冷蔵庫		稼働時	家庭			0.3						0.3
		廃棄時	対象業種									
カーエアコン		稼働時	移動体			93						93
		廃棄時	対象業種			3.4						3.4
			非対象業種			3.5						3.5
家庭用エアコン		稼働時	家庭		109							109
		廃棄時	対象業種		255							255
エアゾール製品	使用時	対象業種						3.6			3.6	
ドライクリーニング溶剤	使用時	対象業種										
消火剤	使用時	対象業種								4.6	4.6	
		非対象業種								2.0	2.0	
工業洗浄剤	使用時	対象業種						5.8			5.8	
合計				287	1,539	424	69	775	9.5	746	6.6	3,856

注:「0.0」は0.05t/年未満を意味する。また、いずれの用途においても排出量の推計結果が0t/年であった物質は省略している。

表4 オゾン層破壊物質の排出量推計結果 令和2年度;全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(t/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
103	HCFC-142b	57	25	204		287
104	HCFC-22	308	1,097	134		1,539
161	CFC-12	108	28	196	93	424
164	HCFC-123	21	48			69
176	HCFC-141b	212	63	501		775
185	HCFC-225	9.5				9.5
288	CFC-11	263	54	429		746
382	ハロン-1301	4.6	2.0			6.6
合計		984	1,317	1,463	93	3,856

注:本表では、いずれの用途においても排出量の推計結果が0t/年であった物質は省略している。

ダイオキシン類の排出量

1. 届出外排出量と考えられる排出

ダイオキシン類の全国排出量は、「ダイオキシン類の排出量の目録(以下「排出インベントリー」とする。)」において別途推計されている。排出インベントリーの推計値には事業者からの届出排出量も含まれているため、届出排出量が含まれる発生源においては、令和2年度のダイオキシン類の届出排出量を差し引いたものを届出外排出量とした。

なお、令和2年の排出インベントリーは令和4年1月時点で公表されていないため、令和元年の排出インベントリーを用いて令和2年度の推計を行った。また、水域への排出は現段階では排出インベントリーと届出排出量の整合性が十分確認できていないため、排出量の推計は行わないこととした。

表1 排出インベントリーの発生源と推計区分の関係(大気)

発生源	届出外排出量の推計区分			
	対象業種	非対象業種	家庭	移動体
一般廃棄物焼却施設・製鋼用電気炉その他製造業等関連施設	○			
産業廃棄物焼却施設等	○	○		
火葬場		○		
たばこの煙			○	
自動車排出ガス				○

2. 推計方法

排出インベントリーにおける発生源別の全国排出量から届出排出量を差し引いた値を全国の届出外排出量とみなし、その値を発生源に関連した指標(都道府県別の産業廃棄物の中間処理能力等)を用いて都道府県に配分し、都道府県別の排出量を推計した。ダイオキシン類の排出量の推計フローを図1に示す。

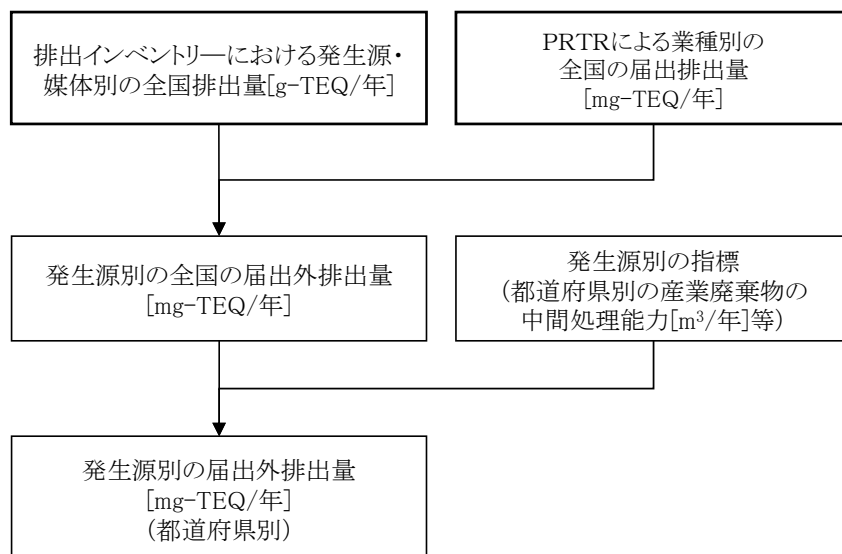


図1 ダイオキシン類の排出量の推計フロー

3. 推計結果

ダイオキシン類の全国の届出外排出量推計結果を表 2、表 3 に示す。ダイオキシン類の排出量の合計は約 42g-TEQと推計された。

表 2 ダイオキシン類の全国の届出外排出量推計結果(発生源別)(令和2年度:大気)

排出インベントリー(令和元年)		届出排出量 (g-TEQ/年) (b)	届出外排出量 (g-TEQ/年) =(a)-(b)
発生源	排出量 (g-TEQ/年) (a)		
①	一般廃棄物焼却施設・製鋼用電気炉その他製造業等関連施設	49	16
②	産業廃棄物焼却施設等	14	22
③	火葬場	-	3.4
④	たばこの煙	-	0.030
⑤	自動車排出ガス	-	0.93
合 計		63	42

表 3 ダイオキシン類の届出外排出量推計結果(推計区分別)(令和2年度:全国)

対象化学物質		届出外排出量(mg-TEQ/年)				
物質 番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
243	ダイオキシン類	29,153	12,089	30	930	42,202
合 計		29,153	12,089	30	930	42,202

製品の使用に伴う低含有率物質の排出量

1. 届出外排出と考えられる排出

対象化学物質を含有する製品を業として使用する場合、当該製品の質量に対するいずれかの第一種指定化学物質(複数の第一種指定化学物質が含有されている場合)の割合が1%(特定第一種指定化学物質については0.1%)以上である場合に限り、当該第一種指定化学物質の年間取扱量に算入することとなり(施行令第5条参照)、製品の質量に対する割合が1%未満の第一種指定化学物質については、年間取扱量に算入されないことから、排出量の把握及び届出の対象とはならない。

このため、製品の使用に伴う低含有率物質の排出についても、届出外排出量として推計の対象となる。低含有率物質として様々な排出源が考えられるが、ここでは、排出係数と活動量が把握可能である石炭を主な燃料とする火力発電所(以下、「石炭火力発電所」という。)からの対象化学物質の排出量を推計対象とした。

なお、石炭を燃料とした発電事業者が総合エネルギー統計補足調査(内部データ)(経済産業省 資源エネルギー庁)で把握可能であることから、これらの事業者が設置する発電所を推計対象とした。

2. 対象とする化学物質の範囲

石炭の燃焼により生じる排ガスに含まれると考えられる金属類を推計対象とした。石炭中に含まれている微量成分は多様であるが、このうち発電電力量当たりの排出量のデータが得られた物質に限り推計対象とした。

3. 具体的な対象化学物質と推計方法等

石炭火力発電所で使用される石炭の燃焼により生じる排ガス、及び排ガス処理の過程で発生する排水に含まれて排出される対象化学物質の排出原単位($\mu\text{g}/\text{kWh}$)が推計に利用可能である。したがって、本推計では石炭火力発電所の発電電力量と排出原単位との積により、各対象化学物質の排出量を推計した。

対象化学物質の排出量

$$= \text{排ガス原単位}(\mu\text{g}/\text{kWh}) \times \text{石炭火力発電所の発電電力量}(\text{kWh}/\text{年}) \\ + \text{排水原単位}(\mu\text{g}/\text{kWh}) \times \text{石炭火力発電所の発電電力量}(\text{kWh}/\text{年})$$

表1 石炭火力発電所における対象化学物質の排出原単位(1/2)

物質番号	対象化学物質 物質名	排出原単位($\mu\text{g}/\text{kWh}$)	
		排ガス	排水
31	アンチモン及びその化合物	0.19	-
75	カドミウム及びその化合物	0.049	0.36
87/88	クロム ^{*1}	1.7	2.6
132	コバルト及びその化合物	0.23	-
237	水銀及びその化合物	4.4	0.02

表1 石炭火力発電所における対象化学物質の排出原単位(2/2)

対象化学物質		排出原単位(μ g/kWh)	
物質番号	物質名	排ガス	排水
242	セレン及びその化合物	13	3.6
305	鉛化合物	3.6	1.3
309	ニッケル化合物	1.0	-
321	バナジウム化合物	6.8	2.4
332	砒素及びその無機化合物	1.7	0.34
374	ふっ素 ^{※2}	2,200	410
394	ベリリウム及びその化合物	2.8	0.2
405	ほう素化合物	2.2	5,300
412	マンガン及びその化合物	3.9	1.1

