

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

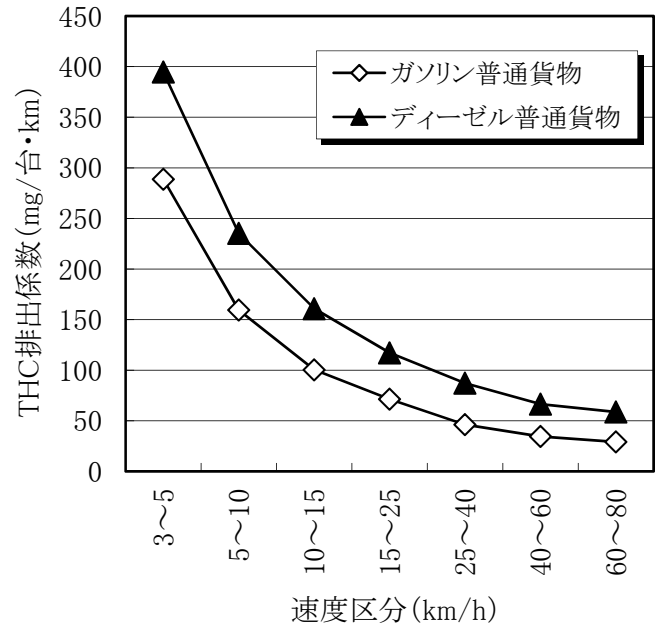
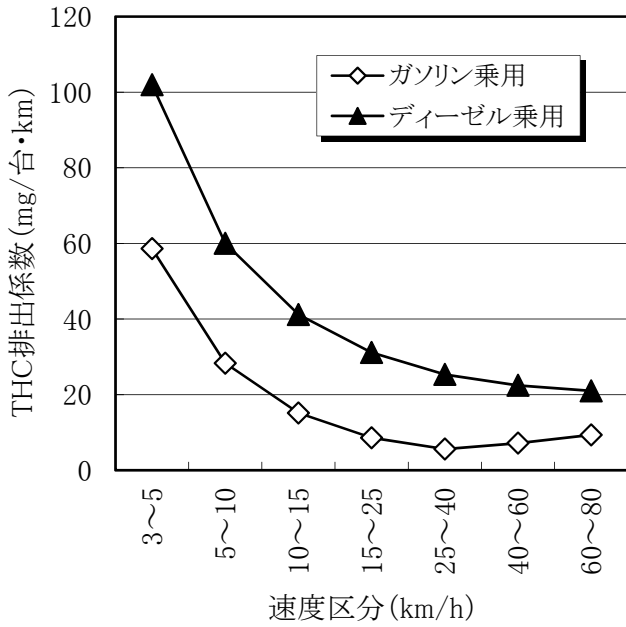
対象化学物質のうち、ホットスタートでの排出が報告され、データが利用可能なアクロレイン(物質番号:10)、アセトアルデヒド(12)、エチルベンゼン(53)、キシレン(80)、スチレン(240)、1, 2, 4-トリメチルベンゼン(296)、1, 3, 5-トリメチルベンゼン(297)、トルエン(300)、1, 3-ブタジエン(351)、ノルマルヘキサン(392)、ベンズアルデヒド(399)、ベンゼン(400)、ホルムアルデヒド(411)の 13 物質について推計を行った。ただし、1, 2, 4-トリメチルベンゼン、ノルマルヘキサンについては、ディーゼル自動車の排出ガスに含まれる濃度を測定した結果、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3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4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3年度)

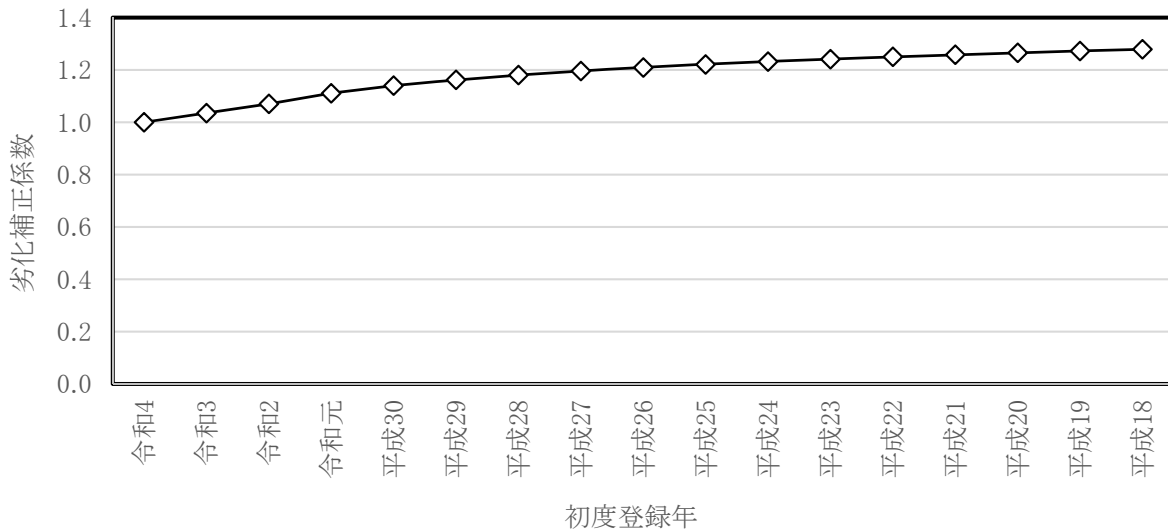
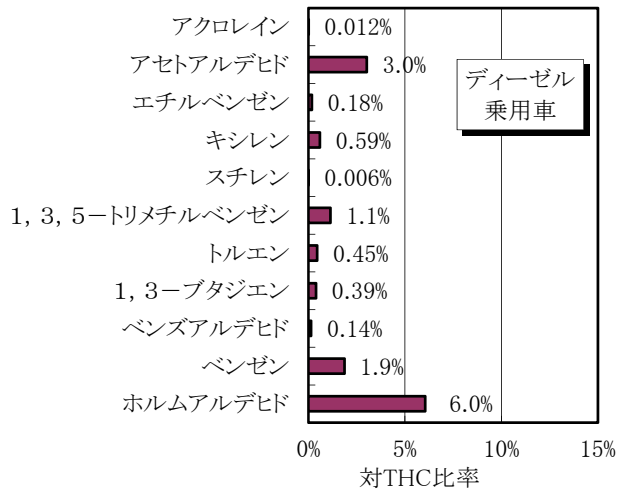
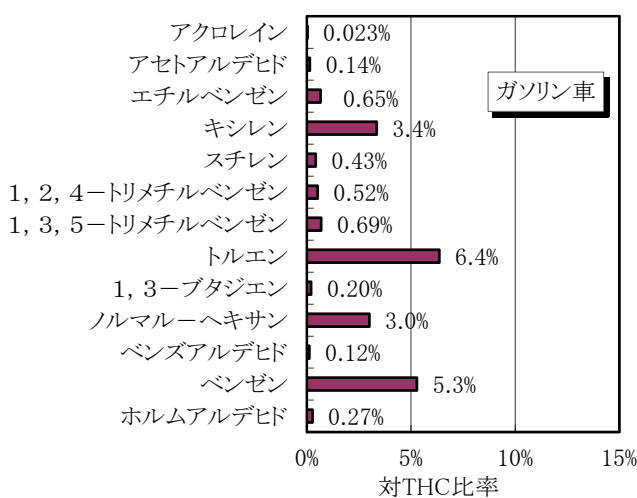
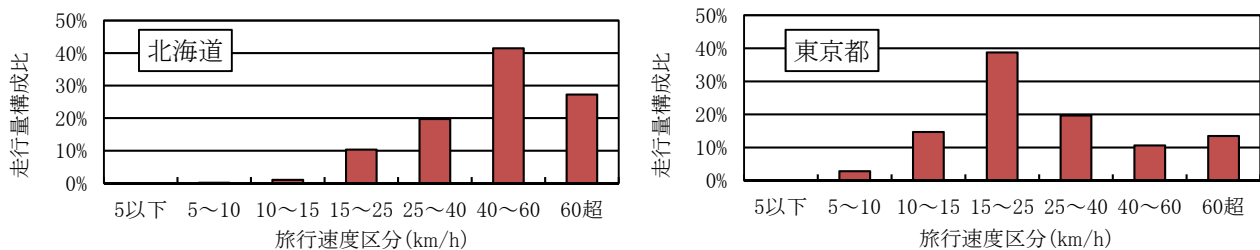


図2 ガソリン乗用車に係る触媒の初度登録年別劣化補正係数の推計結果の例



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3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3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。

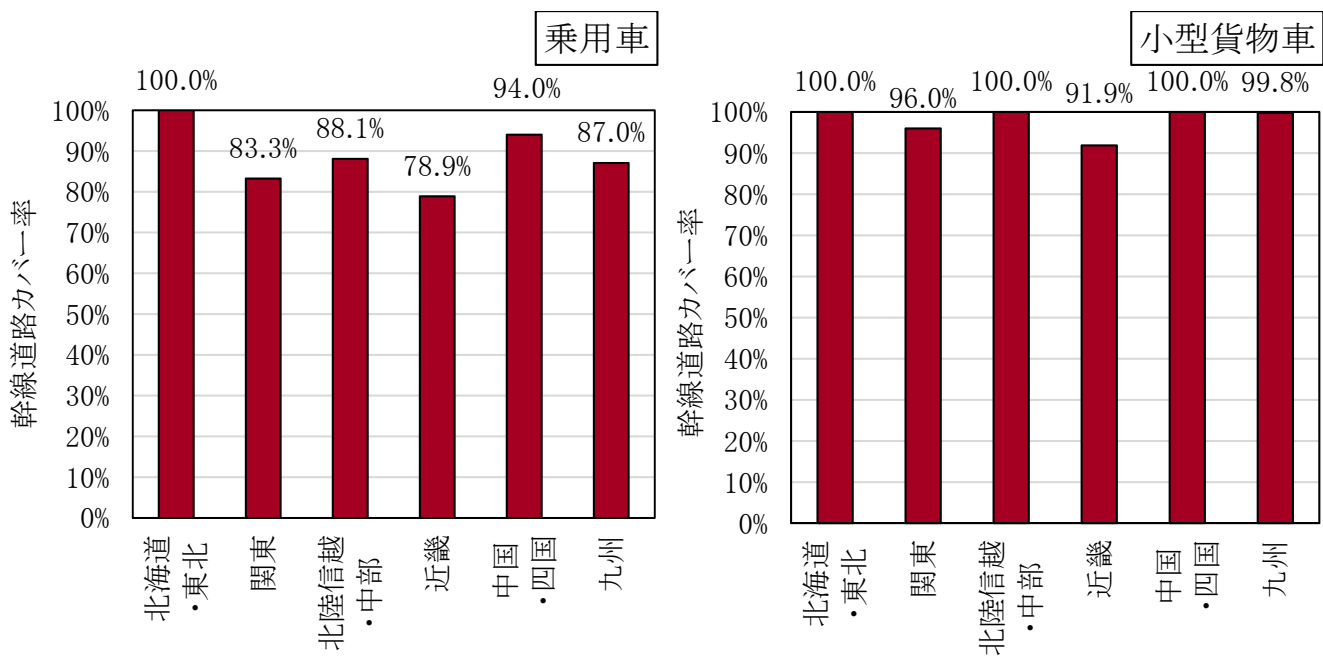
表2 車籍地別走行量の走行する都道府県別構成比の推計結果
(普通貨物車に係る構成比の一部地域における抜粋)

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%				0.2%
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。

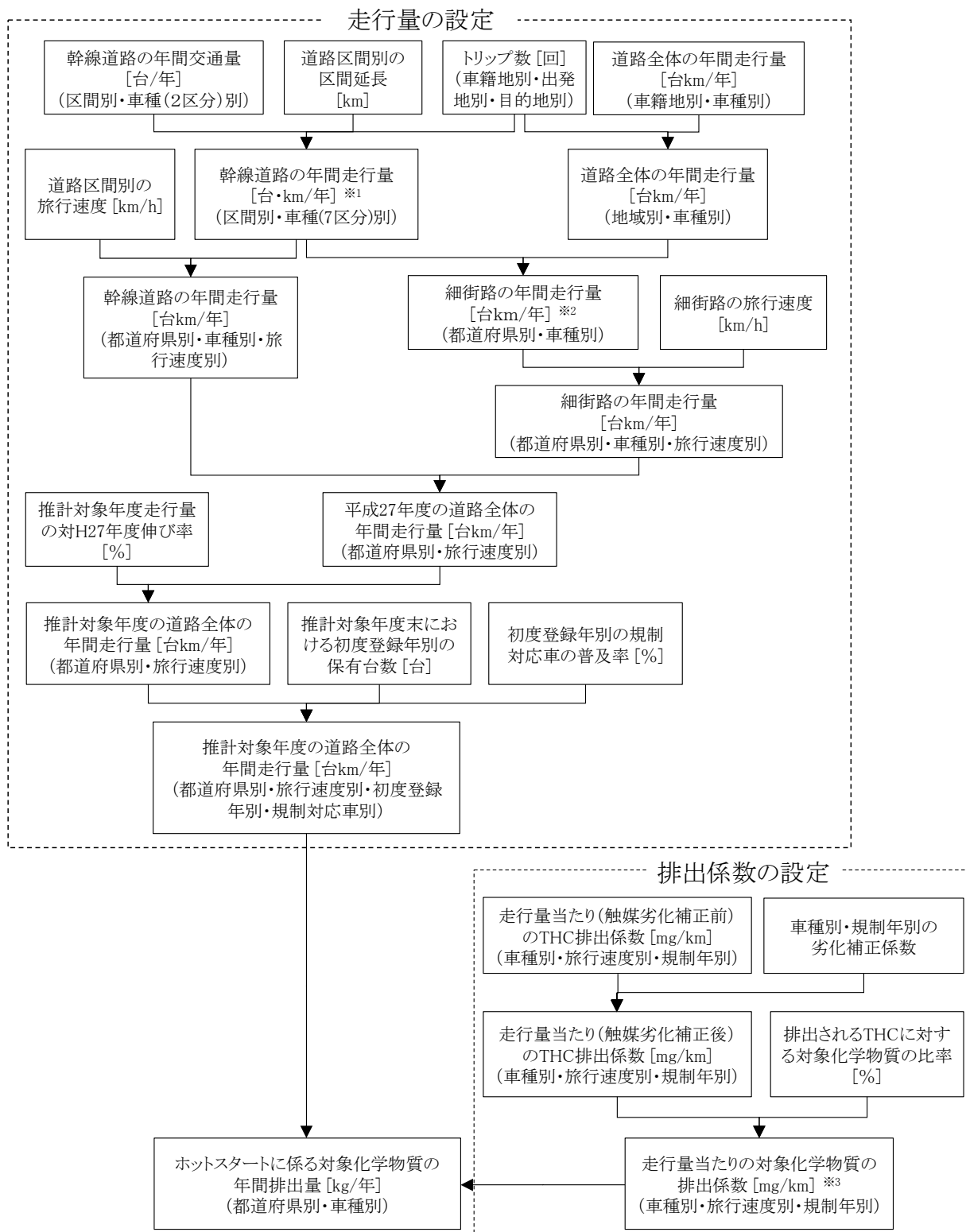
注2:車籍地と同じ都道府県の値を太枠で囲んで示す。



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。前年度推計時には走行量が約 11%減少(令和元年度と令和2年度の比較)したことによる影響が大きく表れたが、令和2年度から令和3年度の走行量の変化は約2%の減少に留まったため、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 4.4 千 t(うち、貨物車類^{*}が約 3.4 千 t)と推計され、令和2年度の約 4.6 千 t(うち、貨物車類が約 3.5 千 t)から4%減少(貨物車類は3%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3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	特種 用途車	
10	アクロレイン	311	611	3,470	1,279	4,501	38,970	8,299	57,441
12	アセトアルデヒド	1,964	14,735	37,121	8,070	47,774	417,476	94,311	621,452
53	エチルベンゼン	9,033	17,136	244	37,111	3,042	878	996	68,439
80	キシレン	46,338	86,657	1,104	190,386	15,414	2,805	4,118	346,823
240	スチレン	5,906	10,791	141	24,267	1,964	350	394	43,814
296	1, 2, 4-トリメチル ベンゼン	7,193	13,113	171	29,552	2,391	426	467	53,314
297	1, 3, 5-トリメチル ベンゼン	9,530	21,603	228	39,157	3,182	684	2,787	77,171
300	トルエン	87,974	162,057	3,534	361,450	31,082	21,433	9,993	677,522
351	1, 3-ブタジエン	2,780	6,520	150	11,423	1,035	1,149	1,118	24,176
392	ノルマル-ヘキサン	41,497	75,654	988	170,495	13,797	2,456	2,692	307,578
399	ベンズアルデヒド	1,674	3,570	40	6,877	558	114	373	13,206
400	ベンゼン	73,035	140,046	10,997	300,071	36,061	108,643	30,357	699,209
411	ホルムアルデヒド	3,707	29,058	87,203	15,231	111,942	980,791	219,535	1,447,467
	合 計	290,942	581,551	145,391	1,195,369	272,744	1,576,174	375,439	4,437,611

