

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。

タイヤ等の摩耗については、走行中に路面との間に生じる摩擦によって摩耗し、タイヤ摩耗粉塵として環境中へ排出される量を推計した。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及びタイヤの摩耗の5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」 |
| | エンジン 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 | タイヤの摩耗 | ○ | 「Ⅴタイヤの摩耗」 |
| | 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(管理番号: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)、トルエン(300)、1,3-ブタジエン(351)、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)、トリメチルベンゼン(691)の12物質とした。

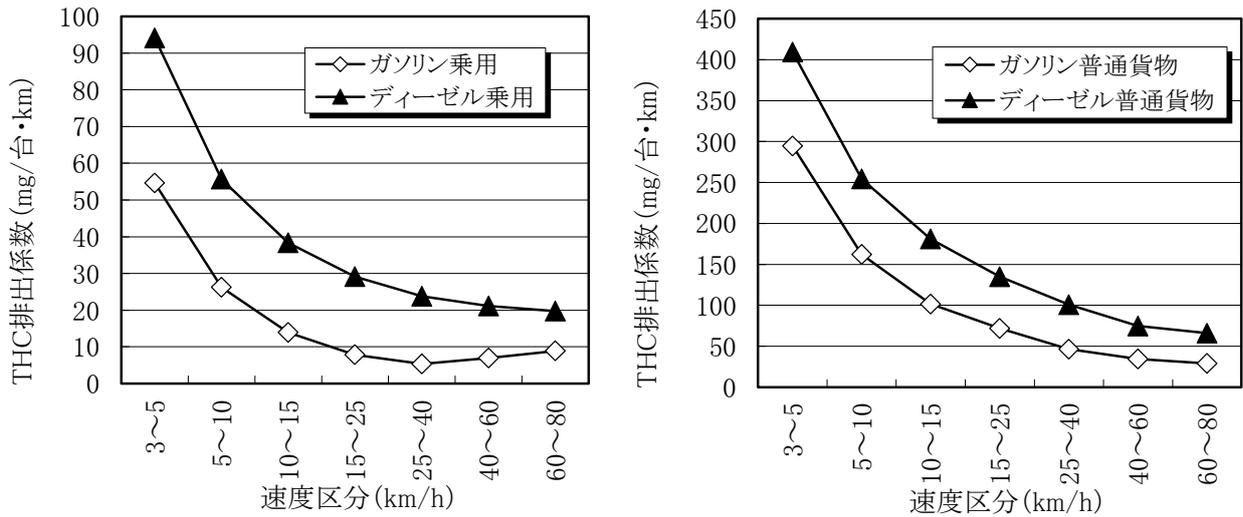
なお、自動車から排出されるオゾン層破壊物質については「オゾン層破壊物質の排出量」として【参考18】に、ダイオキシン類(243)の排出については、別途「ダイオキシン類」として【参考19】にて推計を行っているため、本項では記載していない。

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 Hydrocarbon。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・初度登録年度別に設定した。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・初度登録年度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・初度登録年度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・初度登録年度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5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、2024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・速度区分別の THC 排出係数の例(2023 年度)