出典:伊藤ら「石炭火力発電所の微量物質排出実態調査 調査報告:W02002」、電力中央研究所報告、平成14年11月

注:表中の「-」はデータ数が10個未満であり原単位を設定できなかった物質。

※1:全クロムとしてのデータであるが、ここでは「クロム及び三価クロム化合物」とみなして推計した。

※2:ふっ素としてのデータであるが、ここでは「ふっ化水素及びその水溶性塩」とみなして推計した。

表2 石炭火力発電所の発電電力量(令和2年度)

発電事業者名		発電電力量 (千kWh/年)
主な 発電 事業者	1 北海道電力	12,174,081
	2 東北電力	23,965,696
	5 北陸電力	18,093,537
	6 関西電力	10,604,672
	7 中国電力	15,625,824
	8 四国電力	7,636,697
	9 九州電力	19,506,498
	10 沖縄電力	3,654,865
	11 JERA ^{※1}	45,078,145
	101 電源開発	53,746,278
	102 常磐共同火力	9,110,930
	103 住友共同電力	3,564,556
	104 相馬共同火力発電	11,803,895
	105 酒田共同火力発電	4,068,375
106 戸畑共同火力	2,782,198	
その他の発電事業者 ^{※2}		52,715,205
合計		294,131,452

出典:以下のとおり

主な発電事業者:総合エネルギー統計補足調査(経済産業省 資源エネルギー庁)

その他の発電事業者:総合エネルギー統計補足調査(経済産業省 資源エネルギー庁)及び事業者へのアンケート調査結果(令和3年12月)

※1:平成27年4月設立。平成31年4月に「3:東京電力フェュエル&パワー株式会社」と「4:中部電力株式会社」の火力発電事業等を統合。

※2:「その他の発電事業者」の発電電力量について、令和3年度にアンケート調査を実施した11事業者のうち、回答が得られた7事業者はその結果を使用。未回答の4事業者、及びアンケート調査対象外の34事業者については総合エネルギー統計補足調査を使用。

4. 推計結果

製品の使用に伴う低含有率物質の排出量推計結果は表3のとおりである。

表3 製品の使用に伴う低含有率物質の排出量推計結果(令和2年度:全国)

対象化学物質		届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種を営む事業者	非対象業種を営む事業者	家庭	移動体	合計
31	アンチモン及びその化合物	56				56
75	カドミウム及びその化合物	120				120
87	クロム及び三価クロム化合物 ^{※1}	1,265				1,265
132	コバルト及びその化合物	68				68
237	水銀及びその化合物	1,300				1,300
242	セレン及びその化合物	4,883				4,883
305	鉛化合物	1,441				1,441
309	ニッケル化合物	294				294
321	バナジウム化合物	2,706				2,706
332	砒素及びその無機化合物	600				600
374	ふっ化水素及びその水溶性塩 ^{※2}	767,683				767,683
394	ベリリウム及びその化合物	882				882
405	ほう素化合物	1,559,544				1,559,544
412	マンガン及びその化合物	1,471				1,471
合 計		2,342,313				2,342,313

※1:全クロムの排出原単位を「クロム及び三価クロム化合物」のものとみなして推計した。

※2:ふっ素の排出原単位を「ふっ化水素及びその水溶性塩」のものとみなして推計した。

下水処理施設に係る排出量

1. 届出外排出量と考えられる排出

下水処理施設へ流入した化学物質のうち、水処理施設で生分解や汚泥へ吸着されないものは、大気や公共用水域へ排出される。また、水処理施設で汚泥へ吸着されたもののうち、汚泥処理施設における脱水処理後の焼却処理により燃焼分解されないものについては、大気へ排出されるか、又は脱水汚泥や焼却灰として処理施設外へ移動される。したがって、水処理施設における大気及び公共用水域への排出と汚泥処理施設における大気への排出について推計の対象とした(図1及び表1)。

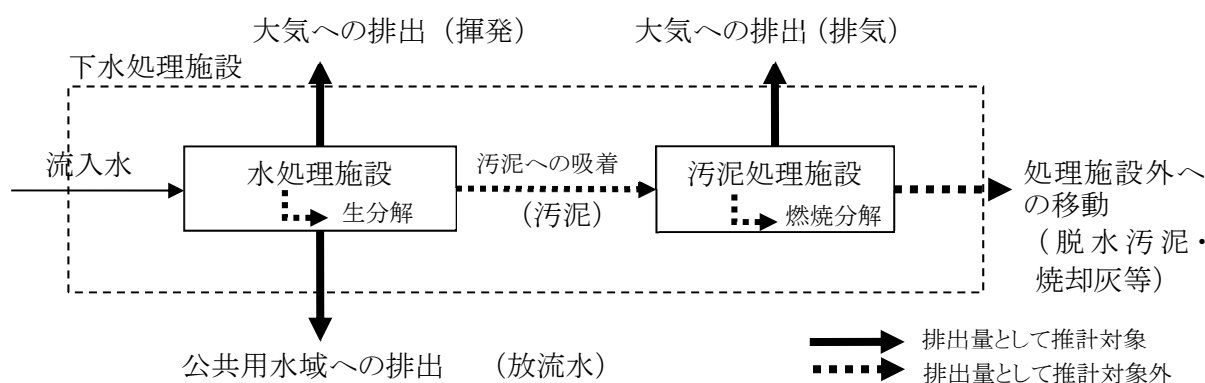


図1 下水処理施設からの排出と推計対象範囲

表1 下水処理施設における対象化学物質の移行先等と推計の対象

水処理施設からの移行先等	汚泥処理施設からの移行先等	推計の対象	備考
大気(揮発ガス)	—	○	
汚泥	大気(排出ガス)	△	実測データの得られる対象化学物質のみ
	燃焼分解	×	反応により化学物質として消失
	脱水汚泥・焼却灰等	×	PRTR では「移動」に該当
生分解	—	×	反応により化学物質として消失
放流水	—	○	

注:「推計の対象」の記号の意味は以下のとおり。

○:推計対象とする △:一部の物質を推計対象とする ×:推計対象とはしない

2. 推計を行う対象化学物質

下水処理施設からの排出量の推計対象物質は、下水処理施設への流入量が把握可能な化学物質を優先した。下水処理施設への流入量推計に活用可能なものとして、PRTR データ関連では、①PRTR 届出データにおける下水道への移動量、②すそ切り以下事業者からの公共用水域への排出量(下水道普及率を用いて下水道への流入量を推計して使用)、③非点源からの下水道への移動量がある。また、PRTR データ以外で活用が可能なものとして、実測より測定された対象化学物質の家庭排水中濃度や雨水排水中濃度と、家庭排水及び雨水の流入量がある。

これらにより流入量の把握ができた 208 物質から、下水処理施設からの排出量推計に必要な下水処理に伴う媒体別の移行率を得ることができなかった 10 物質を除いた 198 物質を排出量推計の対象とした(表 2)。なお、下水処理の工程で非意図的に生成されるトリハロメタン(クロロホルム等)の排出は、生成量に関する定量的なデータが得られなかったことから、排出量の推計対象外とした。

表 2 下水処理施設への流入量を把握する対象化学物質(令和2年度排出量)

流入源	対象化学物質数			排出量の推計対象とした対象化学物質の例 (()内は物質番号)
	流入量の把握が可能なもの (a)	排出量の推計が困難なもの (b)	排出量の推計対象としたもの =(a)-(b)	
① 届出事業者	184	8	176	・2-アミノエタノール(20) ・パラ-アミノフェノール(23)
② すそ切り以下事業者	122	7	115	・アクリル酸及びその水溶性塩(4) ・アクリル酸ノルマルブチル(7)
③ 非点源推計(家庭・非対象業種)	13	—	13	・直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩(アルキル基の炭素数が10から14までのもの及びその混合物に限る。)(30) ・ポリ(オキシエチレン) = アルキルエーテル(アルキル基の炭素数が12から15までのもの及びその混合物に限る。)(407)
④ 家庭排水(その他の物質)	9	—	9	・ニッケル化合物(309) ・フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)(355)
⑤ 路面等からの雨水	20	—	20	・亜鉛の水溶性化合物(1) ・マンガン及びその化合物(412)
合計	208	10	198	