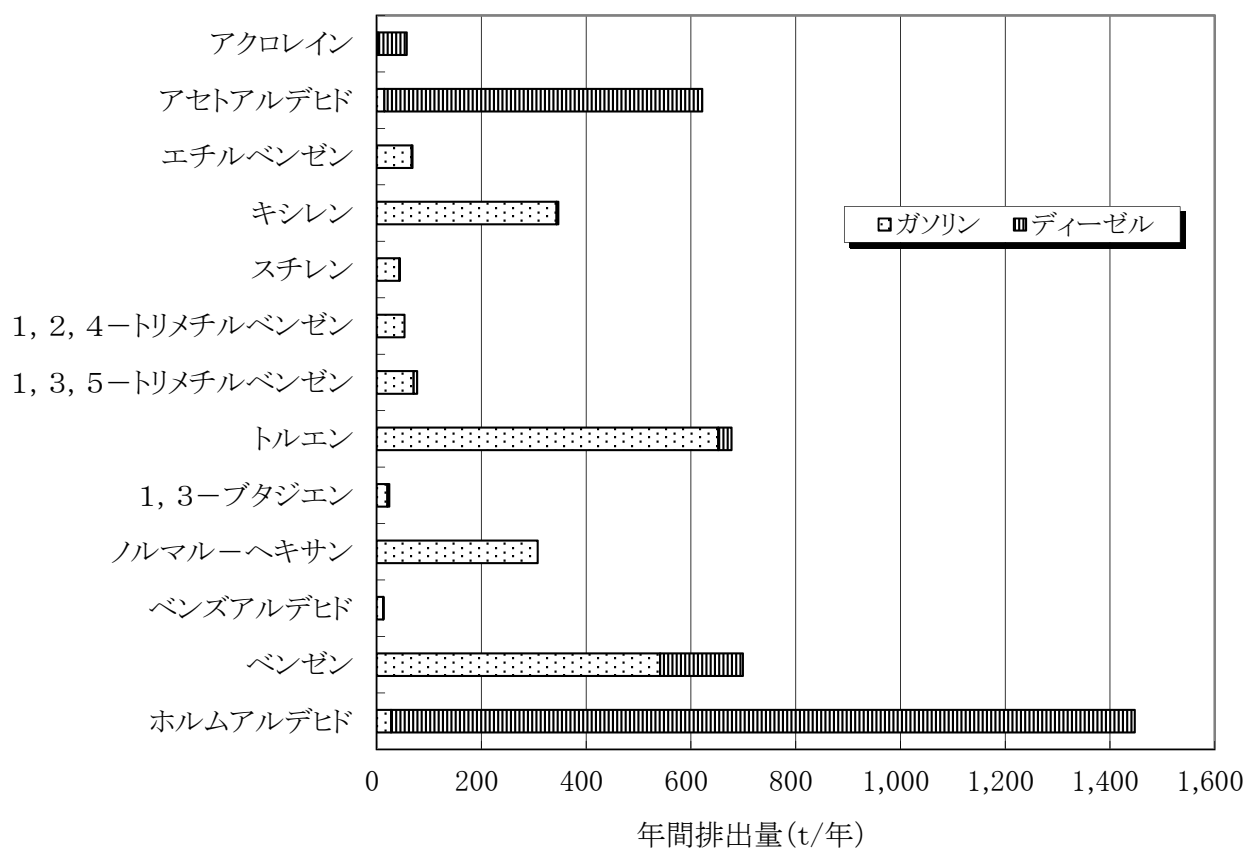


図7 自動車(ホットスタート)に係る対象化学物質別の全国排出量の推計結果(令和3年度)

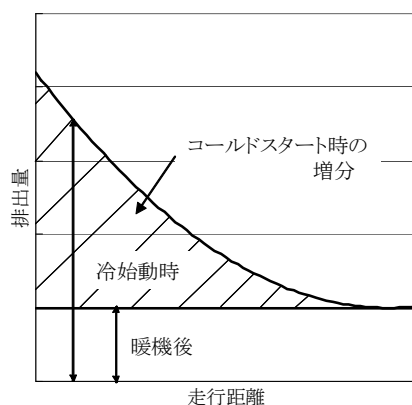
表4 自動車(ホットスタート)に係る排出量推計結果(令和3年度:全国)

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				57,441	57,441
12	アセトアルデヒド				621,452	621,452
53	エチルベンゼン				68,439	68,439
80	キシレン				346,823	346,823
240	スチレン				43,814	43,814
296	1, 2, 4-トリメチルベンゼン				53,314	53,314
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン				77,171	77,171
300	トルエン				677,522	677,522
351	1, 3-ブタジエン				24,176	24,176
392	ノルマル-ヘキサン				307,578	307,578
399	ベンズアルデヒド				13,206	13,206
400	ベンゼン				699,209	699,209
411	ホルムアルデヒド				1,447,467	1,447,467
合 計					4,437,611	4,437,611

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。

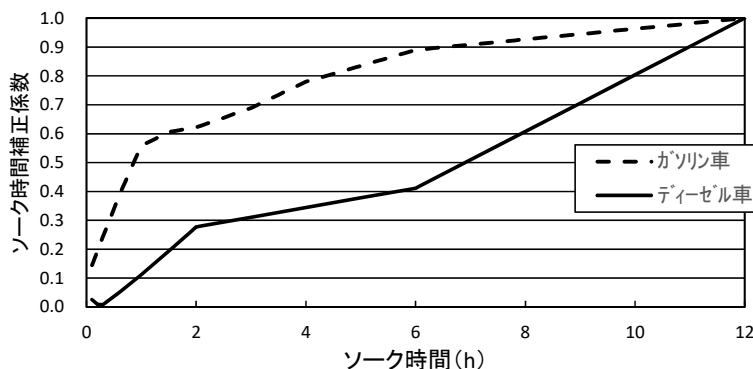
表5 排出に影響を与える因子

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3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	1.63	0.22	9.06	6.48
軽貨物車	1.48	0.12	-	-
小型貨物車	1.10	0.10	9.05	6.47
普通貨物車	1.70	0.24	9.05	6.47
特種用途車	1.27	0.14	8.61	6.17

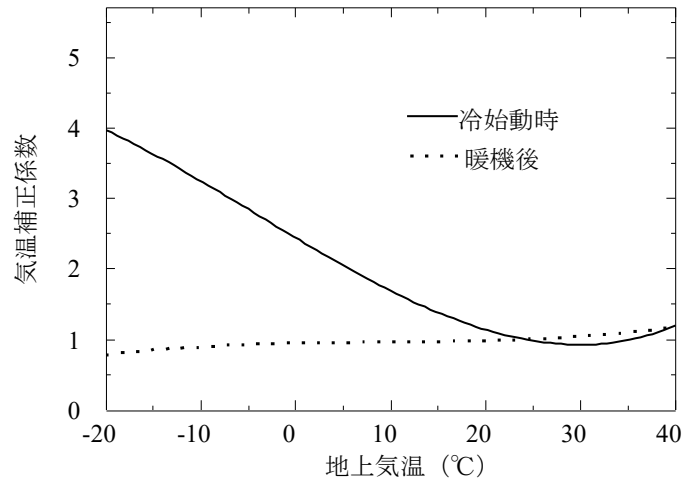
※:「経過年数による補正」とは触媒の劣化による補正と走行係数の低下に関する補正を示す。



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

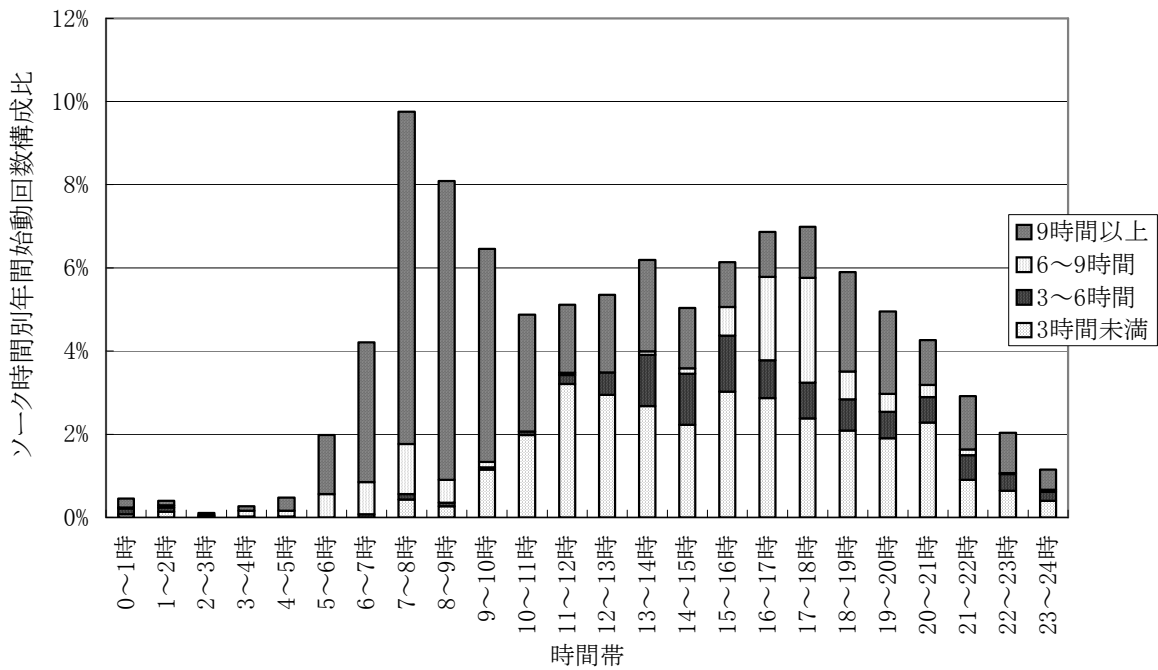
図9 ソーク時間とソーク時間補正係数の関係



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

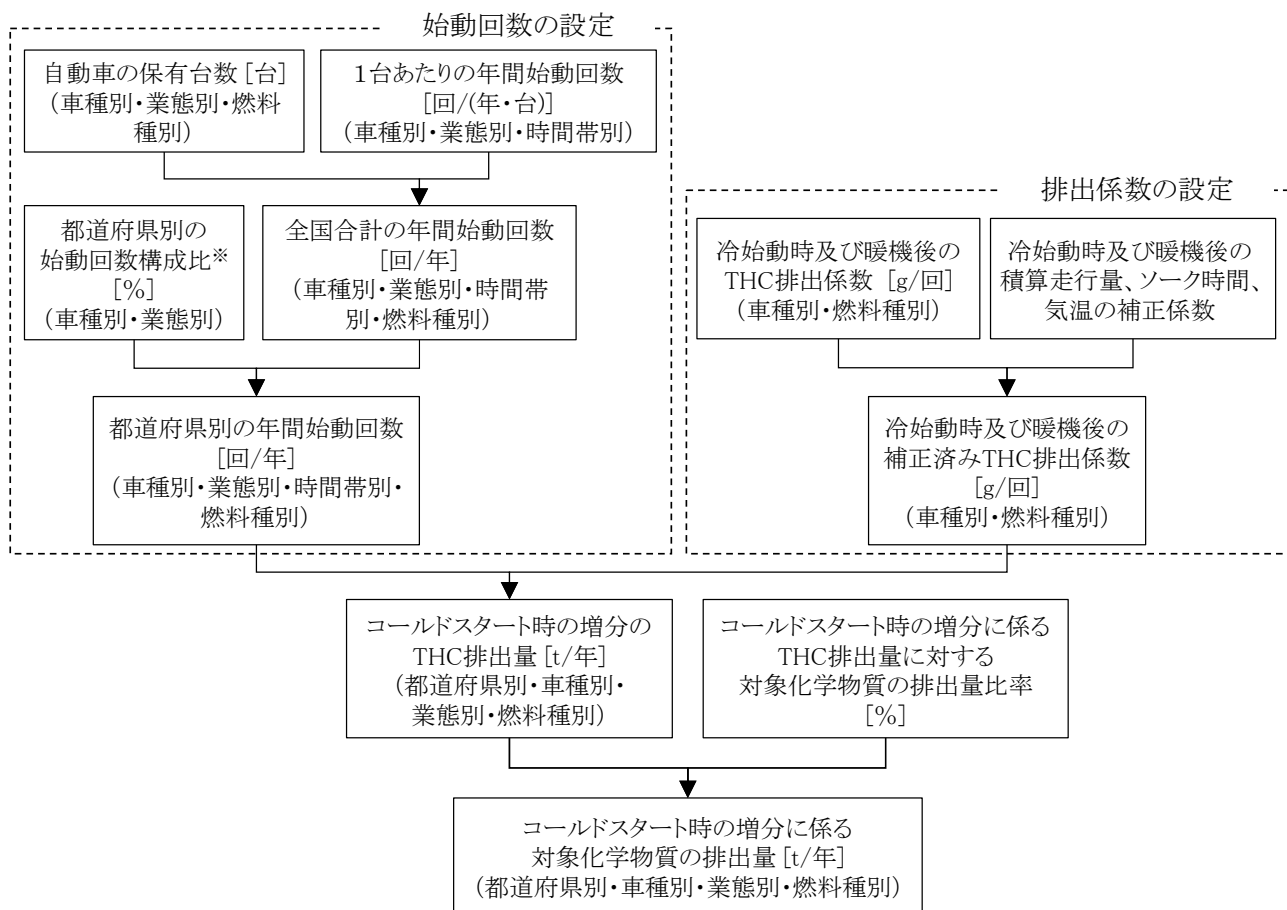
注: 計算式で算出された気温補正係数が1を下回った場合と24°C以上のときは1とみなした。

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3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	30,455	-	30,455
乗用車	33,933	-	33,933
バス	26	87	113
軽貨物車	15,507	-	15,507
小型貨物車	2,109	705	2,814
普通貨物車	243	750	993
特種用途車	406	302	708
合計	82,679	1,844	84,523

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3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	112,444	17,053	129,497
12	アセトアルデヒド	372,884	82,592	455,477
53	エチルベンゼン	2,480,382	559	2,480,940
80	キシレン	9,673,489	2,212	9,675,701
83	クメン	57,049	-	57,049
240	スチレン	477,060	332	477,392
296	1, 2, 4-トリメチルベンゼン	909,473	-	909,473
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	680,451	726	681,178
300	トルエン	15,543,725	7,688	15,551,413
351	1, 3-ブタジエン	546,511	2,249	548,760
392	ノルマル-ヘキサン	2,811,099	-	2,811,099
399	ベンズアルデヒド	234,809	369	235,178
400	ベンゼン	2,860,707	24,151	2,884,858
411	ホルムアルデヒド	926,009	81,486	1,007,495
合 計		37,686,092	219,418	37,905,510

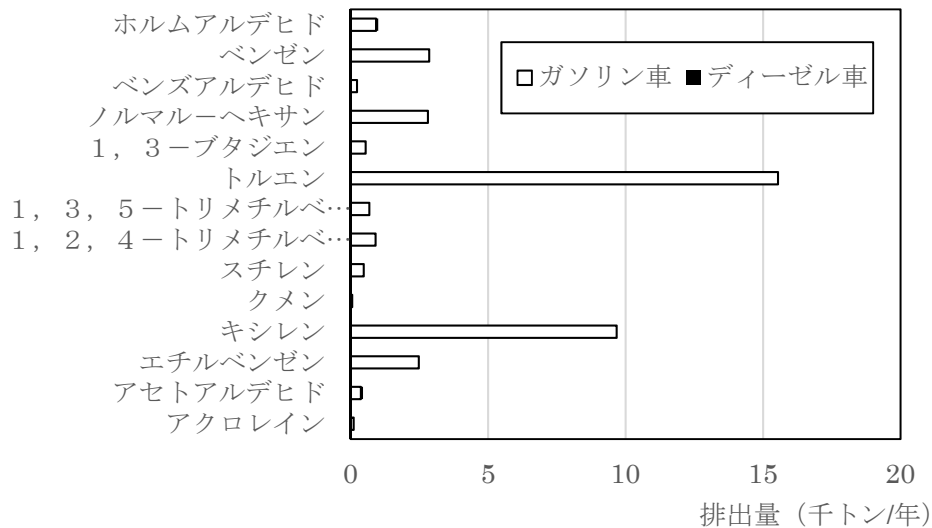


図 13 自動車(コールドスタート時の増分)に係る排出量の推計結果(令和3年度)

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3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				129,497	129,497
12	アセトアルデヒド				455,477	455,477
53	エチルベンゼン				2,480,940	2,480,940
80	キシレン				9,675,701	9,675,701
83	クメン				57,049	57,049
240	スチレン				477,392	477,392
296	1, 2, 4-トリメチルベンゼン				909,473	909,473
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン				681,178	681,178
300	トルエン				15,551,413	15,551,413
351	1, 3-ブタジエン				548,760	548,760
392	ノルマルーヘキサン				2,811,099	2,811,099
399	ベンズアルデヒド				235,178	235,178
400	ベンゼン				2,884,858	2,884,858
411	ホルムアルデヒド				1,007,495	1,007,495
合 計					37,905,510	37,905,510