注1: 下水道への流入量のうち、ダイオキシン類とオゾン層破壊物質については、別途、届出外排出量を推計するため、本項目での排出量推計対象から除いている。

注2: 媒体への移行率がゼロで、結果的に排出量がゼロとなった対象化学物質も「推計対象としたもの」としてカウントした。

注3: 推計対象年度は令和2年度だが、入手可能な下水道統計は平成30年度、PRTRデータは令和元年度のものであるため令和2年度の下水道普及状況は平成30年度と、流入量は令和元年度の流入量と同じと仮定した。

3. 推計方法

「下水道における化学物質排出量の把握と化学物質管理計画の策定等に関するガイドライン(案)(平成 23 年6月国土交通省都市・地域整備局下水道部)」(以下「国交省ガイドライン」という。)を参考にして、下水処理施設へ流入する化学物質の流入量を推計したのち、流入量に対する大気及び公共用水域への移行率を別途設定し、これらを乗じることにより、媒体ごとの排出量を推計した(図2)。なお、下水道法の規定に基づく水質検査の対象となっている 30 物質(表 7 において物質名に(※)を付して示した。)については「下水道業からの届出排出量」として排出量の届出が行われていることから、公共用水域への届出外排出量の推計対象から除外した。また、30 物質以外の一部の物質についても下水道業からの大気及び公共用水域への排出量の届出があることから、これらの物質の届出外排出量を推計するには、都道府県単位で届出排出量を差し引いた。

下水処理施設への化学物質の流入量は、PRTRデータや実測等により測定された排水中の化学物質の濃度等を用いて、表2に示した流入源ごとに推計した(表3及び表4)。なお、推計対象年度は令和2年度だが、当該年度の統計データが得られないため、令和元年度のデータに基づき推計をすることとした。また、下水道統計については令和3年12月上旬時点での利用可能な最新データが平成30年度実績であるため、下水道普及率については令和2年度も同じ状況であるものと仮定した。

表3 下水処理施設への流入量の推計方法の概要

流入源		流入量の推計方法の概要
①	届出事業者	PRTR データとして届出された「下水道への移動量」を都道府県ごとに集計した。
②	すそ切り以下事業者	PRTR 届出外排出量として推計されている都道府県別のすそ切り以下事業者からの公共用水域への排出量と、都道府県別の面積ベースの下水道普及率を用いて都道府県ごとに推計した。
③	非点源推計 (家庭・非対象業種)	PRTR 届出外排出量の参考値として、2つの排出源(「洗剤・化粧品等(界面活性剤、中和剤等)」及び「水道」)からの下水道への移動量が、13の対象化学物質について推計されているため、この全量を下水処理施設への流入量とみなした。
④	家庭排水 (その他の物質)	実測により測定された対象化学物質の家庭排水中濃度に、都道府県別の家庭排水の流入量の推計値を乗じた。
⑤	路面等からの雨水	実測により測定された雨水排水中濃度に、都道府県別の合流式下水処理施設への雨水の流入量の推計値を乗じた。

表4 下水処理施設への流入量の推計結果の例(令和2年度)

物質 番号	対象化学物質名	下水処理施設への流入量(kg/年)					合計
		届出	すそ切り 以下	非点源 (家庭・非 対象業種)	家庭排水 (その他 の物質)	路面等 からの 雨水	
1	亜鉛の水溶性化合物	12,492	3,920			295,665	312,077
2	アクリルアミド	17	10				27
3	アクリル酸エチル	143	124				267
4	アクリル酸及びその水溶性塩	2,856	375				3,231
20	2-アミノエタノール	27,399	54,047	7,241,687			7,323,133
31	アンチモン及びその化合物	145	14,844		4,912		19,901
37	ビスフェノールA	83			3,972	609	4,664
60	エチレンジアミン四酢酸	201	2,314	9,075			11,590
87	クロム及び三価クロム化合物	5,485	2,576			7,514	15,575

注:推計対象年度は令和2年度だが、入手可能なデータが令和元年度のものであるため、令和2年度の流入量は令和元年度の流入量と同じと仮定した。

また、媒体(公共用水域、大気)への移行率は、国交省ガイドラインを参考に、媒体ごとの移行率が実測データとして得られる対象化学物質については、それらの実測データを優先的に採用し、それが得られない対象化学物質の場合は、物性データ(ヘンリー定数等)を入力パラメータとする簡易推計式により推定される移行率を用いた。さらに、簡易推計式による結果と標準活性汚泥処理における挙動シミュレ

ーションによる移行率との比較や生分解度データによる補正を行い、大気及び公共用水域への最終的な移行率を設定した(表5及び表6)。

表5 下水処理施設に係る媒体別移行率の設定方法

実測データ	簡易推計式と挙動シミュレーションとの乖離	生分解度データ	媒体別移行率の設定方法	対象となる物質数
あり	-	-	①実測による媒体別移行率をそのまま採用	57
なし	小 (シミュレーション未実施を含む)	なし	②ヘンリー定数及びオクタノール/水分配係数を用いる移行率簡易推計式による媒体別移行率をそのまま採用	50
		あり	③簡易推計式による媒体別移行率を生分解度で補正	87
	大	なし	④標準活性汚泥処理における挙動シミュレーションによる媒体別移行率をそのまま採用	0
		あり	⑤挙動シミュレーションによる媒体別移行率を生分解度で補正	4
-	-	-	⑥いずれの方法でも媒体別移行率が設定不可	10

注1:簡易推計式による媒体別移行率は、生分解が起こらない場合の割合を物性値だけで予測したものであるため、生分解に係るデータが得られる場合は、それを考慮した補正を要する。

注2:挙動シミュレーションは金属化合物等を除く322物質について実施したものであり、未実施の物質は「乖離が小さい」場合と同等に扱うこととした。

注3:実測データが得られた対象化学物質についても、下水処理施設における生分解が発生するのが一般的だが、それが発生した条件で実測されたデータであるため、上記「注2」と同様の補正は要しない。

注4:対象となる物質数において、簡易推計式と挙動シミュレーションとの乖離が大のものの物質数は、大気及び汚泥のいずれかの移行率に挙動シミュレーションによる媒体別移行率を用いた場合にカウントした。

表6 下水処理施設に係る媒体別の移行率の推計結果の例

物質番号	対象化学物質名	媒体別の移行率		移行率の設定方法
		大気	公共用水域(放流水)	
1	亜鉛の水溶性化合物	2.0%	28%	①
2	アクリルアミド	0.000056%	58%	③
3	アクリル酸エチル	0.087%	0.91%	③
4	アクリル酸及びその水溶性塩	0.00020%	1.0%	③
5	アクリル酸2-(ジメチルアミノ)エチル	0.045%	>99.9%	②
6	アクリル酸2-ヒドロキシエチル	0.0000037%	1.0%	③
7	アクリル酸ノルマルブチル	0.15%	0.84%	③
8	アクリル酸メチル	1.5%	40%	③
34	3-イソシアナトメチル-3,5,5-トリメチルシクロヘキシル=イソシアネート	0.16%	0.24%	⑤
297	1,3,5-トリメチルベンゼン	70%	20%	⑤

注1:移行率の設定方法の番号は、表5の媒体別移行率の設定方法に示した番号に対応する。

①:実測による媒体別移行率をそのまま採用(網掛けで示す)。

②:簡易推計式による媒体別移行率をそのまま採用

③:簡易推計式による媒体別移行率を生分解度で補正

④:挙動シミュレーションによる媒体別移行率をそのまま採用

⑤:挙動シミュレーションによる媒体別移行率を生分解度で補正

注2:上記「注1①」に示す対象化学物質のうち、実測データが得られない媒体は排出量の推計の対象外とした。

注3:下水処理施設への流入量がなく、本年度は推計を行わない物質についても移行率を示している。

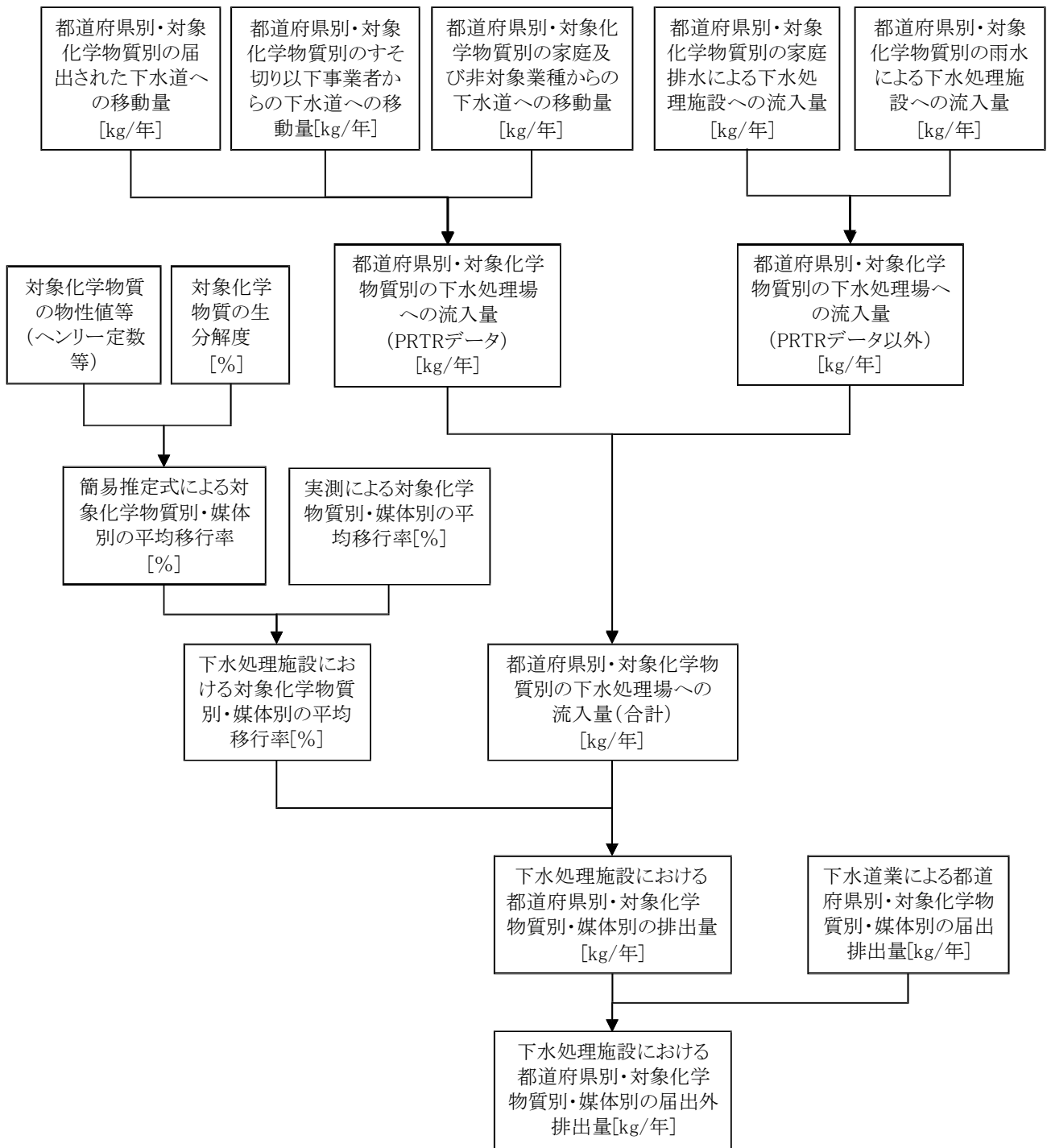


図 2 下水処理施設に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

下水処理施設に係る排出量の届出外排出量の推計結果を表 7 に示す。下水道処理施設に係る排出量の合計は約 7.8 千 t と推計された。

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(令和2年度:全国)(1/6)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
1	亜鉛の水溶性化合物(※)	6,283				6,283
2	アクリルアミド	16				16
3	アクリル酸エチル	2.7				2.7
4	アクリル酸及びその水溶性塩	32				32
6	アクリル酸2-ヒドロキシエチル	0.043				0.043
7	アクリル酸ノルマルーブチル	9.7				9.7
8	アクリル酸メチル	0.50				0.50
9	アクリロニトリル	25,079				25,079
11	アジ化ナトリウム	0				0
12	アセトアルデヒド	0.14				0.14
13	アセトニトリル	12,159				12,159
16	2, 2'-アゾビスイソブチロニトリル	1.9				1.9
17	オルト-アニシジン	0.29				0.29
18	アニリン	176				176
20	2-アミノエタノール	2,270,171				2,270,171
23	パラ-アミノフェノール	88				88
24	メタ-アミノフェノール	104				104
27	メタミロン	8.0				8.0
28	アリルアルコール	3.4				3.4
30	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩 (アルキル基の炭素数が10から14までのもの 及びその混合物に限る。)	1,730,519				1,730,519
31	アンチモン及びその化合物	12,206				12,206
36	イソプレン	14,850				14,850
37	ビスフェノールA	140				140
44	インジウム及びその化合物	0				0
48	EPN(※)	0				0
51	2-エチルヘキサ酸	80				80
53	エチルベンゼン	2,789				2,789
56	エチレンオキシド	28,592				28,592
57	エチレングリコールモノエチルエーテル	29				29
58	エチレングリコールモノメチルエーテル	22				22
59	エチレンジアミン	2.8				2.8
60	エチレンジアミン四酢酸	10,489				10,489
64	エトフェンプロックス	0.002				0.002
65	エピクロロヒドリン	0				0
68	酸化プロピレン	0				0
69	2, 3-エポキシプロピル=フェニルエーテル	5.4				5.4
71	塩化第二鉄	0				0
73	1-オクタノール	0.13				0.13

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(令和2年度:全国)(2/6)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
75	カドミウム及びその化合物(※)	1.3				1.3
76	イプシロン-カプロラクタム	61				61
79	2,6-キシレノール	108				108
80	キシレン	2,201				2,201
82	銀及びその水溶性化合物	1,542				1,542
83	クメン	72				72
84	グリオキサール	0.22				0.22
85	グルタルアルデヒド	24				24
86	クレゾール	285				285
87	クロム及び三価クロム化合物(※)	935				935
88	六価クロム化合物(※)	0				0
89	クロロアニリン	750				750
91	シアナジン	2.0				2.0
94	塩化ビニル	1,142				1,142
95	フルアジナム	17				17
99	クロロ酢酸エチル	210				210
114	インダノファン	0.72				0.72
117	テブコナゾール	8.3				8.3
121	パラ-クロロフェノール	2.9				2.9
123	塩化アリル	10				10
125	クロロベンゼン	1,259				1,259
127	クロロホルム	14,111				14,111
132	コバルト及びその化合物	14,966				14,966
133	エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート	0.54				0.54
134	酢酸ビニル	484				484
144	無機シアン化合物(錯塩及びシアン酸塩を除く。)(※)	0				0
145	2-(ジエチルアミノ)エタノール	24				24
150	1,4-ジオキサン(※)	0				0
151	1,3-ジオキソラン	22,006				22,006
154	シクロヘキシルアミン	16				16
155	N-(シクロヘキシルチオ)フタルイミド	1,547				1,547
156	ジクロロアニリン	0				0
157	1,2-ジクロロエタン(※)	53				53
169	ジウロン	12				12
174	リニュロン	0.94				0.94
178	1,2-ジクロロプロパン	2.0				2.0
179	D-D(※)	0				0
181	ジクロロベンゼン	1,275				1,275

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(令和2年度:全国)(3/6)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
183	ピラゾレート	3.7				3.7
184	ジクロベニル	2.9				2.9
186	塩化メチレン(※)	1,871				1,871
188	N, N-ジシクロヘキシルアミン	0.47				0.47
195	プロチオホス	0.097				0.097
198	ジメトエート	1.0				1.0
199	CIフルオレスセント260	32				32
203	ジフェニルアミン	1.7				1.7
204	ジフェニルエーテル	0.59				0.59
207	2, 6-ジ-ターシャリーブチル-4-クレゾール	5.0				5.0
209	ジブロモクロロメタン	17,353				17,353
210	2, 2-ジブロモ-2-シアノアセトアミド	1,800				1,800
213	N, N-ジメチルアセトアミド	262				262
216	N, N-ジメチルアニリン	62				62
218	ジメチルアミン	0.48				0.48
221	ベンフラカルブ	0.54				0.54
223	N, N-ジメチルドデシルアミン	0.007				0.007
224	N, N-ジメチルドデシルアミン=N-オキシド	18,478				18,478
232	N, N-ジメチルホルムアミド	0				0
234	臭素	0.12				0.12
235	臭素酸の水溶性塩	0				0
237	水銀及びその化合物(※)	0				0
239	有機スズ化合物	0				0
240	スチレン	0				0
241	2-スルホヘキサデカン酸-1-メチルエステルナトリウム塩	0				0
242	セレン及びその化合物(※)	0.10				0.10
244	ダゾメット	1.0				1.0
245	チオ尿素	1,768				1,768
248	ダイアジノン	0.79				0.79
251	フェニトロチオン	2.7				2.7
256	デカン酸	137				137
257	デカノール	19				19
258	ヘキサメチレンテトラミン	192				192
262	テトラクロロエチレン(※)	461				461
268	チウラム(※)	0				0
270	テレフタル酸	0.73				0.73
271	テレフタル酸ジメチル	0.020				0.020
272	銅水溶性塩(錯塩を除く。)(※)	3,612				3,612