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。

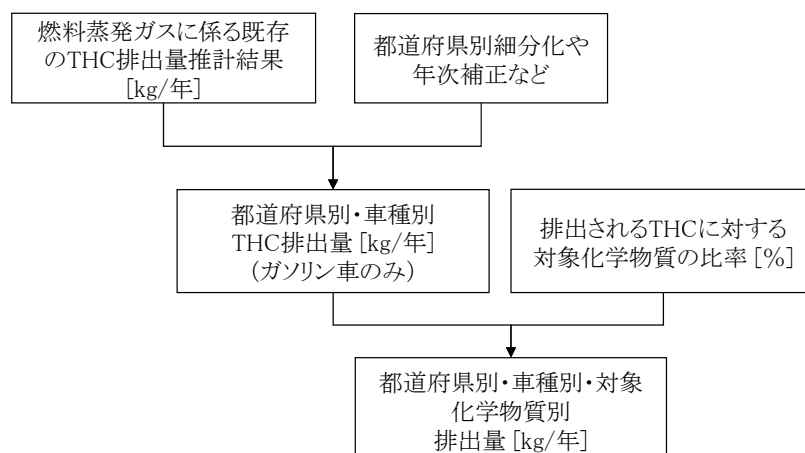


図 14 自動車(燃料蒸発ガス)に係る排出量の推計フロー

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	0.8	1.0	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)」及び「JCAP 技術報告書、大気モデル技術報告書(1)(平成 14 年3月、一般財団法人石油産業活性化センター・JCAP 推進室)」に基づき作成

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 5.0 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3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				163,918	163,918
80	キシレン				734,629	734,629
296	1, 2, 4- トリメチルベンゼン				570,858	570,858
297	1, 3, 5- トリメチルベンゼン				111,654	111,654
300	トルエン				2,618,356	2,618,356
302	ナフタレン				19,440	19,440
351	1, 3- ブタジエン				3,745	3,745
392	ノルマルヘキサン				569,775	569,775
400	ベンゼン				233,799	233,799
合 計					5,026,173	5,026,173

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 4.9t 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3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	117	28	145
12	アセトアルデヒド	489	117	605
53	エチルベンゼン	63	15	78
80	キシレン	218	52	270
240	スチレン	71	17	88
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	62	15	76
300	トルエン	251	60	310
351	1, 3-ブタジエン	117	28	145
399	ベンズアルデヒド	58	14	72
400	ベンゼン	303	72	376
411	ホルムアルデヒド	2,240	535	2,774
合 計		3,988	952	4,940

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3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				145	145
12	アセトアルデヒド				605	605
53	エチルベンゼン				78	78
80	キシレン				270	270
240	スチレン				88	88
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン				76	76
300	トルエン				310	310
351	1, 3-ブタジエン				145	145
399	ベンズアルデヒド				72	72
400	ベンゼン				376	376
411	ホルムアルデヒド				2,774	2,774
合 計					4,940	4,940

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9%程度)や最新規制対応車の割合の増加(原付一種では8%減、原付二種では2%減、軽二輪では14%減、小型二輪では10%減)により令和2年度(約 2.2 千t)と比較して THC 排出量は約9%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	1,020
原付二種	330
軽二輪	231
小型二輪	375
合計	1,956

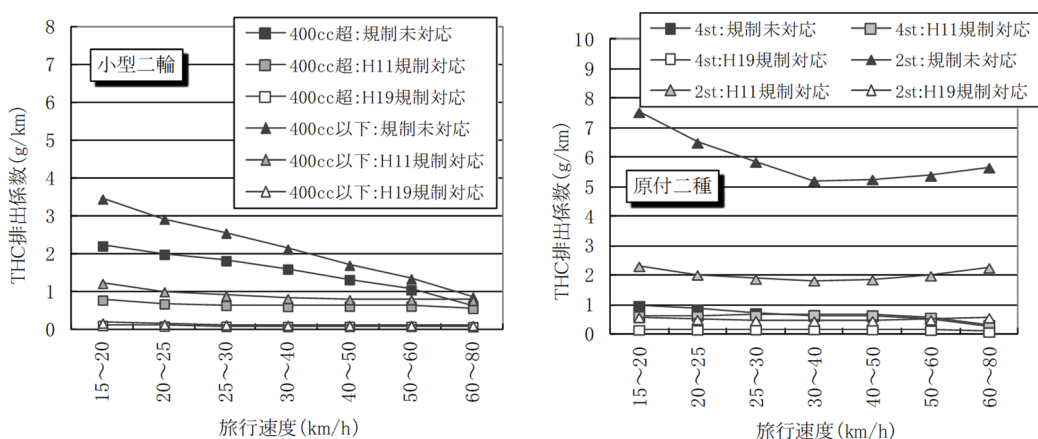
上記により算出した THC 排出量に対して、THC 排出量に対する対象化学物質の排出量の比率(環境省環境管理技術室及び(一社)日本自動車工業会の実測データに基づき設定)を乗じて、対象化学物質の都道府県別排出量を推計した。THC 排出量に対する対象化学物質の排出量の比率は表 2 に示すとおりである。

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)。

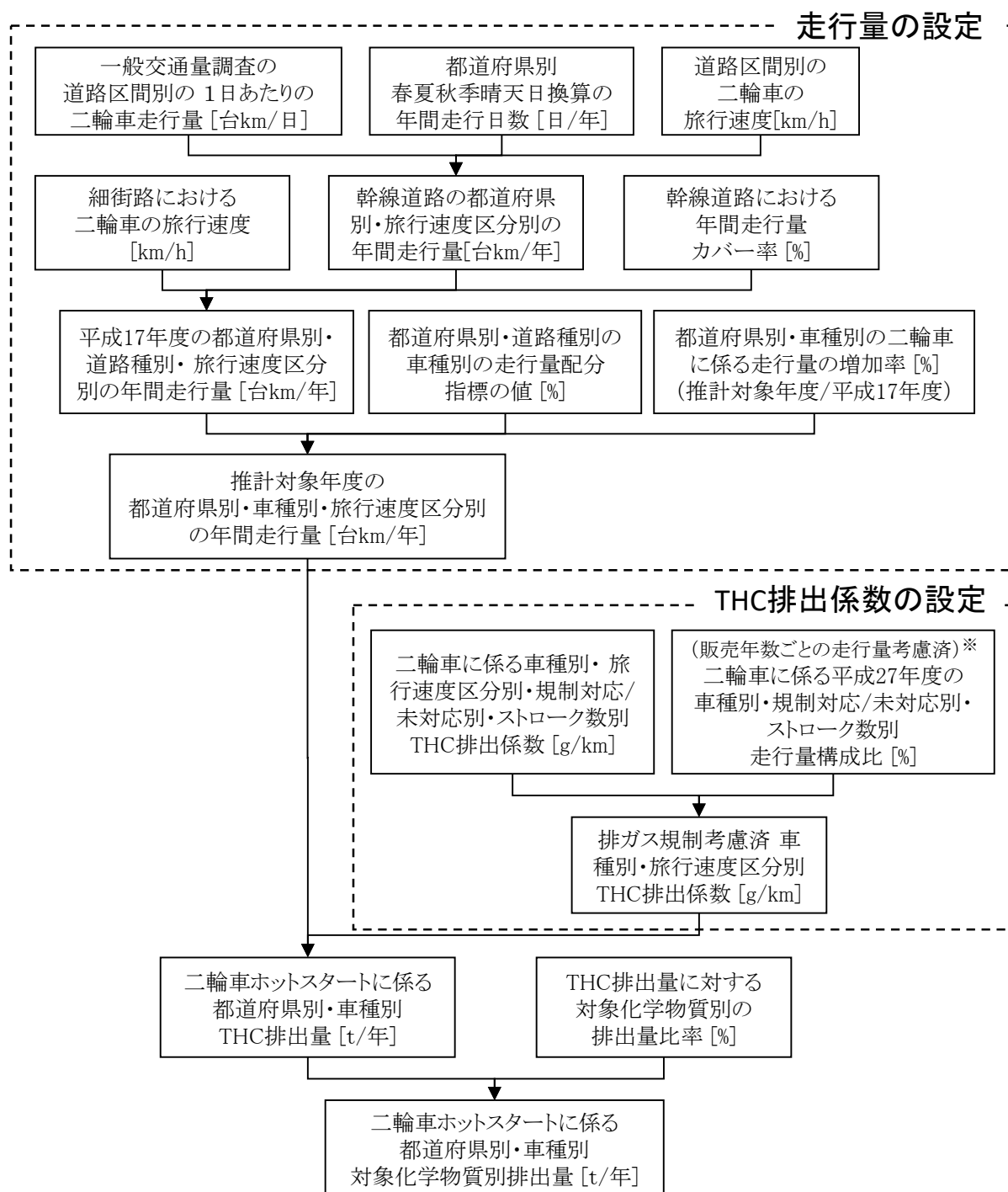


出典:環境省環境管理技術室調べ(平成15年3月)

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579tと推計された。

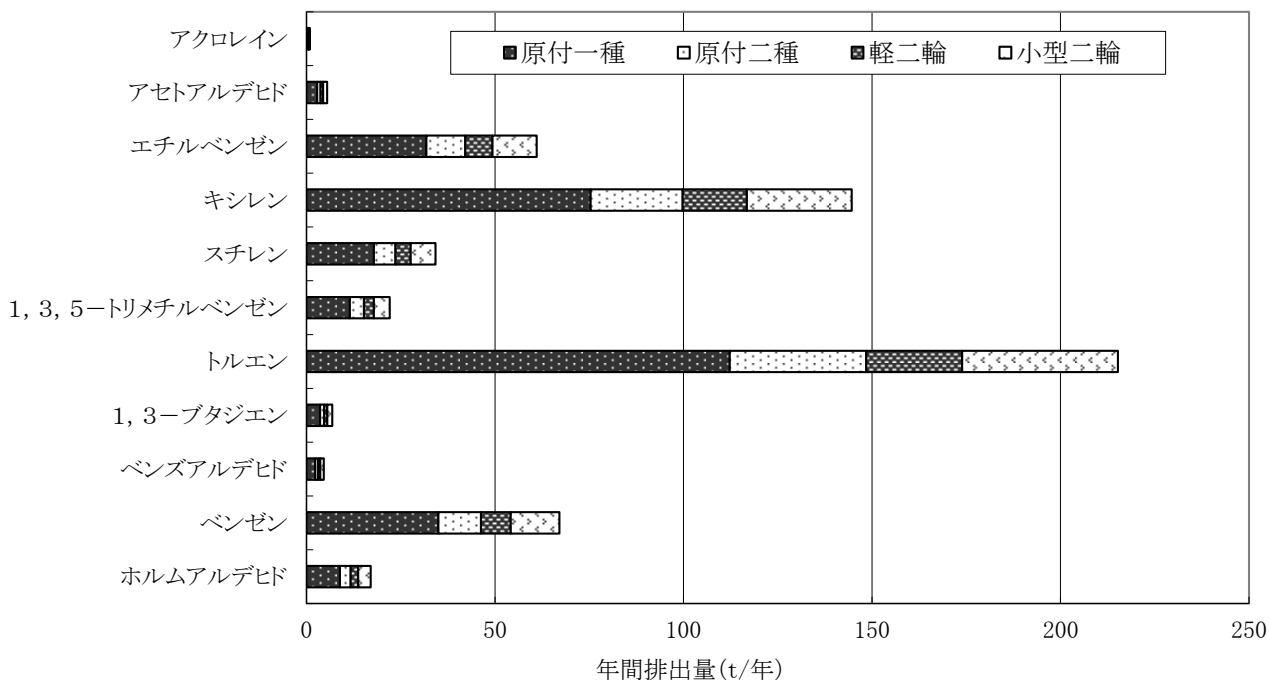


図3 二輪車(ホットスタート)に係る対象化学物質別の全国排出量の推計結果(令和3年度)

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3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				885	885
12	アセトアルデヒド				5,478	5,478
53	エチルベンゼン				61,041	61,041
80	キシレン				144,589	144,589
240	スチレン				34,252	34,252
297	1,3,5-トリメチルベンゼン				22,122	22,122
300	トルエン				215,197	215,197
351	1,3-ブタジエン				6,866	6,866
399	ベンズアルデヒド				4,571	4,571
400	ベンゼン				67,063	67,063
411	ホルムアルデヒド				17,022	17,022
合計					579,085	579,085

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。

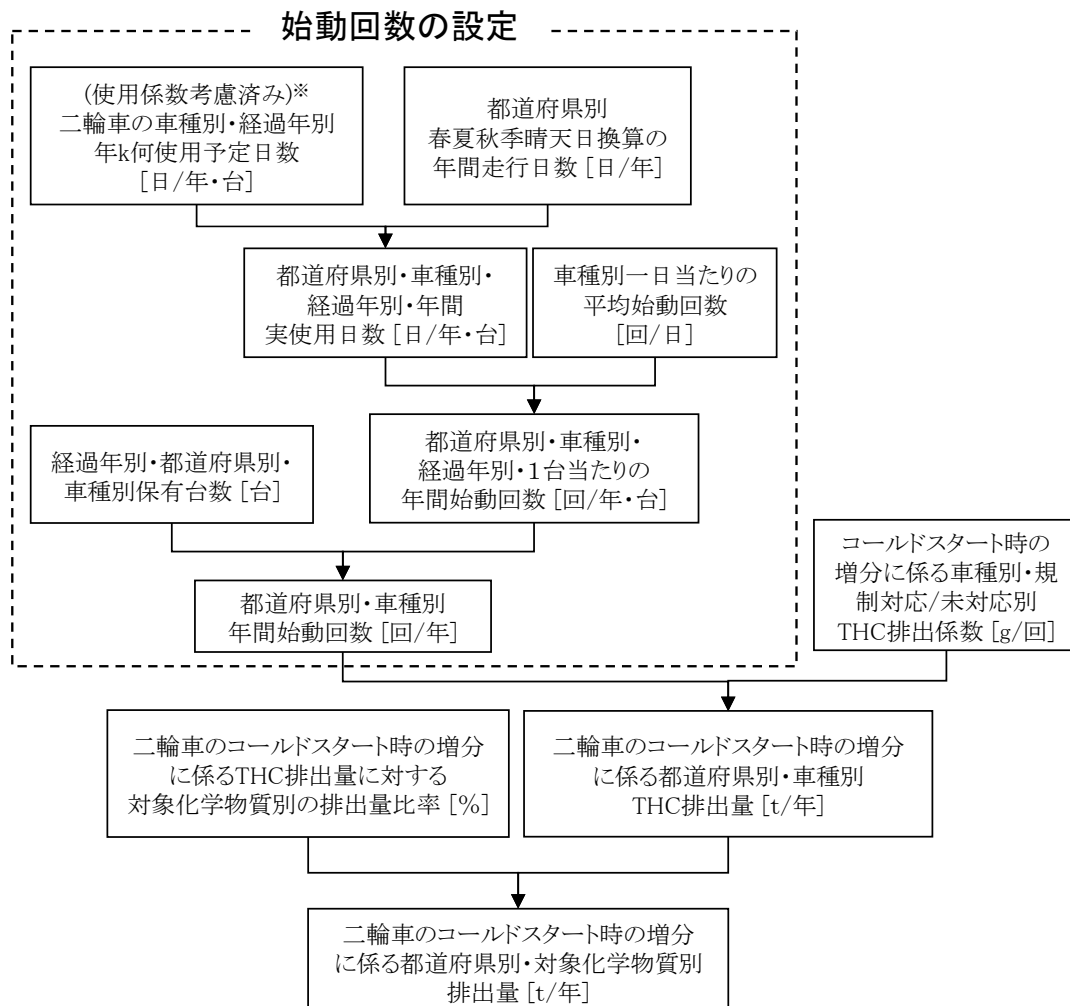
表 4 車種別 THC 排出係数の推計結果(令和3年度)

車種	THC 排出係数(g/回)	
	規制未対応	規制対応
原付一種	1.53	0.93
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 313t 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	689
原付二種	89
軽二輪	154
小型二輪	180
合計	1,111