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(令和2年度:全国)(4/6)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
273	ノルマルードデシルアルコール	59				59
275	ドデシル硫酸ナトリウム	610,634				610,634
276	テトラエチレンペンタミン	2,179				2,179
277	トリエチルアミン	54,377				54,377
278	トリエチレンテトラミン	963				963
281	トリクロロエチレン(※)	241				241
282	トリクロロ酢酸	224				224
283	2, 4, 6-トリクロロ-1, 3, 5-トリアジン	868				868
290	トリクロロベンゼン	265				265
291	1, 3, 5-トリス(2, 3-エポキシプロピル)-1, 3, 5-トリアジン-2, 4, 6(1H, 3H, 5H)-トリオン	110				110
292	トリブチルアミン	496				496
294	2, 4, 6-トリブromoフェノール	4.2				4.2
296	1, 2, 4-トリメチルベンゼン	4,497				4,497
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	2,229				2,229
299	トルイジン	6,435				6,435
300	トルエン	14,071				14,071
301	トルエンジアミン	469				469
302	ナフタレン	1,328				1,328
304	鉛	0				0
305	鉛化合物(※)	4,960				4,960
306	二アクリル酸ヘキサメチレン	143				143
307	二塩化酸化ジルコニウム	0				0
308	ニッケル	240				240
309	ニッケル化合物	79,166				79,166
310	ニトリロ三酢酸	14				14
316	ニトロベンゼン	0				0
318	二硫化炭素	241				241
320	ノニルフェノール	0				0
321	バナジウム化合物	5,642				5,642
322	5'-[N, N-ビス(2-アセチルオキシエチル)アミノ]-2'-(2-ブロモ-4, 6-ジニトロフェニルアゾ)-4'-メトキシアセトアニリド	1,598				1,598
323	シメトリン	1.9				1.9
328	ジラム	361				361
330	ビス(1-メチル-1-フェニルエチル) = ペルオキシド	105				105
332	砒素及びその無機化合物(※)	0.30				0.30
333	ヒドラジン	0				0

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(令和2年度:全国)(5/6)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
334	4-ヒドロキシ安息香酸メチル	470				470
335	N-(4-ヒドロキシフェニル)アセトアミド	41				41
336	ヒドロキノン	1,103				1,103
341	ピペラジン	1,730				1,730
342	ピリジン	196				196
343	カテコール	0.90				0.90
346	2-フェニルフェノール	16				16
348	フェニレンジアミン	333				333
349	フェノール	114				114
351	1,3-ブタジエン	11				11
353	フタル酸ジエチル	4.9				4.9
354	フタル酸ジ-ノルマル-ブチル	0				0
355	フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)	1,241				1,241
359	ノルマル-ブチル-2,3-エポキシプロピルエーテル	1.0				1.0
366	ターシャリーブチル=ヒドロペルオキシド	2.0				2.0
368	4-ターシャリーブチルフェノール	11				11
374	ふっ化水素及びその水溶性塩(※)	0				0
379	2-プロピン-1-オール	5.0				5.0
381	ブロモジクロロメタン	13,264				13,264
383	プロマシル	4.0				4.0
389	ヘキサデシルトリメチルアンモニウム=クロリド	18,056				18,056
390	ヘキサメチレンジアミン	0.040				0.040
391	ヘキサメチレン=ジイソシアネート	0.019				0.019
392	ノルマル-ヘキサン	29				29
393	ベタナフトール	2.1				2.1
395	ペルオキシ二硫酸の水溶性塩	0				0
399	ベンズアルデヒド	33				33
400	ベンゼン(※)	133				133
401	1,2,4-ベンゼントリカルボン酸1,2-無水物	0				0
403	ベンゾフェノン	0.20				0.20
405	ほう素化合物(※)	0				0
407	ポリ(オキシエチレン)=アルキルエーテル(アルキル基の炭素数が12から15までのもの及びその混合物に限る。)	826,851				826,851
408	ポリ(オキシエチレン)=オクチルフェニルエーテル	1,091				1,091

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(令和2年度:全国)(6/6)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
409	ポリ(オキシエチレン)＝ドデシルエーテル硫酸エステルナトリウム	1,323,781				1,323,781
410	ポリ(オキシエチレン)＝ノニルフェニルエーテル	8,260				8,260
411	ホルムアルデヒド	569,640				569,640
412	マンガン及びその化合物(※)	908				908
413	無水フタル酸	0.52				0.52
414	無水マレイン酸	2.1				2.1
415	メタクリル酸	372				372
416	メタクリル酸2－エチルヘキシル	0.006				0.006
418	メタクリル酸2－(ジメチルアミノ)エチル	0.87				0.87
419	メタクリル酸ノルマルーブチル	0.52				0.52
420	メタクリル酸メチル	358				358
423	メチルアミン	0.047				0.047
436	アルファ－メチルスチレン	9.8				9.8
438	メチルナフタレン	0.027				0.027
439	3－メチルピリジン	1.9				1.9
440	1－メチル－1－フェニルエチル＝ヒドロペルオキシド	27				27
444	トリフロキシストロピン	0.43				0.43
447	メチレンビス(4, 1－シクロヘキシレン)＝ジイソシアネート	0.054				0.054
448	メチレンビス(4, 1－フェニレン)＝ジイソシアネート	2.1				2.1
449	フェンメディファム	2.6				2.6
453	モリブデン及びその化合物	18,256				18,256
455	モルホリン	8,611				8,611
457	ジクロルボス	39				39
459	りん酸トリス(2－クロロエチル)	108				108
460	りん酸トリトリル	12				12
461	りん酸トリフェニル	1,137				1,137
合計		7,811,251				7,811,251

注1: 下水道業における特別要件施設としての公共用水域への排出量の届出対象物質である30物質については、排出量が全て届出されていると考えられるため、当該物質に係る下水処理施設からの公共用水域への届出外排出量はゼロとする(表中には、物質名に(※)を付して示した)。

注2: 下水処理施設への流入量がある物質のうち、移行率が0%または設定不可の場合については届出外排出量をゼロとする。

一般廃棄物処理施設に係る排出量

1. 届出外排出量と考えられる排出

一般廃棄物の処理施設について、化学物質の環境への排出可能性、全国における施設数や当該排出に係る測定実施数から、排出量推計が可能と見込まれるものとして、廃棄物の処理及び清掃に関する法律の設置許可対象である焼却施設及び最終処分場を推計対象とする。

なお、焼却施設からの化学物質の環境の排出として、大気への排出と公共用水域への排出が挙げられるが、このうち公共用水域への排出については一般的な対象化学物質についての測定実施数が少なく、排出量推計に必要なデータが入手できなかったことから、大気への排出のみを推計対象とする。また、最終処分場からの化学物質の環境の排出としては、公共用水域への排出を推計対象とする。

2. 推計を行う対象化学物質

焼却施設からの大気への排出に係る定量下限以上の排ガス濃度の測定データが十分得られ、排出量推計が可能と見込まれるものとして 10 物質を推計対象とする(表1)。また、最終処分場からの水域への排出に係る定量下限以上の排水濃度の測定データが十分得られ、排出量推計が可能と見込まれるものとして3物質を推計対象とする(表 2)。

表1 焼却施設において届出外排出量(大気への排出)の推計対象とする対象化学物質

排ガス濃度の 測定項目	対象化学物質		排出量を算出する場合に 換算する元素等*
	物質番号	物質名	
亜鉛	1	亜鉛の水溶性化合物	亜鉛(Zn)
カドミウム	75	カドミウム及びその化合物	カドミウム(Cd)
全クロム	87	クロム及び三価クロム化合物	クロム(Cr)
総水銀	237	水銀及びその化合物	水銀(Hg)
銅	272	銅水溶性塩(錯塩を除く。)	銅(Cu)
鉛化合物	305	鉛化合物	鉛(Pb)
砒素	332	砒素及びその無機化合物	砒素(As)
ふっ素	374	ふっ化水素及びその水溶性塩	ふっ素(F)
ホルムアルデヒド	411	ホルムアルデヒド	—
全マンガン	412	マンガン及びその化合物	マンガン(Mn)

※:「排出量を算出する場合に換算する元素等」は、PRTR 排出量等算出マニュアル(第 4.2 版)に基づく。

表2 最終処分場において届出外排出量(公共用水域への排出)の推計対象とする対象化学物質

排水濃度の測定項目	対象化学物質		排出量を算出する場合に換算する元素等※
	物質番号	物質名	
塩化ビニル	94	塩化ビニル	—
ニッケル化合物	309	ニッケル化合物	ニッケル(Ni)
フェノール	349	フェノール	—

※:「排出量を算出する場合に換算する元素等」は、PRTR 排出量等算出マニュアル(第 4.2 版)に基づく。

3. 推計方法

焼却施設に係る化学物質の大気への排出量は、処理される廃棄物の量に比例すると考えられるため、測定データをもとに「焼却処理量1トン当たりの平均的な化学物質排出量(見かけの排出係数)(mg/t-waste)」を算定し、全国の焼却施設における年間焼却処理量の合計(t-waste/年)を乗じることにより推計(図1)した。

また、最終処分場に係る化学物質の水域への排出量は、放流量に比例すると考えられるため、測定データをもとに「放流量1L 当たりの平均的な化学物質排出濃度(見かけの排出濃度)($\mu\text{g/L}$)」を算定し、全国の一般廃棄物の最終処分場における年間放流量の合計($\text{m}^3/\text{年}$)を乗じることにより推計(図2)した。

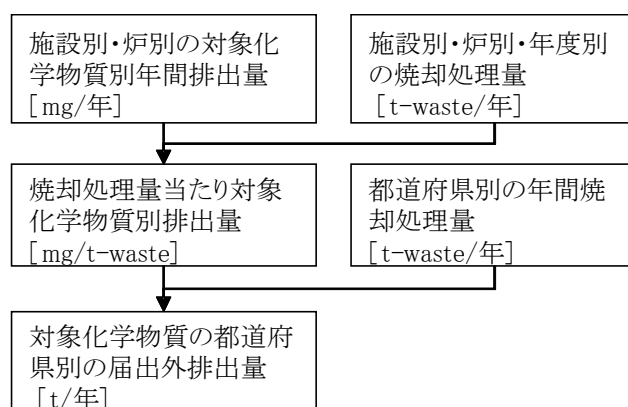


図1 焼却施設に係る排出量の推計フロー

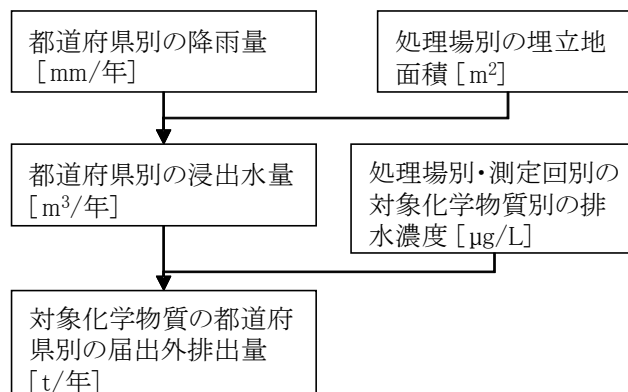


図2 最終処分場に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

一般廃棄物処理施設(焼却施設及び最終処分場)に係る対象化学物質別の推計結果を表3に示す。対象化学物質の排出量の合計は約177tと推計された。

表3 一般廃棄物処理施設に係る排出量推計結果(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量 (kg/年)				合計
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	
1	亜鉛の水溶性化合物	1,210				1,210
75	カドミウム及びその化合物	852				852
87	クロム及び三価クロム化合物	3,260				3,260
94	塩化ビニル	75				75
237	水銀及びその化合物	1,750				1,750
272	銅水溶性塩(錯塩を除く。)	1,093				1,093
305	鉛化合物	2,866				2,866
309	ニッケル化合物	1,371				1,371
332	砒素及びその無機化合物	327				327
349	フェノール	1,449				1,449
374	ふっ化水素及びその水溶性塩	130,852				130,852
411	ホルムアルデヒド	31,452				31,452
412	マンガン及びその化合物	243				243
合計		176,800				176,800

産業廃棄物焼却施設に係る排出量

1. 届出外排出量と考えられる排出

産業廃棄物の処理施設について、化学物質の環境への排出可能性、全国における施設数や当該排出に係る測定実施数から、排出量推計が可能と見込まれるものとして、廃棄物の処理及び清掃に関する法律の設置許可対象である焼却施設を推計対象とする。

なお、焼却施設からの化学物質の環境の排出として、大気への排出と公共用水域への排出が挙げられるが、このうち公共用水域への排出については対象化学物質についての測定データが得られていないため推計対象とせず、大気への排出のみを推計対象とする。

2. 推計を行う対象化学物質

焼却施設からの大気への排出に係る定量下限以上の排ガス濃度の測定データが十分得られ、排出量推計が可能と見込まれるものとして金属類 14 物質、有機化合物 16 物質を推計対象とする(表1、表2)。

表1 焼却施設において届出外排出量(大気への排出)の推計対象とする対象化学物質(金属類)

対象化学物質		排出量を算出する場合に 換算する元素等*
物質番号	物質名	
1	亜鉛の水溶性化合物	亜鉛(Zn)
31	アンチモン及びその化合物	アンチモン(Sb)
44	インジウム及びその化合物	インジウム(In)
75	カドミウム及びその化合物	カドミウム(Cd)
82	銀及びその水溶性化合物	銀(Ag)
87	クロム及び三価クロム化合物	クロム(Cr)
132	コバルト及びその化合物	コバルト(Co)
272	銅水溶性塩(錯塩を除く。)	銅(Cu)
305	鉛化合物	鉛(Pb)
309	ニッケル化合物	ニッケル(Ni)
321	バナジウム化合物	バナジウム(V)
332	砒素及びその無機化合物	砒素(As)
412	マンガン及びその化合物	マンガン(Mn)
453	モリブデン及びその化合物	モリブデン(Mo)

※:「排出量を算出する場合に換算する元素等」は、PRTR 排出量等算出マニュアル(第 4.2 版)に基づく。

表2 焼却施設において届出外排出量(大気への排出)の推計対象とする対象化学物質(有機化合物)

対象化学物質	
物質番号	物質名
12	アセトアルデヒド
53	エチルベンゼン
80	キシレン
125	クロロベンゼン
127	クロロホルム
150	1,4-ジオキサン
178	1,2-ジクロロプロパン
181	ジクロロベンゼン
262	テトラクロロエチレン
281	トリクロロエチレン
296	1,2,4-トリメチルベンゼン
297	1,3,5-トリメチルベンゼン
300	トルエン
392	ノルマル-ヘキサン
400	ベンゼン
411	ホルムアルデヒド

3. 推計方法

測定データから、焼却施設に係る金属類の大気への排出実態は、主要な処理廃棄物の種類や焼却施設に設置されている排ガス処理設備等によって異なる傾向を示すことが示唆された。そこで、金属類については主要な処理廃棄物や排ガス処理設備により施設を類型化し、その施設類型ごとに排出量を推計することとした。

一方で、主に焼却時の副生成に由来すると考えられる有機化合物の大気への排出実態は、主要な処理廃棄物の種類や焼却炉内の温度等の燃焼条件により傾向が異なる可能性があるが、測定データからは明確な違いがあるとは言えなかった。そのため、有機化合物については、施設を類型化せずに排出量を推計することとした。なお、今後の測定データの充実により、主要な処理廃棄物の種類等によって排出実態が異なる傾向が示された場合には、金属類と同様に施設の類型化を行い、施設類型ごとに排出量を検討することが考えられる。

また、焼却施設からの排出は、処理される廃棄物量に比例すると考えられるため、金属類については、測定データをもとに算定した全国における「処理廃棄物中の含有濃度」(mg/kg)を都道府県別・施設類型別の産業廃棄物焼却施設における年間焼却処理量(t-waste)に乗じて焼却処理施設への流入量を求め、これに測定データをもとに算定した「焼却による排出率」(%)を乗じることにより、都道府県別の対象化学物質の排出量を推計した(図1)。有機化合物についても、測定データをもとに全国における「焼却処理量1トン当たりの化学物質質量」(mg/t-waste)を算定し、都道府県別の産業廃棄物焼却施設における年間焼却処理量(t-waste)を乗じることにより、都道府県別の対象化学物質の排出量を推計した(図2)。