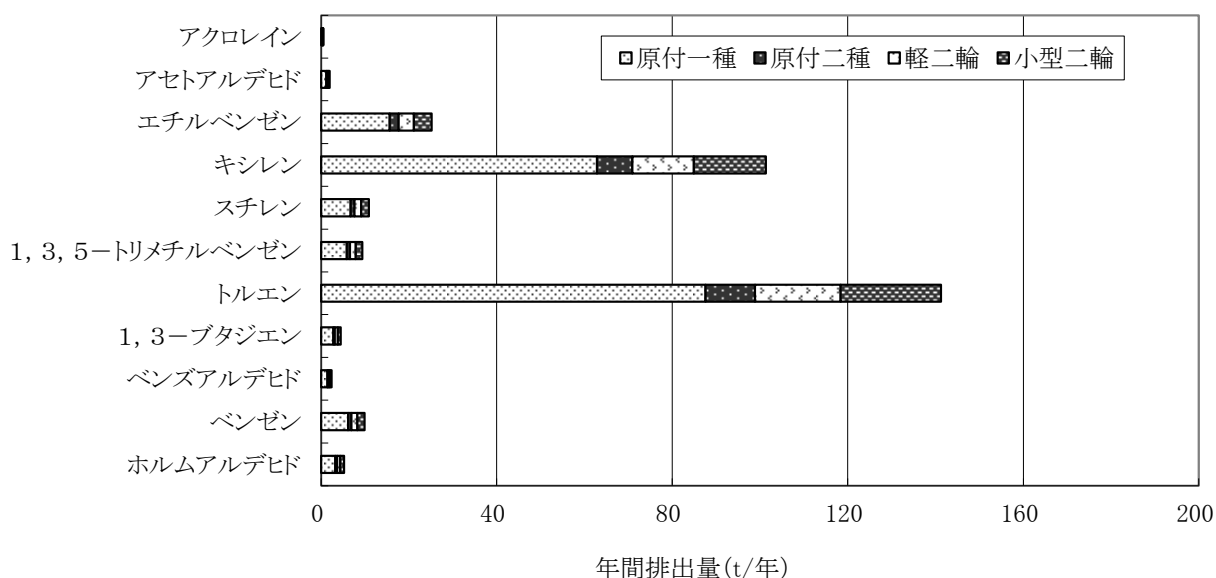


図 5 二輪車(コールドスタート時の増分)に係る対象化学物質別の全国排出量の推計結果(令和3年度)

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3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				526	526
12	アセトアルデヒド				1,971	1,971
53	エチルベンゼン				25,231	25,231
80	キシレン				101,368	101,368
240	スチレン				10,903	10,903
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン				9,423	9,423
300	トルエン				141,227	141,227
351	1, 3-ブタジエン				4,525	4,525
399	ベンズアルデヒド				2,395	2,395
400	ベンゼン				9,926	9,926
411	ホルムアルデヒド				5,243	5,243
合計					312,739	312,739

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	0.5%
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)

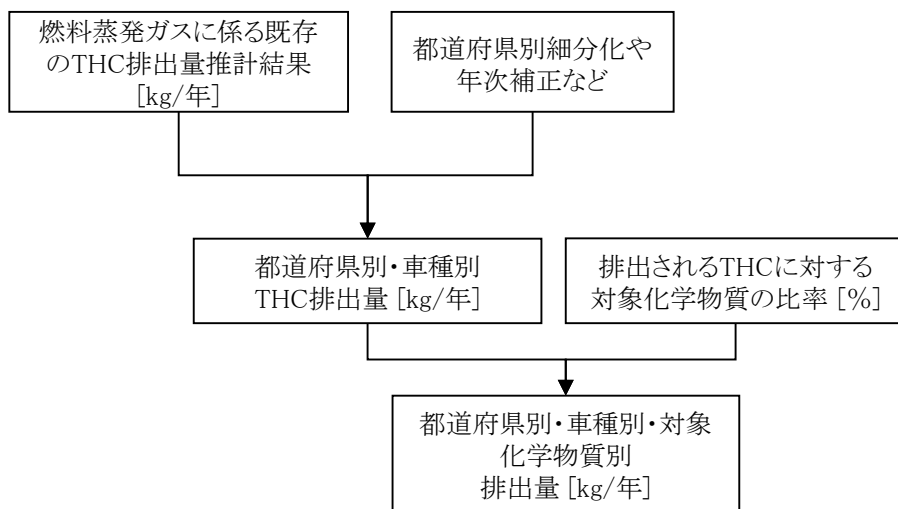


図6 二輪車(燃料蒸発ガス)に係る排出量の推計フロー

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 109t 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	1,126
原付二種	845
軽二輪	773
小型二輪	1,615
合計	4,359

表 11 二輪車(燃料蒸発ガス)に係る排出量の推計結果(令和3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				21,793	21,793
300	トルエン				43,587	43,587
400	ベンゼン				43,587	43,587
合計					108,966	108,966

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。

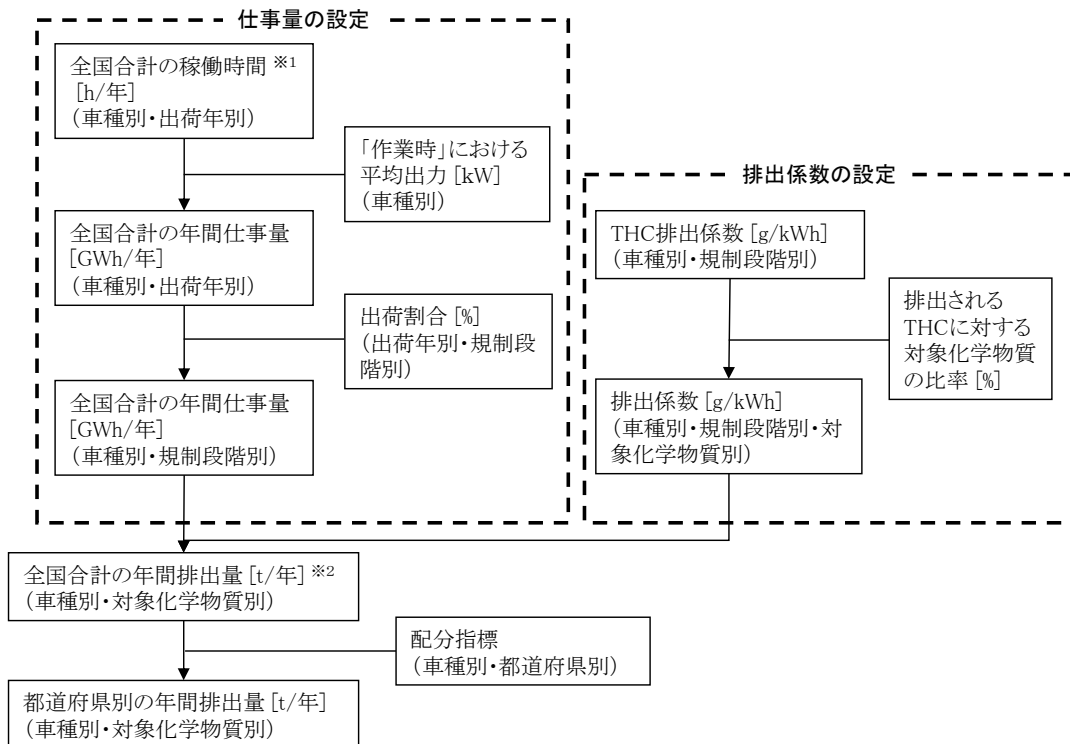
3. 推計方法

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。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3年度)

用途	THC 排出量(t/年)
建設機械	1,929
農業機械	1,284
産業機械	9,424
合計	12,637

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	0.69%	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

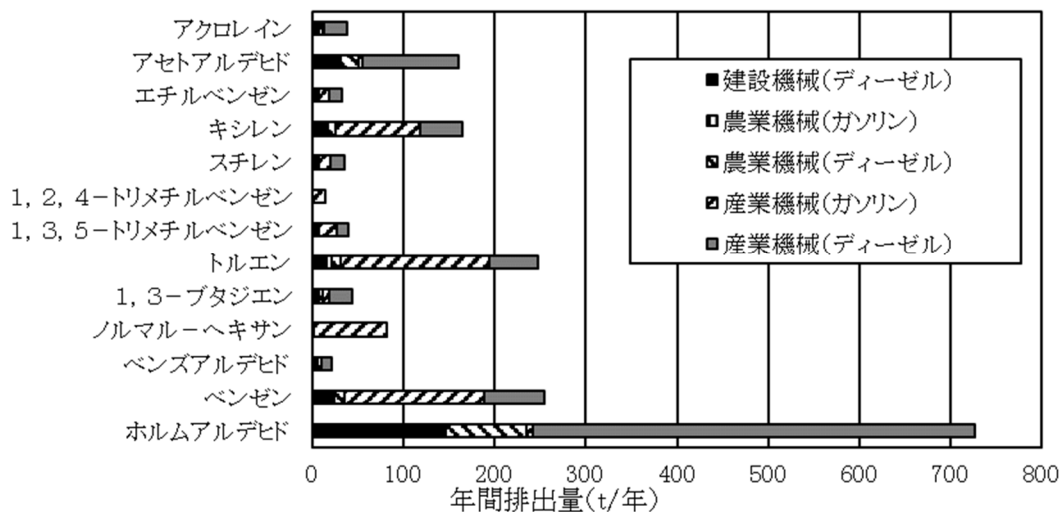


図2 特殊自動車(建設機械・農業機械・産業機械)に係る排出量推計結果(令和3年度:全国)

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3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				38,160	38,160
12	アセトアルデヒド				160,901	160,901
53	エチルベンゼン				32,667	32,667
80	キシレン				165,445	165,445
240	スチレン				35,525	35,525
296	1, 2, 4-トリメチルベンゼン				14,298	14,298
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン				40,319	40,319
300	トルエン				248,018	248,018
351	1, 3-ブタジエン				43,480	43,480
392	ノルマル-ヘキサン				82,487	82,487
399	ベンズアルデヒド				22,210	22,210
400	ベンゼン				254,682	254,682
411	ホルムアルデヒド				726,339	726,339
合 計					1,864,530	1,864,530

(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。

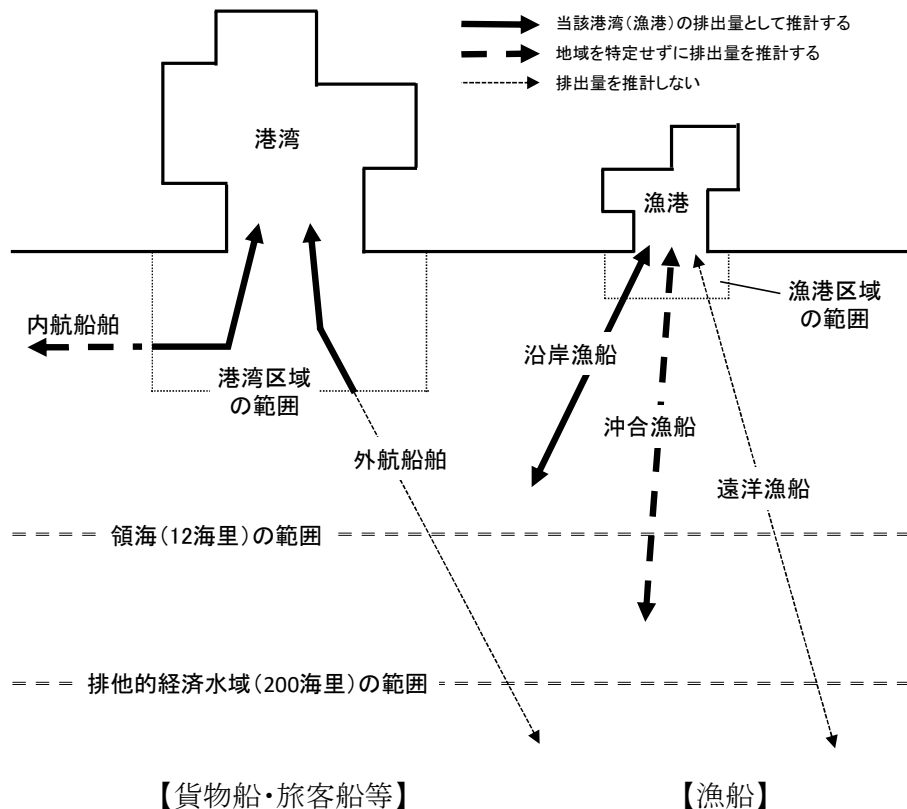


図1 船舶に係る排出量の推計範囲

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)

注：表中のkWは機関定格出力(kW)を、GTは平均総トン数(GT)をそれぞれ示す。

※：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)

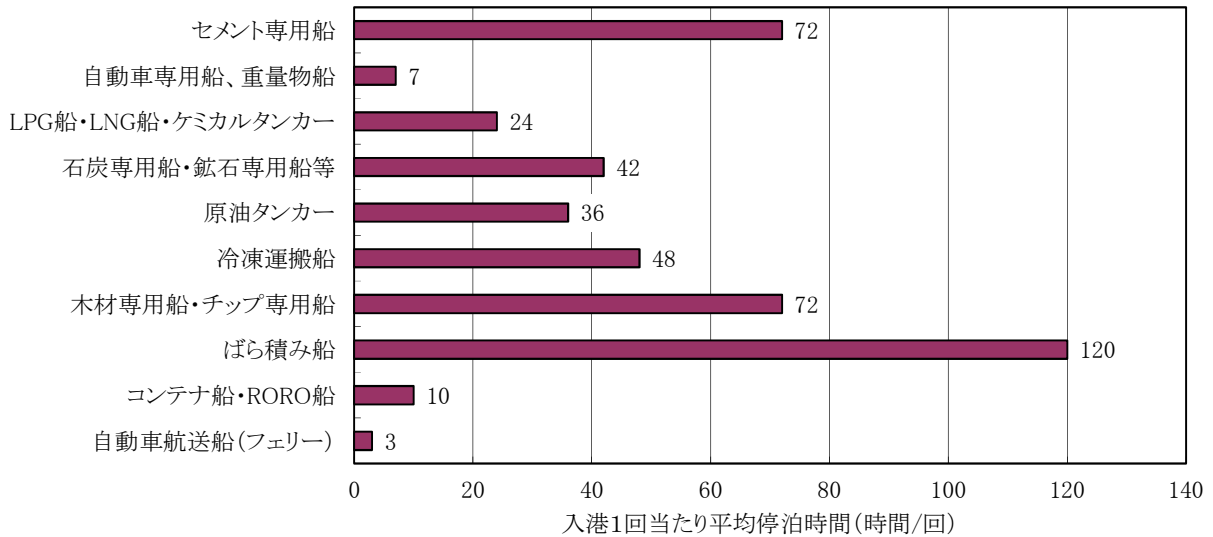
総トン数 クラス(GT)	貨物船 (外航/内航)	タンカー (外航/内航)	旅客船 (外航/内航)	その他 (外航/内航)	外航 コンテナ船
～500	205	205	195	205	195
～1,000					
～3,000					
～6,000					
～10,000	195	195	195	195	185
～30,000					
～60,000					
～100,000	185	185	185	185	175
100,000～					

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)

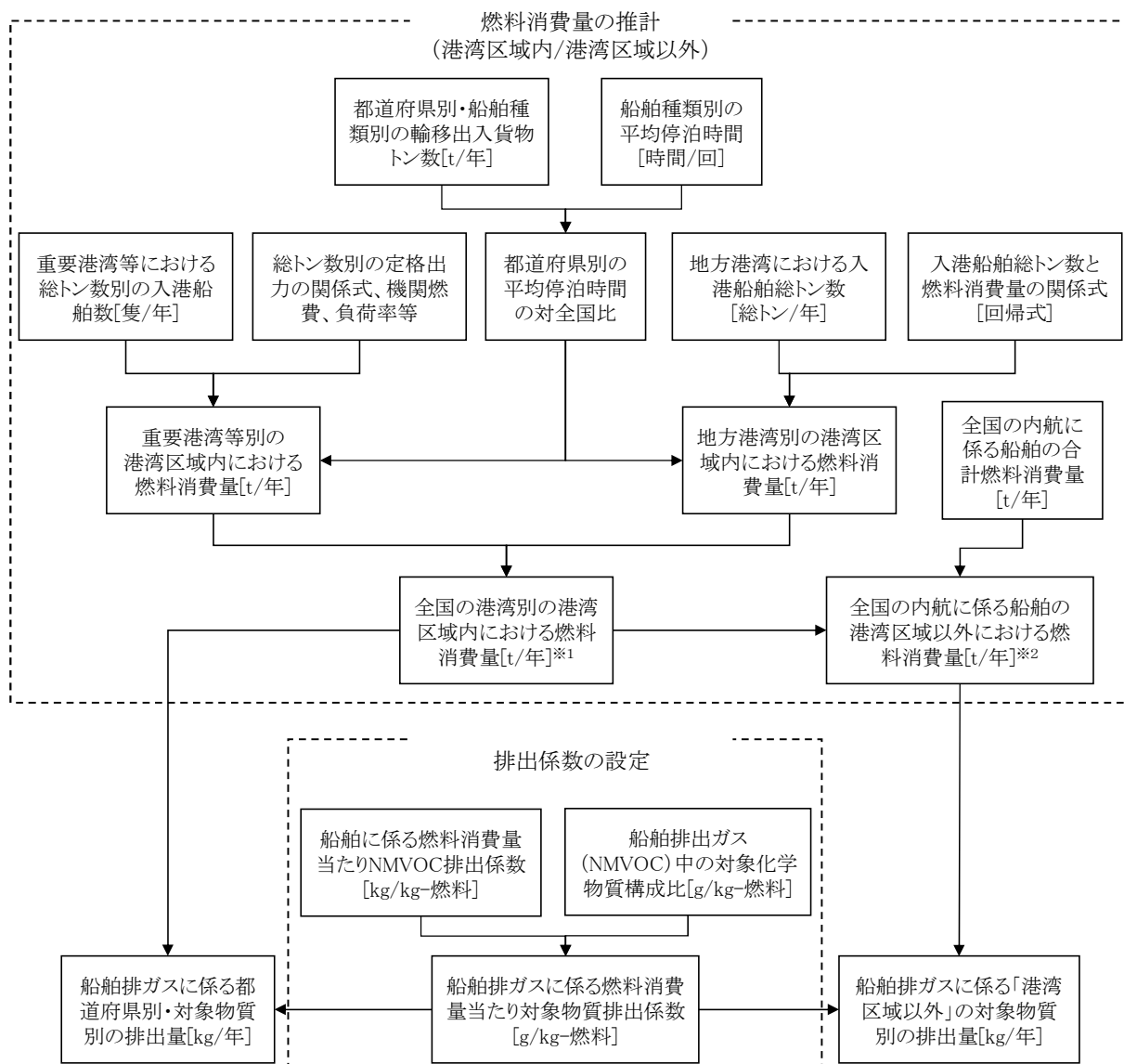
補機ディーゼル	補助ボイラー
195	340

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1.7千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55%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3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	5,792	19,210	16,483	20,467	20,536	15,946	15,843	2,706	94,698	211,681
53	エチルベンゼン	1,448	4,802	4,121	5,117	5,134	3,986	3,961	677	23,674	52,920
80	キシレン	5,792	19,210	16,483	20,467	20,536	15,946	15,843	2,706	94,698	211,681
300	トルエン	4,344	14,407	12,362	15,351	15,402	11,959	11,882	2,030	71,023	158,761
351	1, 3-ブタジエン	5,792	19,210	16,483	20,467	20,536	15,946	15,843	2,706	94,698	211,681
400	ベンゼン	5,792	19,210	16,483	20,467	20,536	15,946	15,843	2,706	94,698	211,681
411	ホルムアルデヒド	17,377	57,629	49,448	61,402	61,607	47,837	47,529	8,119	284,094	635,044
合 計		46,339	153,678	131,862	163,739	164,286	127,565	126,745	21,651	757,584	1,693,450

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:港湾種別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3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				211,681	211,681
53	エチルベンゼン				52,920	52,920
80	キシレン				211,681	211,681
300	トルエン				158,761	158,761
351	1,3-ブタジエン				211,681	211,681
400	ベンゼン				211,681	211,681
411	ホルムアルデヒド				635,044	635,044
合 計					1,693,450	1,693,450

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。

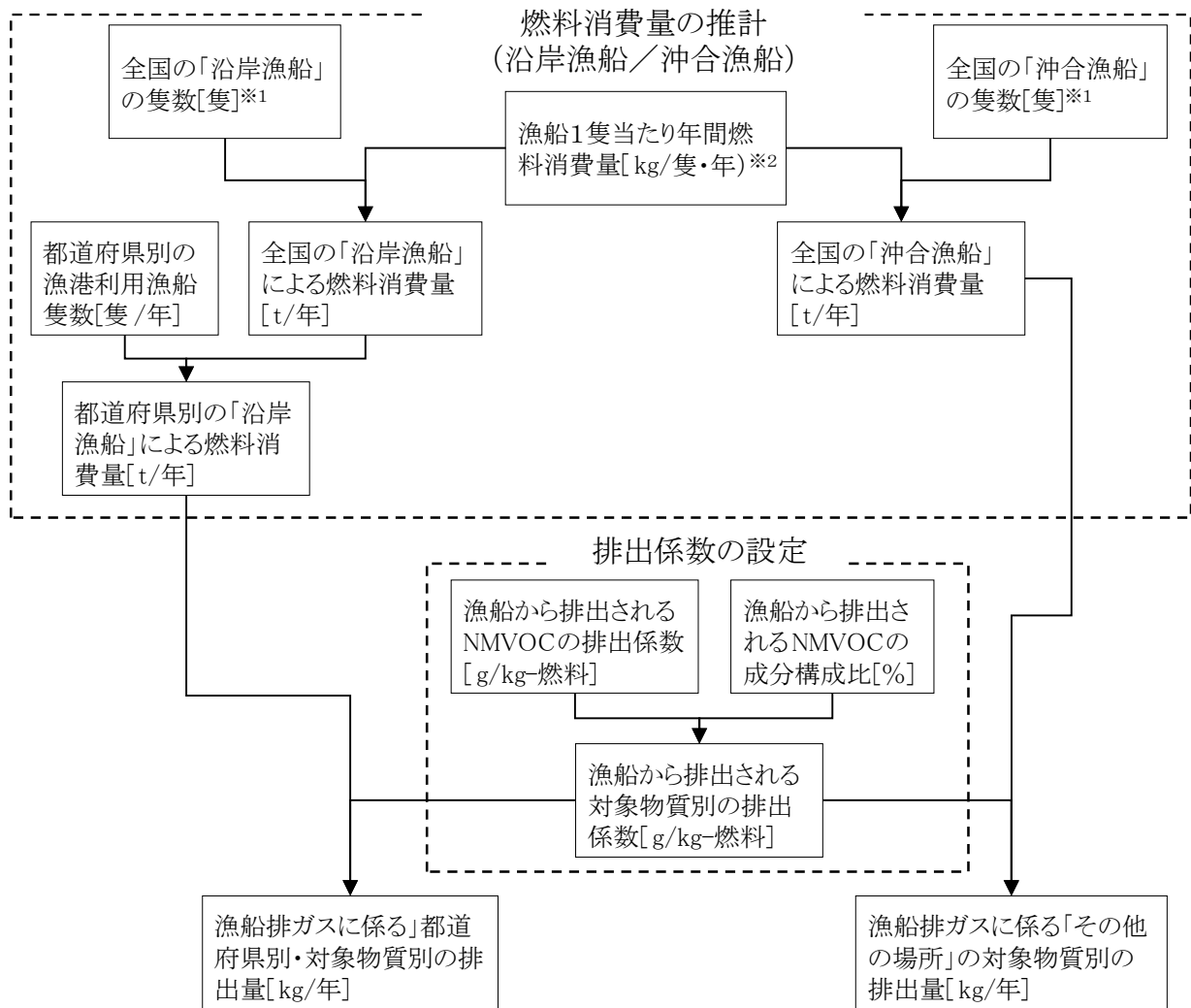
ガソリンエンジン:34g/kg-燃料、ディーゼルエンジン:1.9g/kg-燃料

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1.5千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3年度:全国)

対象化学物質		年間排出量(kg/年)				合計	(参考) 海水動力漁船 (ディーゼル) 200海里以遠
		船外機付き漁船 (ガソリン)	海水動力漁船 (ディーゼル)				
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	2,011	—	—	2,011	—	
12	アセトアルデヒド	12,515	20,603	7,241	40,360	5,875	
53	エチルベンゼン	138,563	5,151	1,810	145,524	1,469	
80	キシレン	330,763	20,603	7,241	358,607	5,875	
240	スチレン	80,456	—	—	80,456	—	
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	49,168	—	—	49,168	—	
300	トルエン	491,675	15,452	5,431	512,558	4,406	
351	1, 3-ブタジエン	15,644	20,603	7,241	43,488	5,875	
399	ベンズアルデヒド	10,280	—	—	10,280	—	
400	ベンゼン	151,972	20,603	7,241	179,816	5,875	
411	ホルムアルデヒド	38,887	61,810	21,723	122,420	17,625	
合計		1,321,936	164,826	57,928	1,544,689	47,000	

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3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				2,011	2,011
12	アセトアルデヒド				40,360	40,360
53	エチルベンゼン				145,524	145,524
80	キシレン				358,607	358,607
240	スチレン				80,456	80,456
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン				49,168	49,168
300	トルエン				512,558	512,558
351	1, 3-ブタジエン				43,488	43,488
399	ベンズアルデヒド				10,280	10,280
400	ベンゼン				179,816	179,816
411	ホルムアルデヒド				122,420	122,420
合計					1,544,689	1,544,689

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)。

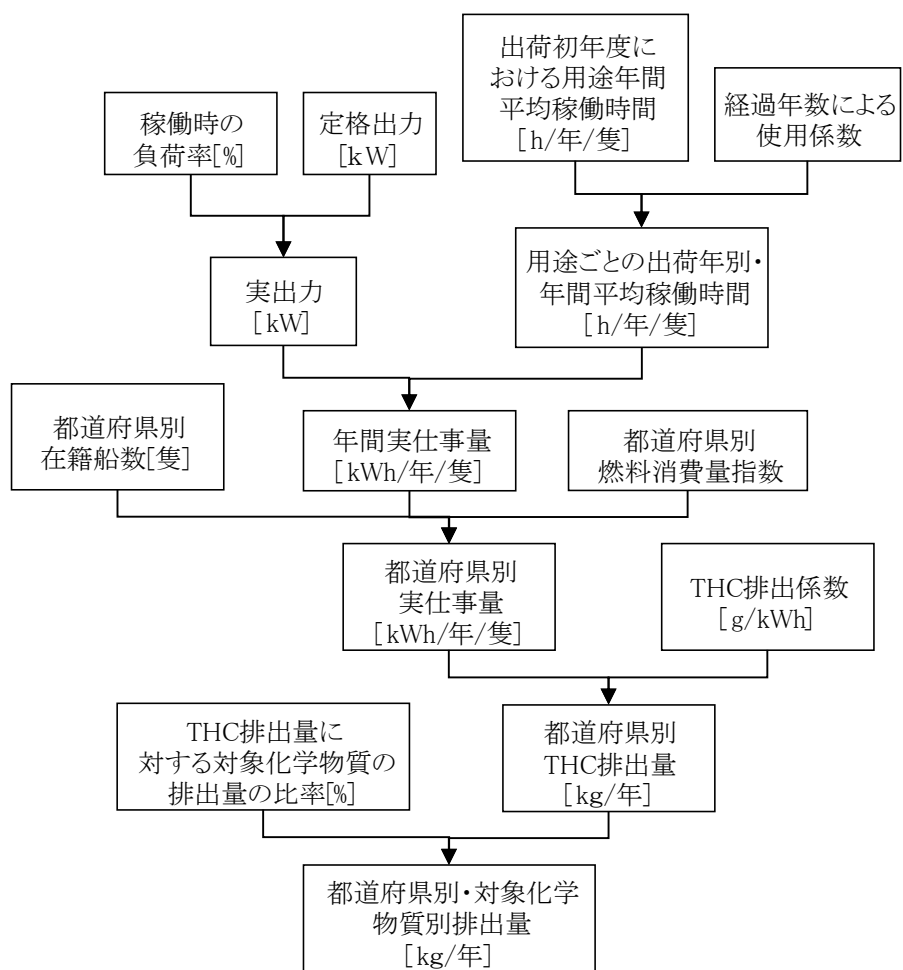


図 5 船舶(プレジャーボート)に係る排出量の推計フロー

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 623t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3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	546	404	26	1.7	0.53	978
12	アセトアルデヒド	3,378	2,497	107	11	2.2	5,995
53	エチルベンゼン	37,640	27,826	14	117	0.28	65,598
80	キシレン	89,160	65,913	48	278	1.0	155,400
240	スチレン	21,121	15,614	15	66	0.31	36,817
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	13,641	10,085	13	42	0.27	23,782
300	トルエン	132,700	98,101	56	413	1.1	231,271
351	1, 3-ブタジエン	4,234	3,130	26	13	0.53	7,403
399	ベンズアルデヒド	2,819	2,084	13	8.8	0.26	4,924
400	ベンゼン	41,354	30,571	67	129	1.3	72,122
411	ホルムアルデヒド	10,497	7,760	495	33	10	18,794
合 計		357,090	263,984	880	1,111	18	623,084

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3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				5,995	5,995
53	エチルベンゼン				65,598	65,598
80	キシレン				155,400	155,400
240	スチレン				36,817	36,817
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン				23,782	23,782
300	トルエン				231,271	231,271
351	1, 3-ブタジエン				7,403	7,403
399	ベンズアルデヒド				4,924	4,924
400	ベンゼン				72,122	72,122
411	ホルムアルデヒド				18,794	18,794
合 計					623,084	623,084

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の推計結果

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。

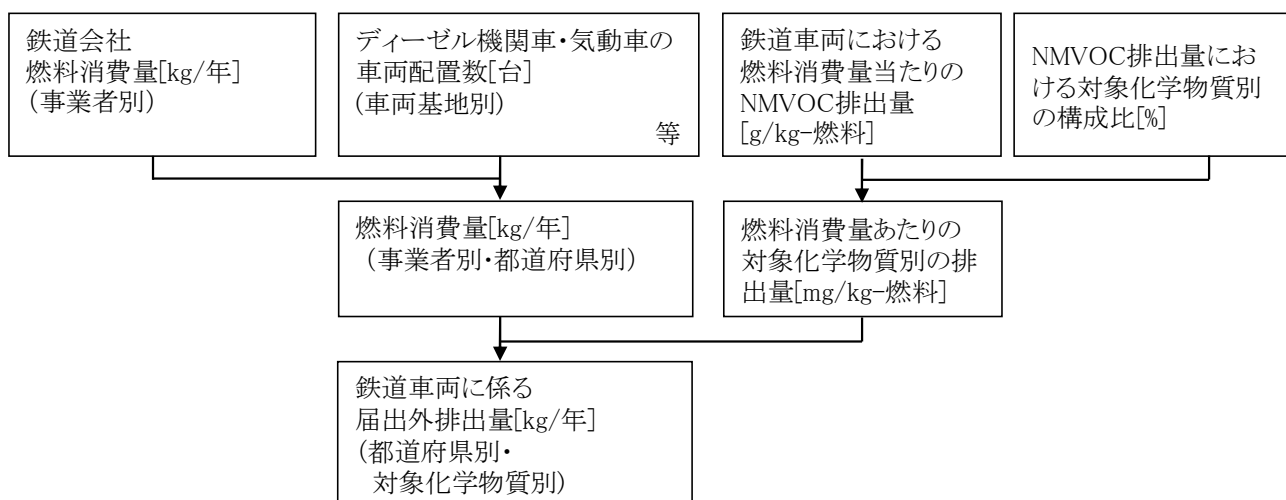


図1 鉄道車両(エンジン)に係る排出量の推計フロー

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3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				10,629	10,629
12	アセトアルデヒド				14,172	14,172
53	エチルベンゼン				3,543	3,543
80	キシレン				14,172	14,172
300	トルエン				10,629	10,629
351	1,3-ブタジエン				14,172	14,172
399	ベンズアルデヒド				3,543	3,543
400	ベンゼン				14,172	14,172
411	ホルムアルデヒド				42,517	42,517
合計					127,552	127,552

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3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。