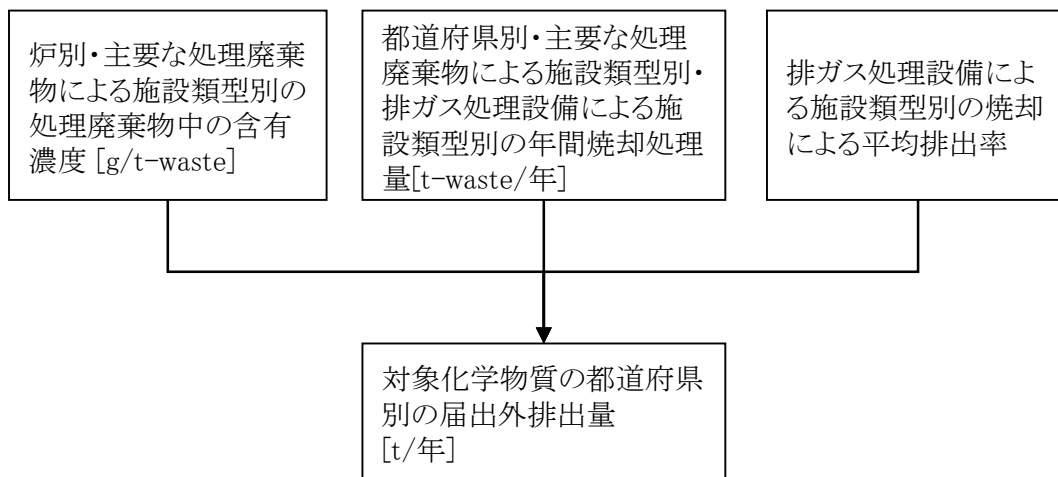


図1 焼却施設に係る排出量の推計フロー(金属類)

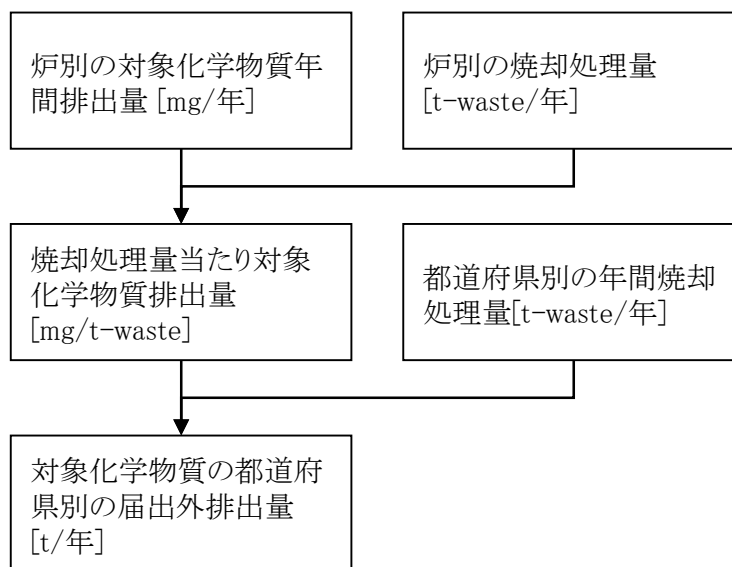


図2 焼却施設に係る排出量の推計フロー(有機化合物)

4. 推計結果

産業廃棄物焼却施設に係る対象化学物質別の推計結果を表3に示す。対象化学物質の排出量の合計は約 239t と推計された。

表3 産業廃棄物焼却施設に係る排出量推計結果(令和2年度:全国)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
1	亜鉛の水溶性化合物	52,288				52,288
12	アセトアルデヒド	23,047				23,047
31	アンチモン及びその化合物	1,371				1,371
44	インジウム及びその化合物	4.3				4.3
53	エチルベンゼン	3,257				3,257
75	カドミウム及びその化合物	1,511				1,511
80	キシレン	16,840				16,840
82	銀及びその水溶性化合物	2,292				2,292
87	クロム及び三価クロム化合物	882				882
125	クロロベンゼン	1,384				1,384
127	クロロホルム	1,439				1,439
132	コバルト及びその化合物	57				57
150	1,4-ジオキサン	1,972				1,972
178	1,2-ジクロロプロパン	2,177				2,177
181	ジクロロベンゼン	5,374				5,374
262	テトラクロロエチレン	2,440				2,440
272	銅水溶性塩(錯塩を除く。)	5,751				5,751
281	トリクロロエチレン	3,421				3,421
296	1,2,4-トリメチルベンゼン	60,732				60,732
297	1,3,5-トリメチルベンゼン	5,898				5,898
300	トルエン	756				756
305	鉛化合物	9,180				9,180
309	ニッケル化合物	3,174				3,174
321	バナジウム化合物	140				140
332	砒素及びその無機化合物	423				423
392	ノルマル-ヘキサン	6,690				6,690
400	ベンゼン	18,505				18,505
411	ホルムアルデヒド	6,674				6,674
412	マンガン及びその化合物	1,041				1,041
453	モリブデン及びその化合物	273				273
合計		238,992				238,992

Ⅱ. 推 計 結 果

(省令に基づく集計表以外の集計表)

1-2. 令和2年度に推計対象としなかった排出源

推計していない排出源	推計していない主な理由						備考
	化学物質の種類が不明	全国使用量等が不明	環境への排出率が不明	使用する分野(業種等)が不明	排出係数が不明	活動量等が不明	
対象業種のすそ切り以下(推計していないもの)		○	○				データ数が少なく推計困難
循環水に使用される殺藻剤			○				
非農耕地における農薬に該当しない除草剤	○	○		○			使用量はゼロ又は量的に小さい
肥料		○					物質別の含有率等について情報収集中
塗料中の顔料・可塑剤(塗装ロス以外)			○				長期的に微量のものが排出される状況が不明
接着剤中の可塑剤			○				長期的に微量のものが排出される状況が不明
塗料・接着剤等における含有率が1%未満の物質	○	○	○				接着剤の一部物質は推計している
化粧品	○	○					界面活性剤は推計している
動物用医薬品	○	○	○				畜舎等に散布する殺虫剤等は推計している
家庭用医薬品	○	○	○				
洗浄剤(2-アミノエタノール、エチレンジアミン四酢酸以外)		○					
香料	○	○		○			物質別の使用量等について情報収集中
たばこの煙(推計した9物質以外)					○		
可塑剤			○				塗装ロスによる排出など、ごく一部のみ推計している
難燃剤			○				
銃弾(防衛関係)		○	○				
銃弾(狩猟用)			○				
港湾区域の外を航行する外航船の排気ガス						○	
河川、湖等を航行する動力船の排気ガス						○	
船底塗料の溶出	○	○	○				
写真用・薬剤散布用等の航空機の排気ガス						○	○
ヘリコプターの排気ガス						○	○
自衛隊の車両・航空機等の排気ガス						○	○
海上保安庁の船舶等の排気ガス(港湾区域以外)						○	○
水道(クロホルムなどトリハロメタンに該当する3物質以外)						○	○
家庭用石油ストーブ等の燃焼機器の排気ガス						○	○
廃棄物処理施設からの排出	○	○	○				一部の産業廃棄物焼却施設からの排出は推計している。
石油製品等に含まれる重金属類の排出	○		○				石炭火力発電所からの排出は推計している
自動車タイヤ・電線等の摩耗による排出	○		○				鉄道車両由来の石綿は推計している