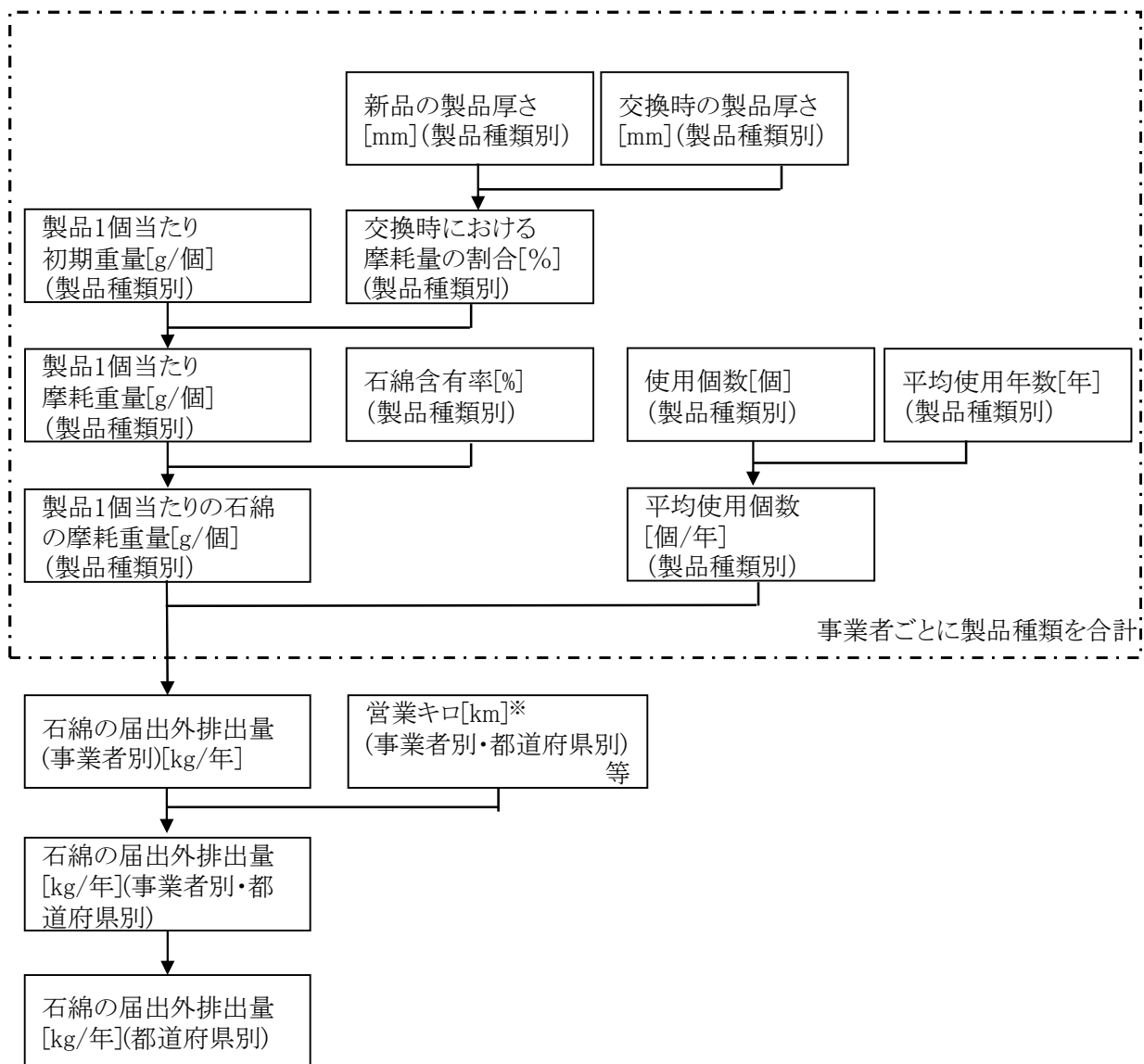
2. 推計を行う対象化学物質

ブレーキパッド等に使われる石綿(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 26kg 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3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				26	26
合計					26	26

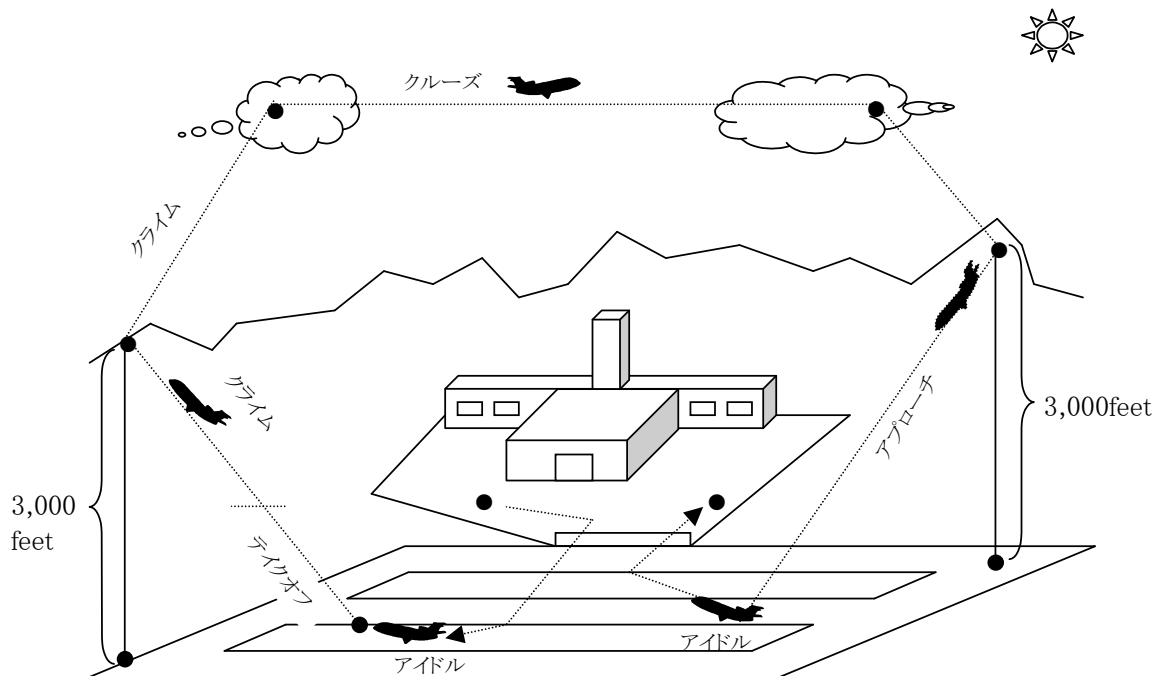
航空機に係る排出量

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動及び駐機時の補助動力装置(APU)の稼動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

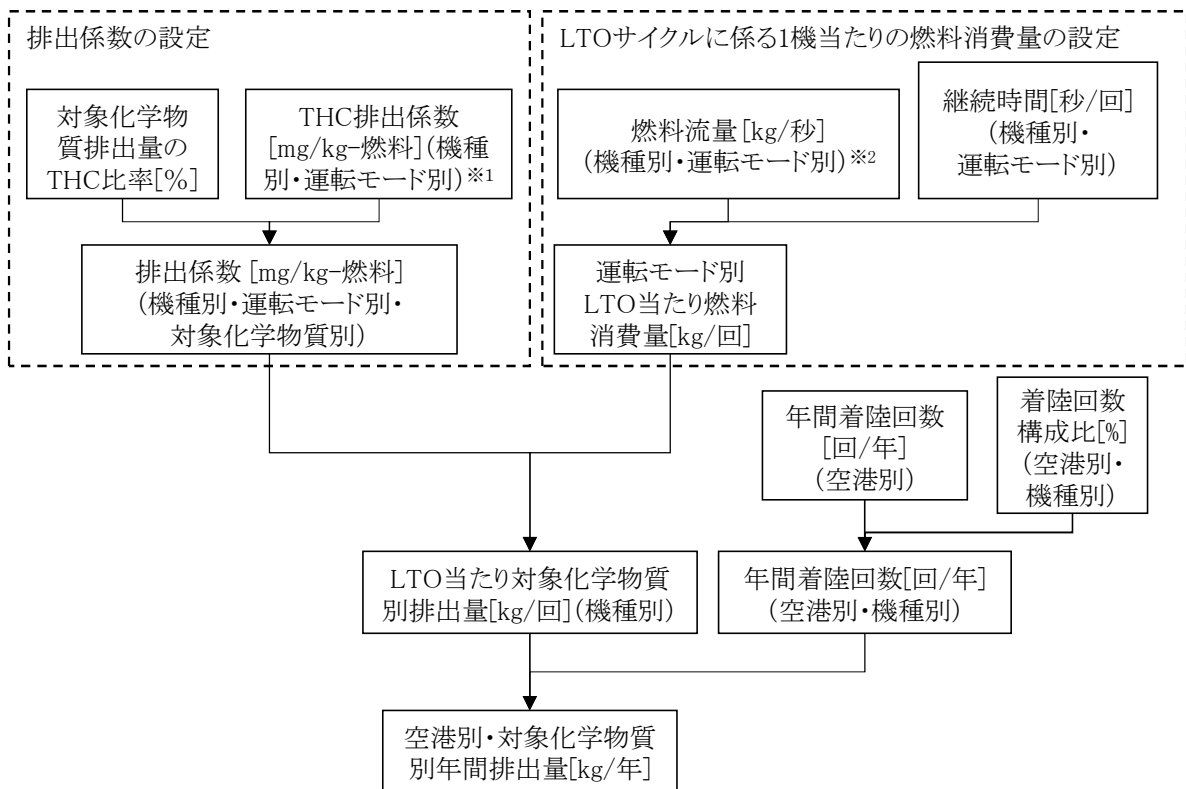
航空機からの排出が報告され、国内で実測データがあるアセトアルデヒド(物質番号:12)、キシレン(80)、トルエン(300)、1,3-ブタジエン(351)、ベンゼン(400)、ホルムアルデヒド(411)の6物質について推計を行った。

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

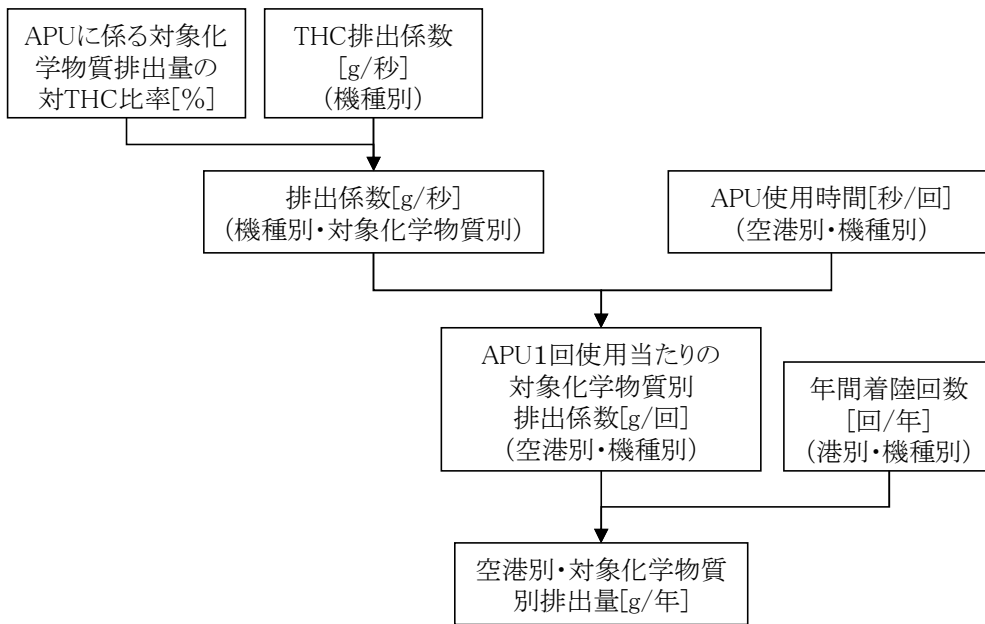


図3 航空機(補助動力装置)に係る排出量の推計フロー

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 53t と推計された。なお、新型コロナウイルス感染症の影響を受ける前の令和元年度の航空機の便数(年間着陸回数)と比較して令和2年度は減少していたが、令和3年度の航空機に係る排出量は令和2年度(約 41t)と比較して、29%増加した。

表 1 航空機に係る排出量推計結果(排出源別)(令和3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	9,185	130	9,315
80	キシレン	5,474	93	5,567
300	トルエン	4,753	80	4,833
351	1, 3-ブタジエン	12,610	215	12,826
400	ベンゼン	13,310	227	13,538
411	ホルムアルデヒド	6,348	110	6,458
合計		51,680	857	52,537

表 2 航空機に係る排出量推計結果(推計区分別)(令和3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				9,315	9,315
80	キシレン				5,567	5,567
300	トルエン				4,833	4,833
351	1, 3-ブタジエン				12,826	12,826
400	ベンゼン				13,538	13,538
411	ホルムアルデヒド				6,458	6,458
合計					52,537	52,537

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。

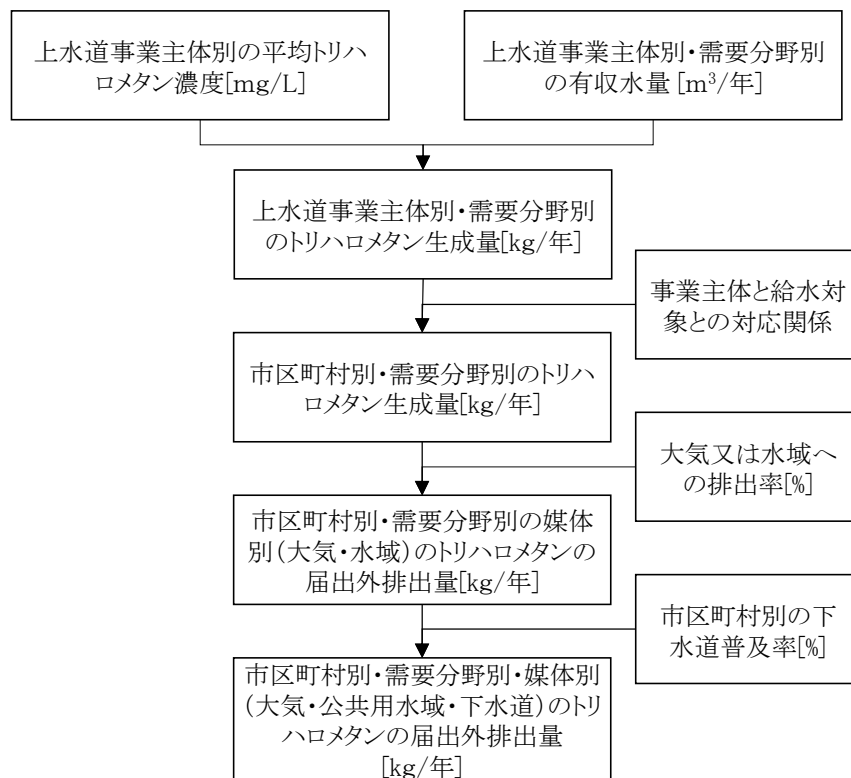
2. 推計を行う対象化学物質

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

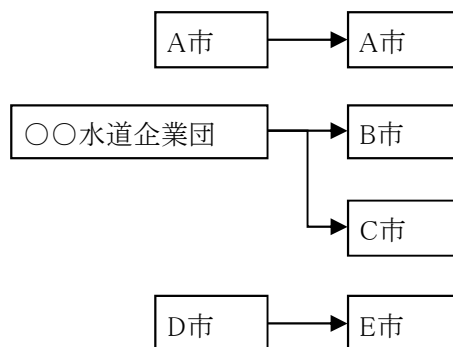


図2 水道に係る事業主体と給水対象との対応関係のイメージ

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 116t 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3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	50,348	5,626	55,974	15,952
209	ジブロモクロロメタン	16,709	8,744	25,453	26,763
381	ブロモジクロロメタン	29,013	5,425	34,437	17,371
合計		96,070	19,794	115,864	60,086

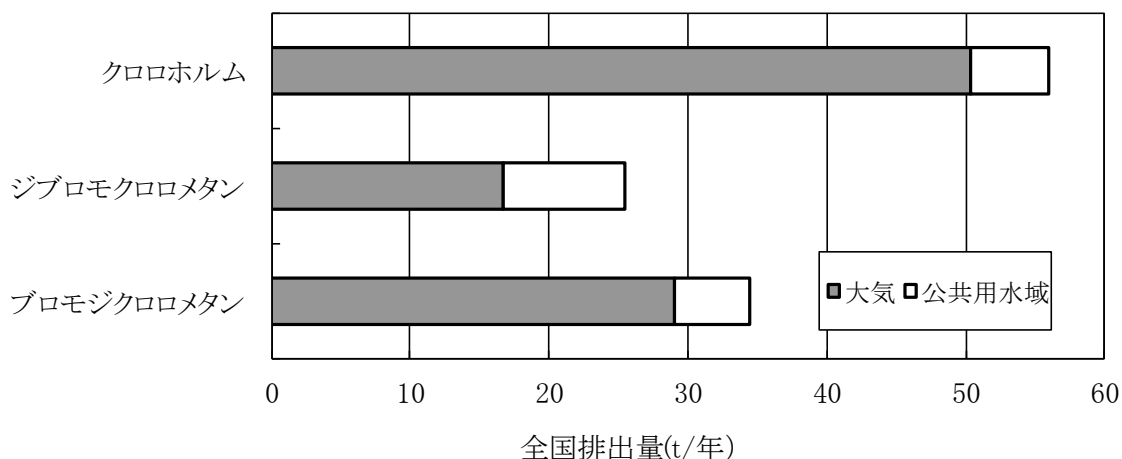


図 3 水道に係る排出量の推計結果(令和3年度:全国)

表 3 水道に係る排出量推計結果(推計区分別)(令和3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	1,804	9,302	44,868		55,974
209	ジブロモクロロメタン	807	4,353	20,294		25,453
381	ブロモジクロロメタン	1,085	5,776	27,576		34,437
合計		3,696	19,430	92,737		115,864

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。

表 2 届出外排出量推計の対象となる範囲

物質番号	103	104	105	106	107	126	149	161	163	164	176	177	185	211	263	279	284	288	380	382	386	
対象化学物質	HFC-142b	HFC-22	HFC-124	HFC-133	CFE-13	CFE-115	四塩化炭素	CFE-12	CFE-114	HFC-123	HFC-141b	HFC-21	HFC-225	ハロン-2402	CFE-112	1,1,1-トリブロロエタン	CFE-113	CFE-11	ハロン-1211	ハロン-1301	臭化メチル	
対象化学物質の製造・工業原料用途 ^{※1}	○	○	○	○			○	○		○		○	○			○	○	○		○	○	
発泡剤用途	硬質ウレタンフォーム	製品製造時																				
		現場発泡時																				
		断熱材使用時		●								●							●			
		断熱材廃棄時・廃棄後		●								●							●			
	フェノールフォーム	製品製造時										○										
		製品製造時																				
	押出發泡ポリスチレン	断熱材使用時	●						●													
		断熱材廃棄時・廃棄後	●						●													
		製品製造時	○																			
	高発泡ポリエチレン																					
冷媒用途	業務用冷凍空調機器	工場充填時									○											
		現場設置時 ^{※2}									●											
		機器稼働時		●			●		●		●											
		機器廃棄時		●			●		●		●											
	家庭用冷蔵庫	工場充填時																				
		機器稼働時							●													
		機器廃棄時							●													
	カーエアコン	工場充填時																				
		機器稼働時							●													
		機器廃棄時							●													
	家庭用エアコン	工場充填時		○																		
		機器稼働時		●																		
機器廃棄時			●																			
エアゾール製品	噴射剤充填時		○										○									
	使用時		●										●									
ドライクリーニング溶剤用途	製品製造時												○			○						
	使用時												●			●						
消火剤用途	充填・使用時													●					●	●		
工業洗浄剤用途	製品製造時										○		○									
	使用時										●		●									
くん蒸剤用途	製造・使用時																				○	

注:「○」は事業者からの排出量の届出があると思われる項目であり、「●」は届出外排出量推計のためにデータ収集等を行った項目の意味(結果として使用されていないことが把握できたものも含む)。

※1:対象化学物質の製造・工業原料用途の「○」は、化学工業から届出のあった物質を示す(令和3年度排出量・移動量)。

※2:「業務用冷凍空調機器」の現場設置時の冷媒用途は、機器が使用される現場において冷媒が初期充填された際の排出量を対象とした。

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。

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)

＝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対象化学物質の量(t/年) × 環境中への排出割合(%/年)

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。また、令和3年度排出量から、現場吹付けとパネルについても平均使用年数を50年と仮定して廃棄時・廃棄後の環境中への排出量を推計した。

破碎時の排出量(t/年)

＝排出量推計対象年度の26年前(ラミネートボード)または51年前(現場吹付け及びパネル)の対象化学物質の発泡剤への使用量(t/年)
×製品別(ラミネートボード、現場吹付け、パネル)の割合(%) × 廃棄時の対象化学物質の残留率(%) × 破碎時の排出割合(%)

埋立処分後の排出量(t/年)

＝排出量推計対象年度の26年前以前(ラミネートボード)または51年以前(現場吹付け及びパネル)の対象化学物質の発泡剤への使用量(t/年)
×製品別(ラミネートボード、現場吹付け、パネル)の割合(%) × 埋立処分の割合(%) × 環境中への排出割合(%/年)

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。

なお、冷凍冷蔵機器用断熱材廃棄時の環境中への排出は、結果として排出量がゼロ t/年と推定された。

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) ＝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 対象化学物質の量(t/年)

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。

市中での使用時の環境中への排出量(t/年) ＝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 対象化学物質の量(t/年) × 環境中への排出割合(%/年)
--

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。

焼却処理時の排出量(t/年) ＝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) × 廃棄時のフロン系化学物質の残存率(%) × 焼却処理の割合(%) × 分解せず排出する割合(%)
RPF 製造時の環境中への物質別排出量(t/年) ＝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) × 廃棄時のフロン系化学物質の残存率(%) × RPF 化の割合(%)
埋立処分後の排出量(t/年) ＝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) × 埋立処分の割合(%) × 環境中への排出割合(%/年)

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-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については、使用している業務用冷凍空調機器の出荷及び稼働台数がゼロであり、今後も使用が見込まれないため、推計対象から除外した。

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。なお、廃棄時の環境中への排出は、結果として排出量がゼロ t/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、機器の市中での稼働時、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市中での稼働時の環境中への排出

機器稼働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)

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

※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働時、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) 工業洗浄剤

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3年度の排出量は、全物質の合計で約 3.4 千 t/年であり令和2年度排出量(約 3.9 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3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	126	161	164	176	185	211	288		382	
			HCFC-142b	HCFC-22	CFC-115	CFC-12	HCFC-123	HCFC-141b	HCFC-225	ハロン-2402	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		6.7				140		120		267	
			非対象業種		3.0				62		53		118	
	冷凍冷蔵機器用断熱材	廃棄時・廃棄後	家庭		24				497		427		947	
			対象業種		6.6				138		89		234	
押出發泡ポリスチレン	建築用断熱材	使用時	対象業種	57			54						111	
			非対象業種	25			24						49	
		廃棄時・廃棄後	家庭	204			191							395
			対象業種				57							57
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		14			17						30	
		非対象業種		764	0.6	1.5	38						804	
	廃棄時	対象業種												
		非対象業種												
家庭用冷蔵庫	稼働時	家庭				0.2							0.2	
	廃棄時	対象業種												
カーエアコン	稼働時	移動体				77							77	
	廃棄時	対象業種				2.3							2.3	
非対象業種					2.4								2.4	
家庭用エアコン	稼働時	家庭		88									88	
	廃棄時	対象業種		205									205	
エアゾール製品	使用時	対象業種							0.6				0.6	
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								0.4		8.1	8.5	
		非対象業種								0.2		3.5	3.6	
工業洗浄剤	使用時	対象業種							15				15	
合計			287	1,111	0.6	409	55	837	15	0.5	689	12	3,415	

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3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	232	767	112		1,111
126	CFC-115		0.6			0.6
161	CFC-12	113	28	191	77	409
164	HCFC-123	17	38			55
176	HCFC-141b	278	62	497		837
185	HCFC-225	15				15
211	ハロン-2042	0.4	0.2			0.5
288	CFC-11	209	53	427		689
382	ハロン-1301	8.1	3.5			12
合計		930	977	1,431	77	3,415

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3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3年の排出インベントリーは令和5年2月時点で公表されていないため、令和2年の排出インベントリーを用いて令和3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。

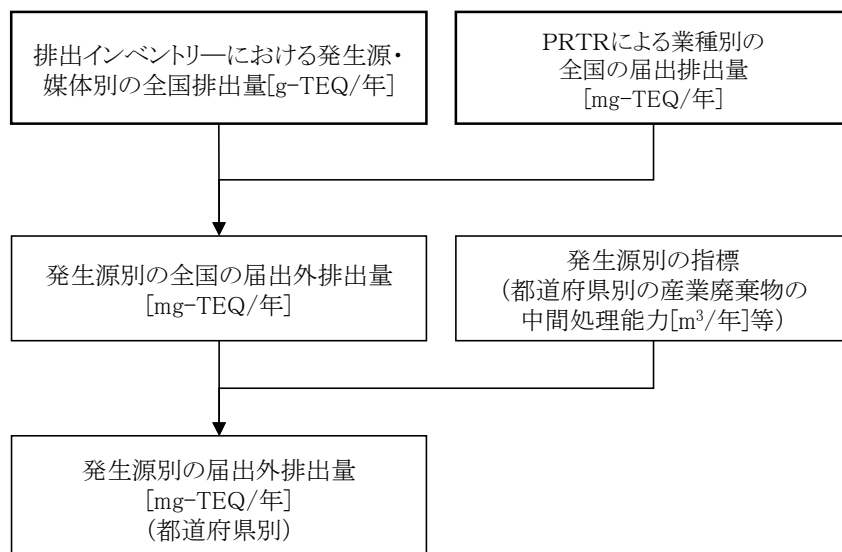


図 1 ダイオキシン類の排出量の推計フロー

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 31g-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3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	59	15
②	産業廃棄物焼却施設等	36	11
③	火葬場	3.4	3.4
④	たばこの煙	0.030	0.030
⑤	自動車排出ガス	0.93	0.93
合 計		99	31

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3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	21,739	7,849	30	930	30,547
合 計		21,739	7,849	30	930	30,547

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（ $\mu\text{g/kWh}$ ）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

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

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($\mu\text{g/kWh}$)	
		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($\mu\text{g}/\text{kWh}$)	
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3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	13,142,052
	2 東北電力	26,628,720
	5 北陸電力	20,851,710
	6 関西電力	11,906,623
	7 中国電力	16,498,190
	8 四国電力	8,252,153
	9 九州電力	15,401,516
	10 沖縄電力	3,539,279
	11 JERA ^{※1}	57,537,772
	101 電源開発	49,172,980
	102 常磐共同火力	7,358,124
	103 住友共同電力	3,852,927
	104 相馬共同火力発電	6,768,349
	105 酒田共同火力発電	5,125,089
106 戸畑共同火力	2,822,695	
その他の発電事業者 ^{※2}		54,107,074
合 計		302,965,253

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4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4年度にアンケート調査を実施した9事業者のうち、回答が得られた4事業者はその結果を使用。未回答の5事業者、及びアンケート調査対象外の35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3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	58				58
75	カドミウム及びその化合物	124				124
87	クロム及び三価クロム化合物* 1	1,303				1,303
132	コバルト及びその化合物	70				70
237	水銀及びその化合物	1,339				1,339
242	セレン及びその化合物	5,029				5,029
305	鉛化合物	1,485				1,485
309	ニッケル化合物	303				303
321	バナジウム化合物	2,787				2,787
332	砒素及びその無機化合物	618				618
374	ふっ化水素及びその水溶性塩**	790,739				790,739
394	ベリリウム及びその化合物	909				909
405	ほう素化合物	1,606,382				1,606,382
412	マンガン及びその化合物	1,515				1,515
合計		2,412,660				2,412,660

※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)。

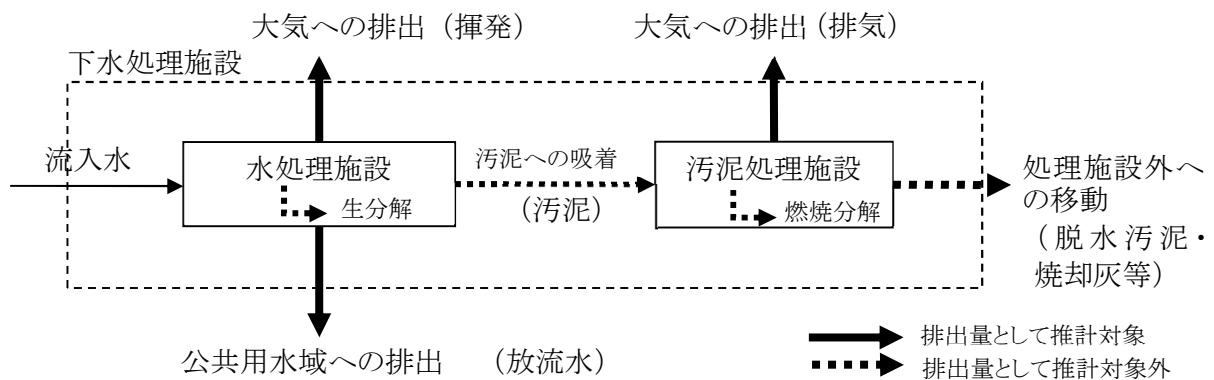


図1 下水処理施設からの排出と推計対象範囲

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、実測により得ら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 207 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 197 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3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	181	9	172	・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	124	7	117	・アクリル酸及びその水溶性塩(4) ・アクリル酸ノルマルーブチル(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	207	10	197	

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令和元年度、PRTRデータは令和2年度のものであるため令和3年度の下水道普及状況は令和元年度と、流入量は令和2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、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、これらに乗じることにより、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3年度だが、当該年度の統計データが得られないため、令和2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令和元年度実績であるため、下水道普及率については令和3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3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	15,951	4,908			342,085	362,943
2	アクリルアミド	14	18				32
3	アクリル酸エチル	129	252				381
4	アクリル酸及びその水溶性塩	2,788	515				3,303
20	2-アミノエタノール	38,566	51,479	7,638,920			7,728,965
31	アンチモン及びその化合物	172	14,362		4,939		19,473
37	ビスフェノールA	13			3993	705	4711
60	エチレンジアミン四酢酸	166	3,454	3,800			7,420
87	クロム及び三価クロム化合物	5,148	3,253			8,694	17,094

注:推計対象年度は令和3年度だが、入手可能なデータが令和2年度のものであるため、令和3年度の流入量は令和2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	56
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	46
		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	91
	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	11

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。

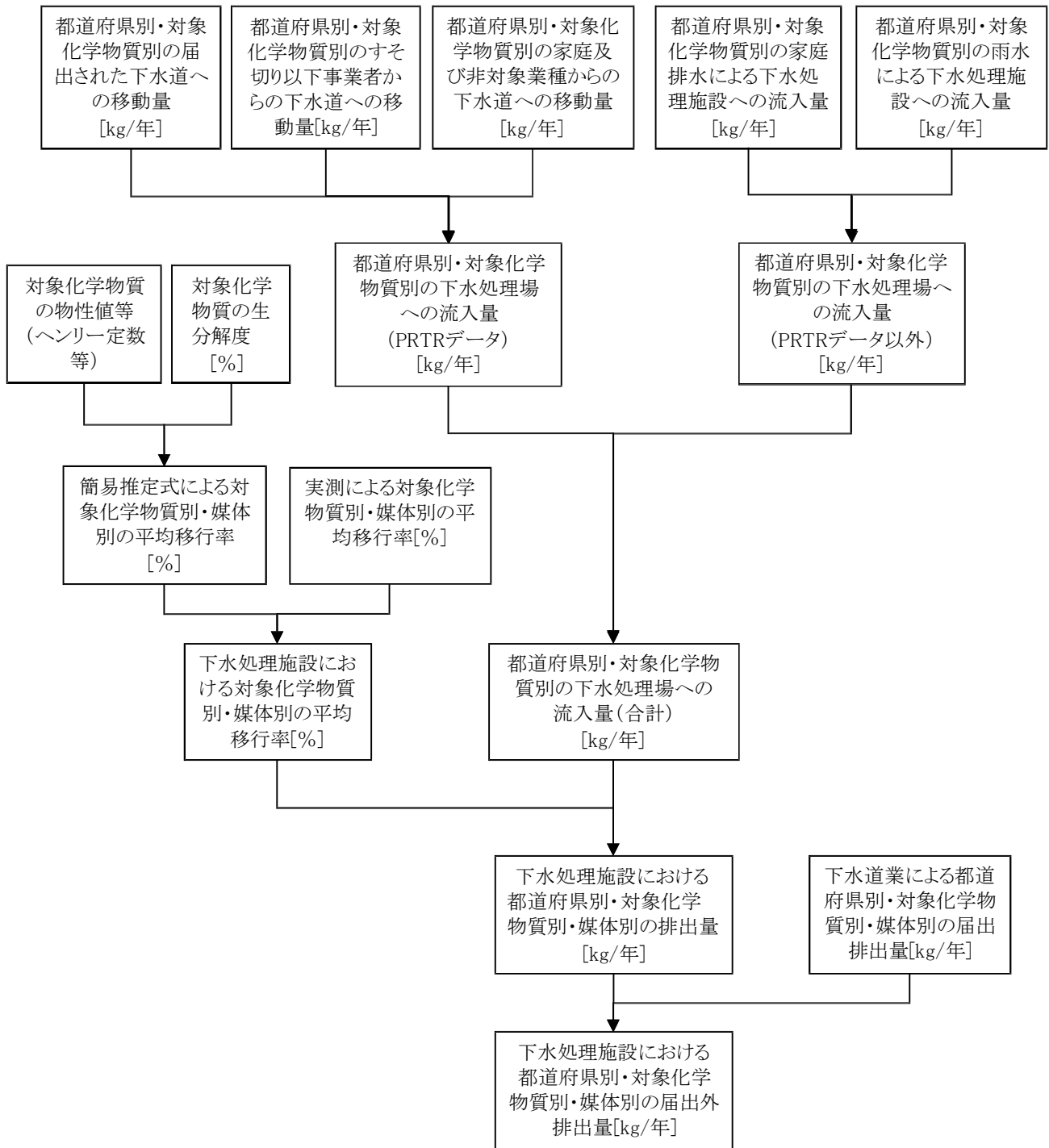


図 2 下水処理施設に係る排出量の推計フロー

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 8.1 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3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(※)	7,308				7,308
2	アクリルアミド	19				19
3	アクリル酸エチル	3.8				3.8
4	アクリル酸及びその水溶性塩	33				33
6	アクリル酸2-ヒドロキシエチル	0.11				0.11
7	アクリル酸ノルマルーブチル	11				11
8	アクリル酸メチル	0.56				0.56
9	アクリロニトリル	28,879				28,879
12	アセトアルデヒド	0.21				0.21
13	アセトニトリル	17,413				17,413
16	2, 2'-アゾビスイソブチロニトリル	0.18				0.18
17	オルト-アニシジン	0.29				0.29
18	アニリン	166				166
20	2-アミノエタノール	2,396,080				2,396,080
23	パラ-アミノフェノール	82				82
24	メタ-アミノフェノール	78				78
27	メタミトン	6.0				6.0
28	アリルアルコール	1.5				1.5
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。)	1,786,968				1,786,968
31	アンチモン及びその化合物	11,997				11,997
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	0.004				0.004
36	イソプレン	14,104				14,104
37	ビスフェノールA	141				141
51	2-エチルヘキサノ酸	92				92
53	エチルベンゼン	3,345				3,345
56	エチレンオキッド	39,747				39,747
57	エチレングリコールモノエチルエーテル	24				24
58	エチレングリコールモノメチルエーテル	20				20
59	エチレンジアミン	3.1				3.1
60	エチレンジアミン四酢酸	6,729				6,729
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	6.0				6.0
73	1-オクタノール	0.15				0.15
75	カドミウム及びその化合物(※)	2.3				2.3
76	イプシロン-カプロラクタム	118				118