物質番号	対象化学物質 物質名	年間排出量(kg/年、ダイオキシン類はmg-TEQ/年)																					合計		
		1 対象業種の事業者の すそ切り以下	2 農薬	3 殺虫剤	4 接着剤	5 塗料	6 漁網防汚 剤	7 洗浄剤・ 化粧品等	8 防虫剤・ 消臭剤	9 汎用エン ジン	10 たばこの 煙	11 自動車	12 二輪車	13 特殊自動 車	14 船舶	15 鉄道車 両	16 航空 機	17 水道	18 オゾン層 破壊物質	19 ダイオ キシン 類	20 低含有率 物質	21 下水処理 施設		22 一般廃棄 物処理施 設	23 産業廃棄 物焼却施 設
348	フェニレンジアミン																					333			333
349	フェノール	2,556																				114	1,449		4,119
350	ベルメリン		10,776	9,333																					20,110
351	1,3-ブタジエン									13,845	35,895	576,072	12,338	44,690	271,802	14,207	9,924					11			978,783
352	フタル酸ジアルル																					4.9			4.9
353	フタル酸ジエチル																					4.9			4.9
354	フタル酸ジ-n-ルマル-ブチル	741	1,934			22,932																			25,607
355	フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)	10,889																				1,241			12,130
356	フタル酸/n-ルマル-ブチル=ベンジル	337																							337
357	ブプロフェジン		48,222																						48,222
358	テブフェノジド		5,565																						5,565
359	n-ルマル-ブチル-2, 3-エポキシプロピ ルエーテル																					1.0			1.0
360	ペノミル		97,300																						97,300
361	シハロホップブチル		45,316																						45,316
362	ジアフェンチウロン		10,300																						10,300
363	オキサジアン		16,072																						16,072
364	フェンピロキシメート		3,322																						3,322
365	BHA																								
366	ターシャリーブチル=ヒドロペルオキシド																					2.0			2.0
367	オルト-セカンダリーブチルフェノール																								
368	4-ターシャリーブチルフェノール	17																				11			28
369	プロバルキット		16,266																						16,266
370	ピリダベン		5,523																						5,523
371	テブフェンピラド		1,220																						1,220
372	N-(ターシャリーブチル)-2-ベンゾチ アゾールスルフェニアミド	680																							680
373	2-ターシャリーブチル-5-メチルフェ ノール																								
374	ふっ化水素及びその水溶性塩	78,103																				767,683	130,852		976,638
375	2-ブチナール																								
376	ブタクロール		141,515																						141,515
377	フラン																								
378	プロピネブ		169,960																						169,960
379	2-プロピニ-1-オール																					5.0			5.0
380	ハロン-1211																								
381	ブロモジクロメタン																36,923					13,264			50,187
382	ハロン-1301																		6,598						6,598
383	プロマシル		101,427																			4.0			101,431
384	1-プロモプロパン	257,877																							257,877
385	2-プロモプロパン																								
386	臭化メチル		380,970																						380,970
387	酸化フェンブタズ																								
388	エンドスルファン																								
389	ヘキサデシルトリメチルアンモニウム=クロ リド	207						25,507														18,056			43,770
390	ヘキサメチレンジアミン																					0.040			0.040
391	ヘキサメチレン=ジイソシアネート	58																				0.019			58
392	ルマル-ヘキサシ	1,935,552			93,225					151,585	3,712,491		87,245									29	6,690		5,986,816
393	ベタナフトール																					2.1			2.1
394	ベリウム及びその化合物																					882			882
395	ペルオキシ二硫酸の水溶性塩	212																							212
396	PFOS																								
397	ベンジリジニトリクロリド																								
398	塩化ベンジル	0.56																							0.56
399	ベンズアルデヒド	0.19								7,968	248,359	7,560	22,851	16,266	3,552							33		306,589	
400	ベンゼン	118,126	415							277,497	29,330	3,857,290	128,561	266,525	486,859	14,207	10,474					133	18,505		5,207,921

物質番号	対象化学物質 物質名	年間排出量(kg/年、ダイオキシン類はmg-TEQ/年)																					合計		
		1 対象業種の事業者の すそ切り以下	2 農薬	3 殺虫剤	4 接着剤	5 塗料	6 漁網防汚 剤	7 洗浄剤・ 化粧品等	8 防虫剤・ 消臭剤	9 汎用エン ジン	10 たばこの 煙	11 自動車	12 二輪車	13 特殊自動 車	14 船舶	15 鉄道車 両	16 航空 機	17 水道	18 オゾン層 破壊物質	19 ダイオ キシン 類	20 低含有率 物質	21 下水処理 施設		22 一般廃棄 物処理施 設	23 産業廃棄 物焼却施 設
401	1, 2, 4-ベンゼントリカルボン酸1, 2-無水物	0.003																						0.003	
402	メフェナセツ		26,944																					26,944	
403	ペンゾフェノン	0.26																				0.20		0.46	
404	ベンタクロフェノール																								
405	ほう素化合物	11,548	6,313	3,707			1,467														1,559,544			1,582,578	
406	PCB																								
407	ポリ(オキシエチレン)＝アルキルエーテル(アルキル基の炭素数が12から15までのもの及びその混合物に限る。)	44,794	398,250	1,121				16,440,287														826,851		17,711,303	
408	ポリ(オキシエチレン)＝オクチルフェニルエーテル	3,121	144,134	139				28,185														1,091		176,670	
409	ポリ(オキシエチレン)＝ドデシルエーテル硫酸エステルナトリウム	1,135	704,140					2,990,417														1,323,781		5,019,473	
410	ポリ(オキシエチレン)＝ノニルフェニルエーテル	41,949	307,909	3,125				55,683															8,260	416,925	
411	ホルムアルデヒド	854,429			17,372				85,237	44,109	2,464,922	24,265	742,842	803,106	42,620	4,997						569,640	31,452	6,674	5,691,667
412	マンガン及びその化合物	111																			1,471	908	243	1,041	3,773
413	無水フタル酸	206																				0.52			206
414	無水マレイン酸	0.68	1,752																			2.1			1,754
415	メタクリル酸	2,141																				372			2,513
416	メタクリル酸2-エチルヘキシル																					0.006			0.006
417	メタクリル酸2, 3-エポキシプロピル																								
418	メタクリル酸2-(ジメチルアミノ)エチル	1.5																				0.87			2.4
419	メタクリル酸ノルマルブチル																					0.52			0.52
420	メタクリル酸メチル	35,647			11,146																	358			47,151
421	4-メチルピペリジンオキサセタン-2-オン																								
422	フェリムゾン		79,640																						79,640
423	メチルアミン	0.020																				0.047			0.067
424	メチル＝イソチオシアネート		102,980																						102,980
425	イソプロカルブ																								
426	カルボフラン																								
427	カルバリル		40,065	13,738																					53,803
428	フェノプロカルブ		13,277	17,615																					30,891
429	ハロスルフロメチル		7,775																						7,775
430	インドキサカルブ		1,650																						1,650
431	アゾキシストロピン		69,087																						69,087
432	アミトラズ		6,400																						6,400
433	カーバム		44,150																						44,150
434	オキサミル		6,865																						6,865
435	ピリミノバクメチル		4,466																						4,466
436	アルファ-メチルスチレン																						9.8		9.8
437	3-メチルチオプロパナール																								
438	メチルナフタレン	514	71,953	0.15																			0.027		72,467
439	3-メチルピリジン																						1.9		1.9
440	1-メチル-1-フェニルエチル＝ヒドロペルオキシド	4.8																					27		32
441	2-(1-メチルプロピル)-4, 6-ジニトロフェノール																								
442	メプロニル		7,710																						7,710
443	メゾミル		49,978																						49,978
444	トリプロキシストロピン		9,260																				0.43		9,260
445	クレソキシムメチル		36,842																						36,842
446	4, 4'-メチレンジアニリン																								
447	メチレンビス(4, 1-シクロヘキシレン)＝ジイソシアネート																						0.054		0.054
448	メチレンビス(4, 1-フェニレン)＝ジイソシアネート	3,391																					2.1		3,393
449	フェンメディファム		61,310																				2.6		61,313
450	ピリプチカルブ		14,113																						14,113
451	2-メトキシ-5-メチルアニリン																								
452	2-メルカプトベンゾチアゾール	544																							544
453	モリブデン及びその化合物	140																							140
454	2-(モルホリノジチオ)ベンゾチアゾール	7.9																							7.9
455	モルホリン	971																							971
456	りん化アルミニウム		12,533																				8,611		9,582
457	ジクロロボス			54,488																			39		54,527
458	りん酸トリス(2-エチルヘキシル)																								
459	りん酸トリス(2-クロロエチル)																						108		108
460	りん酸トリトリル	81																					12		93
461	りん酸トリフェニル	601																					1,137		1,738
462	りん酸トリノルマルブチル	0.008																							0.008
	合計	26,010,396	27,763,662	313,658	760,041	24,934,265	4,323,670	28,914,587	6,397,000	1,195,760	655,844	47,457,741	1,078,484	1,927,084	4,057,297	127,888	40,630	123,991	3,856,324	42,202	2,342,313	7,811,251	176,800	238,992	190,507,680

令和2年度 PRTR 届出外排出量の推計方法等の概要

令和4年3月 発行

編集・発行 経済産業省製造産業局化学物質管理課

〒100-8901 東京都千代田区霞が関 1-3-1

URL: http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/index.html

環境省大臣官房環境保健部環境安全課

〒100-8975 東京都千代田区霞が関 1-2-2

URL: <https://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html>

※上記ホームページでは、PRTR の公表に係る各種資料を掲載しています。