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(令和3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
79	2,6-キシレノール	118				118
80	キシレン	2,519				2,519
82	銀及びその水溶性化合物	2,291				2,291
83	クメン	4,208				4,208
84	グリオキサール	0.20				0.20
85	グルタルアルデヒド	36				36
86	クレゾール	214				214
87	クロム及び三価クロム化合物(※)	1,027				1,027
88	六価クロム化合物(※)	0				0
89	クロロアニリン	1,140				1,140
91	シアナジン	0.99				0.99
94	塩化ビニル	1,176				1,176
95	フルアジナム	11				11
99	クロロ酢酸エチル	35				35
114	インダノファン	0.72				0.72
117	テブコナゾール	8.3				8.3
123	塩化アリル	10				10
125	クロロベンゼン	1,139				1,139
127	クロロホルム	14,404				14,404
132	コバルト及びその化合物	16,600				16,600
133	エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート	0.80				0.80
134	酢酸ビニル	628				628
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	17				17
150	1,4-ジオキサソラン(※)	0				0
151	1,3-ジオキサソラン	5,111				5,111
154	シクロヘキシルアミン	19				19
155	N-(シクロヘキシルチオ)フタルイミド	898				898
157	1,2-ジクロロエタン(※)	87				87
169	ジウロン	53				53
174	リニュロン	0.94				0.94
178	1,2-ジクロロプロパン	14				14
179	D-D(※)	0				0
181	ジクロロベンゼン	1,148				1,148
183	ピラゾレート	4.5				4.5
184	ジクロベニル	2.9				2.9
186	塩化メチレン(※)	2,858				2,858
188	N,N-ジシクロヘキシルアミン	0.45				0.45

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(令和3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
195	プロチオホス	0.19				0.19
198	ジメトエート	1.0				1.0
199	CIフルオレスセント260	41				41
203	ジフェニルアミン	0.83				0.83
207	2, 6-ジーターシャリーブチル-4-クレゾール	6.4				6.4
209	ジプロモクロロメタン	21,937				21,937
210	2, 2-ジプロモ-2-シアノアセトアミド	1,601				1,601
213	N, N-ジメチルアセトアミド	236				236
216	N, N-ジメチルアニリン	34				34
218	ジメチルアミン	0.50				0.50
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	14,217				14,217
232	N, N-ジメチルホルムアミド	0				0
234	臭素	0.78				0.78
237	水銀及びその化合物(※)	0				0
240	スチレン	0				0
242	セレン及びその化合物(※)	0.18				0.18
244	ダゾメット	1.0				1.0
245	チオ尿素	4,348				4,348
251	フェニトロチオン	0.91				0.91
256	デカン酸	13				13
257	デカノール	19				19
258	ヘキサメチレンテトラミン	148				148
262	テトラクロロエチレン(※)	478				478
268	チウラム(※)	0				0
270	テレフタル酸	0.72				0.72
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。)(※)	4,112				4,112
273	ノルマルドデシルアルコール	54				54
275	ドデシル硫酸ナトリウム	526,549				526,549
276	テトラエチレンペンタミン	2,758				2,758
277	トリエチルアミン	41,487				41,487
278	トリエチレンテトラミン	1,384				1,384
281	トリクロロエチレン(※)	179				179
282	トリクロロ酢酸	410				410
283	2, 4, 6-トリクロロ-1, 3, 5-トリアジン	9.0				9.0
290	トリクロロベンゼン	309				309

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(令和3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
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	83				83
294	2, 4, 6-トリブロモフェノール	3.8				3.8
296	1, 2, 4-トリメチルベンゼン	3,467				3,467
297	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	1,900				1,900
298	トリレンジイソシアネート	0.008				0.008
299	トルイジン	5,660				5,660
300	トルエン	21,481				21,481
301	トルエンジアミン	501				501
302	ナフタレン	2,003				2,003
305	鉛化合物(※)	5,789				5,789
306	二アクリル酸ヘキサメチレン	143				143
308	ニッケル	179				179
309	ニッケル化合物	78,303				78,303
310	ニトリロ三酢酸	6.0				6.0
316	ニトロベンゼン	0				0
318	二硫化炭素	223				223
320	ノニルフェノール	0				0
321	バナジウム化合物	5,878				5,878
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	1,643				1,643
323	シメトリン	1.9				1.9
325	オキシシン銅	9.9				9.9
328	ジラム	241				241
330	ビス(1-メチル-1-フェニルエチル)ニペルオキシド	62				62
332	砒素及びその無機化合物(※)	0.27				0.27
333	ヒドラジン	0				0
334	4-ヒドロキシ安息香酸メチル	465				465
335	N-(4-ヒドロキシフェニル)アセトアミド	43				43
336	ヒドロキノン	747				747
341	ピペラジン	1,477				1,477
342	ピリジン	141				141
346	2-フェニルフェノール	14				14
348	フェニレンジアミン	313				313
349	フェノール	87				87
351	1, 3-ブタジエン	27				27
353	フタル酸ジエチル	7.9				7.9

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(令和3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
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)	1,220				1,220
368	4-ターシャリーブチルフェノール	15				15
374	ふっ化水素及びその水溶性塩(※)	0				0
376	ブタクロール	0.43				0.43
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	12,201				12,201
383	ブロマシル	9.9				9.9
389	ヘキサデシルトリメチルアンモニウム=クロリド	8,487				8,487
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	0.037				0.037
392	ノルマル-ヘキサン	35				35
393	ベタナフトール	1.5				1.5
398	塩化ベンジル	0.067				0.067
399	ベンズアルデヒド	55				55
400	ベンゼン(※)	211				211
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	0.28				0.28
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。)	842,658				842,658
408	ポリ(オキシエチレン)=オクチルフェニルエーテル	1,619				1,619
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	1,120,243				1,120,243
410	ポリ(オキシエチレン)=ノニルフェニルエーテル	7,497				7,497
411	ホルムアルデヒド	937,534				937,534
412	マンガン及びその化合物(※)	1,031				1,031
413	無水フタル酸	0.26				0.26
414	無水マレイン酸	0.79				0.79
415	メタクリル酸	303				303
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	0.060				0.060
418	メタクリル酸2-(ジメチルアミノ)エチル	2.0				2.0
419	メタクリル酸ノルマル-ブチル	0.47				0.47
420	メタクリル酸メチル	529				529

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(令和3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
423	メチルアミン	0.069				0.069
436	アルファ-メチルスチレン	7.1				7.1
438	メチルナフタレン	3.0				3.0
439	3-メチルピリジン	0.97				0.97
440	1-メチル-1-フェニルエチル=ヒドロペルオキシド	38				38
444	トリフロキシストロビン	0.43				0.43
448	メチレンビス(4,1-フェニレン)=ジイソシアネート	19				19
449	フェンメディファム	2.6				2.6
452	2-メルカプトベンゾチアゾール	2.0				2.0
453	モリブデン及びその化合物	20,369				20,369
455	モルホリン	12,172				12,172
457	ジクロロボス	64				64
459	りん酸トリス(2-クロロエチル)	125				125
460	りん酸トリトリル	8.1				8.1
461	りん酸トリフェニル	1,441				1,441
462	りん酸トリ-ノルマル-ブチル	0.051				0.051
合計		8,088,243				8,088,243

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 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。

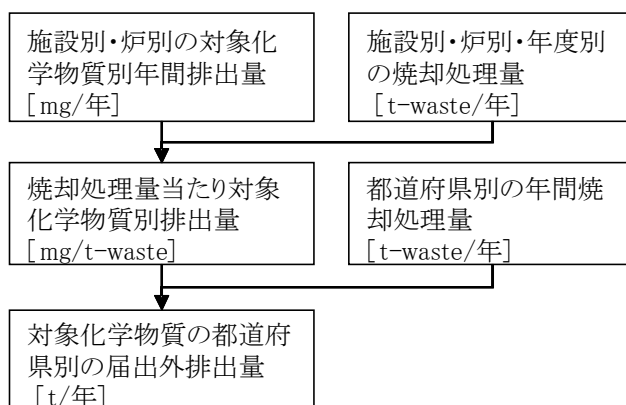


図1 焼却施設に係る排出量の推計フロー

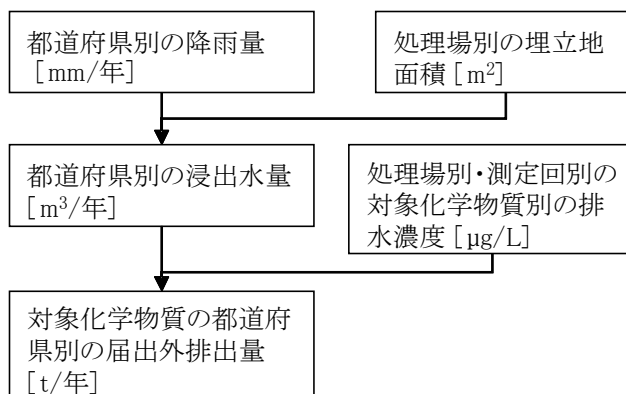


図2 最終処分場に係る排出量の推計フロー

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 172t 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3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	1,178				1,178
75	カドミウム及びその化合物	830				830
87	クロム及び三価クロム化合物	3,174				3,174
94	塩化ビニル	78				78
237	水銀及びその化合物	1,704				1,704
272	銅水溶性塩 (錯塩を除く。)	1,065				1,065
305	鉛化合物	2,790				2,790
309	ニッケル化合物	1,422				1,422
332	砒素及びその無機化合物	318				318
349	フェノール	1,504				1,504
374	ふっ化水素及びその水溶性塩	127,404				127,404
411	ホルムアルデヒド	30,623				30,623
412	マンガン及びその化合物	237				237
合計		172,326				172,326

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)。

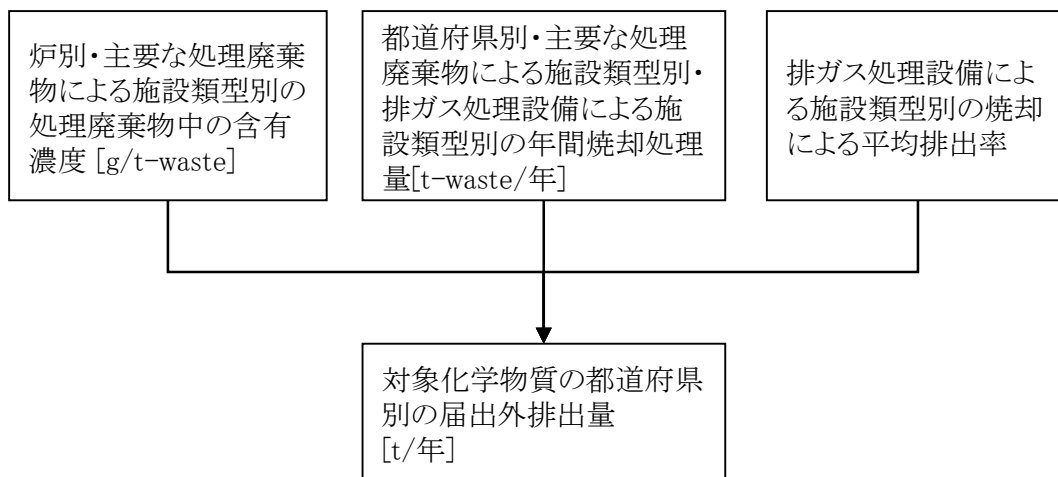


図1 焼却施設に係る排出量の推計フロー(金属類)

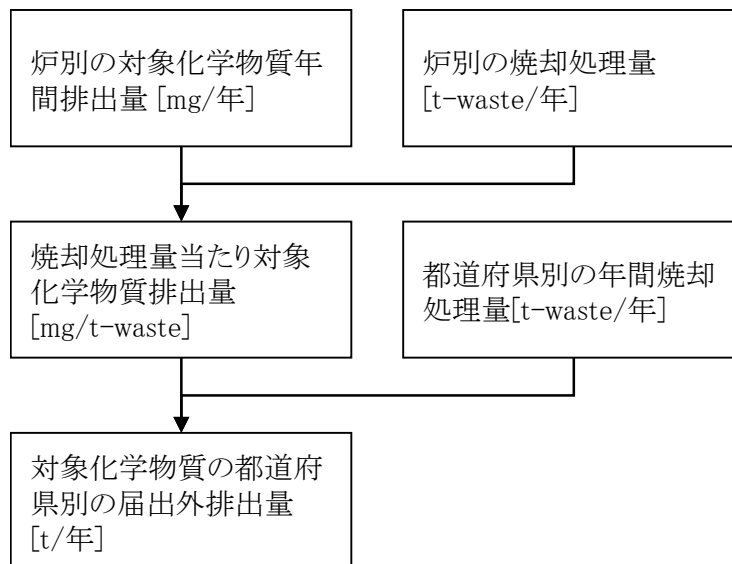


図2 焼却施設に係る排出量の推計フロー(有機化合物)

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 241t 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3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	55,522				55,522
12	アセトアルデヒド	23,131				23,131
31	アンチモン及びその化合物	1,318				1,318
44	インジウム及びその化合物	5.0				5.0
53	エチルベンゼン	3,269				3,269
75	カドミウム及びその化合物	1,411				1,411
80	キシレン	16,902				16,902
82	銀及びその水溶性化合物	1,826				1,826
87	クロム及び三価クロム化合物	950				950
125	クロロベンゼン	1,389				1,389
127	クロロホルム	1,444				1,444
132	コバルト及びその化合物	63				63
150	1,4-ジオキサン	1,979				1,979
178	1,2-ジクロロプロパン	2,185				2,185
181	ジクロロベンゼン	5,394				5,394
262	テトラクロロエチレン	2,449				2,449
272	銅水溶性塩(錯塩を除く。)	5,446				5,446
281	トリクロロエチレン	3,434				3,434
296	1,2,4-トリメチルベンゼン	60,955				60,955
297	1,3,5-トリメチルベンゼン	5,920				5,920
300	トルエン	759				759
305	鉛化合物	8,125				8,125
309	ニッケル化合物	3,299				3,299
321	バナジウム化合物	151				151
332	砒素及びその無機化合物	374				374
392	ノルマル-ヘキサン	6,714				6,714
400	ベンゼン	18,572				18,572
411	ホルムアルデヒド	6,699				6,699
412	マンガン及びその化合物	1,389				1,389
453	モリブデン及びその化合物	256				256
合計		241,328				241,328

Ⅱ. 推 計 結 果

(省令に基づく集計表以外の集計表)

1-2. 令和3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

対象化学物質		年間排出量(kg/年、ダイオキシン類はmg-TEQ/年)																							
物質番号	物質名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	合計
		対象業種の事業者のすそ切り以下	農薬	殺虫剤	接着剤	塗料	漁網防汚剤	洗浄剤・化粧品等	防虫剤・消臭剤	汎用エンジン	たばこの煙	自動車	二輪車	特殊自動車	船舶	鉄道車両	航空機	水道	オゾン層破壊物質	ダイオキシン類	低含有率物質	下水処理施設	一般廃棄物処理施設	産業廃棄物焼却施設	
443	メソミル		40,339																						40,339
444	トリフロキシストロピン		8,870																			0.43			8,870
445	クレソキシムメチル		35,044																						35,044
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	50																							50
448	メチレンビス(4,1-フェニレン)＝ジイソシアネート	6,545																				19			6,564
449	フェンメディファム		91,022																			2.6			91,025
450	ピリプチカルブ		12,861																						12,861
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	459																				2.0			460
453	モリブデン及びその化合物	105																				20,369	256		20,729
454	2-(モルホリノジチオ)ベンゾチアゾール	38																							38
455	モルホリン	4,264																				12,172			16,436
456	りん化アルミニウム		11,812																						11,812
457	ジクロロボス			47,200																		64			47,263
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)																					125			125
460	りん酸トリトリル	69																				8.1			77
461	りん酸トリフェニル	464																				1,441			1,904
462	りん酸トリノルマル-ブチル	0.009																				0.051			0.060
	合計	27,547,963	29,638,264	264,442	776,091	23,432,361	4,222,222	25,445,542	5,737,240	1,263,837	621,957	47,374,233	1,000,791	1,864,530	3,861,223	127,578	52,537	115,864	3,414,534	30,547	2,412,660	8,088,243	172,326	241,328	187,675,766

令和3年度 PRTR 届出外排出量の推計方法等の概要

令和5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: https://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。