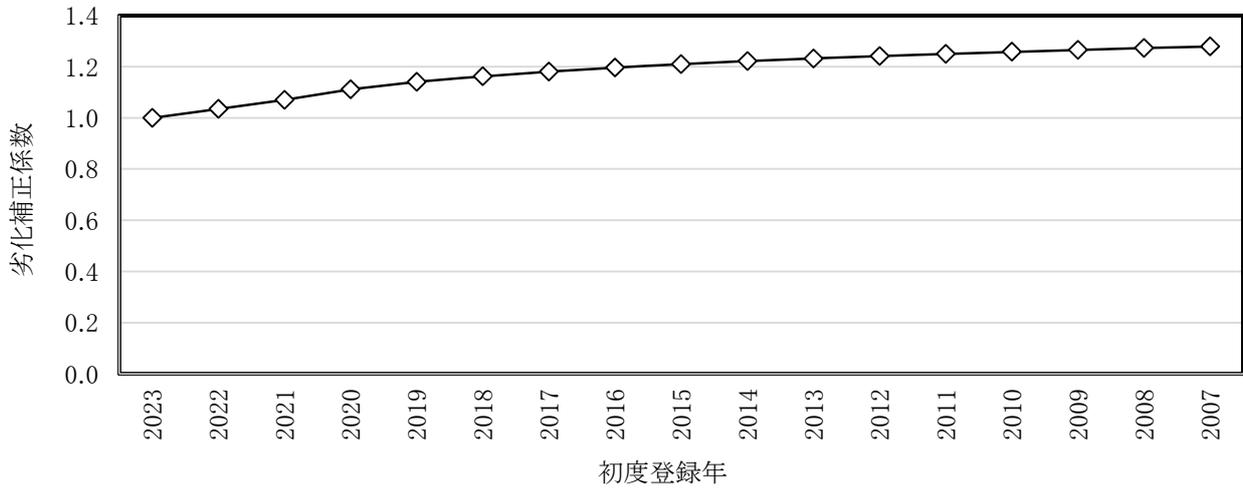
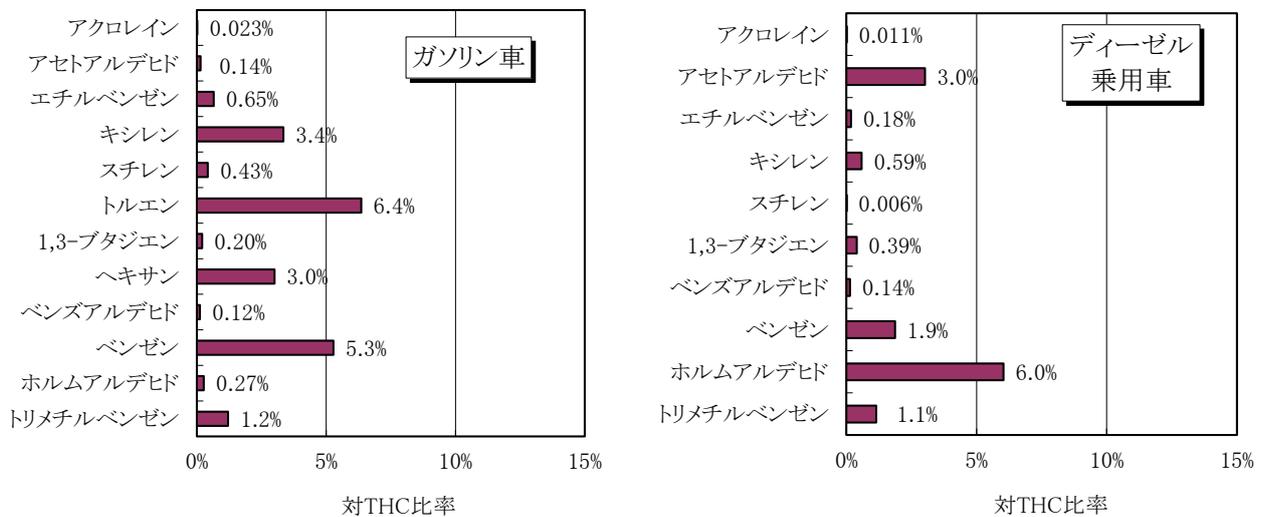
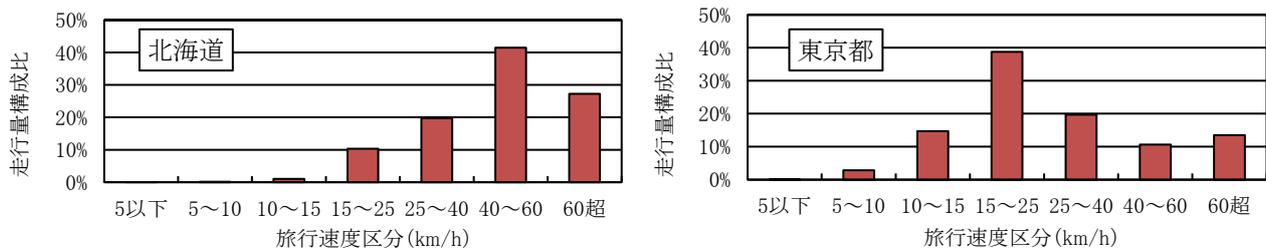


図2 ガソリン乗用車に係る触媒の初度登録年別劣化補正係数の推計結果の例



出典: 環境省環境管理技術室調べ(2013年)及び東京都(2010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2015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2015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、2023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、2023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。

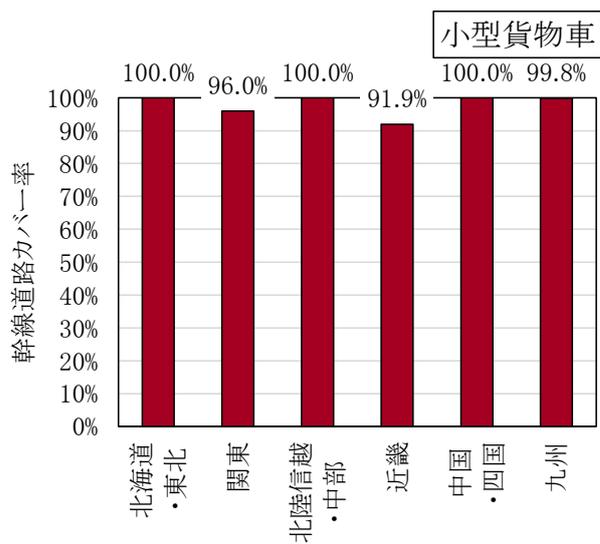
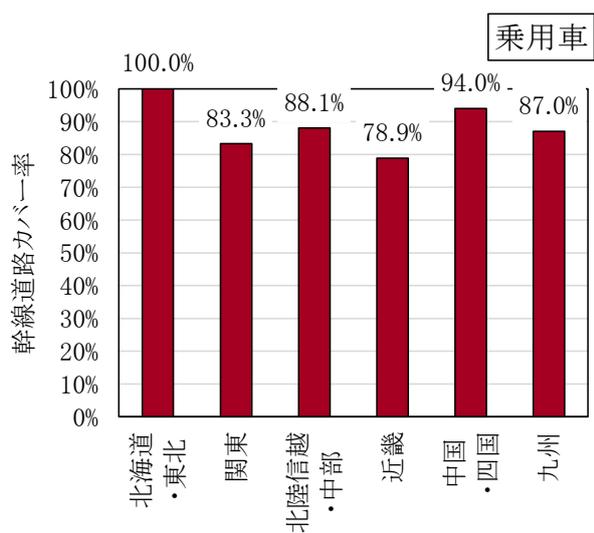
表2 車籍地別走行量の走行する都道府県別構成比の推計結果
(普通貨物車に係る構成比の一部地域における抜粋)

| 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。

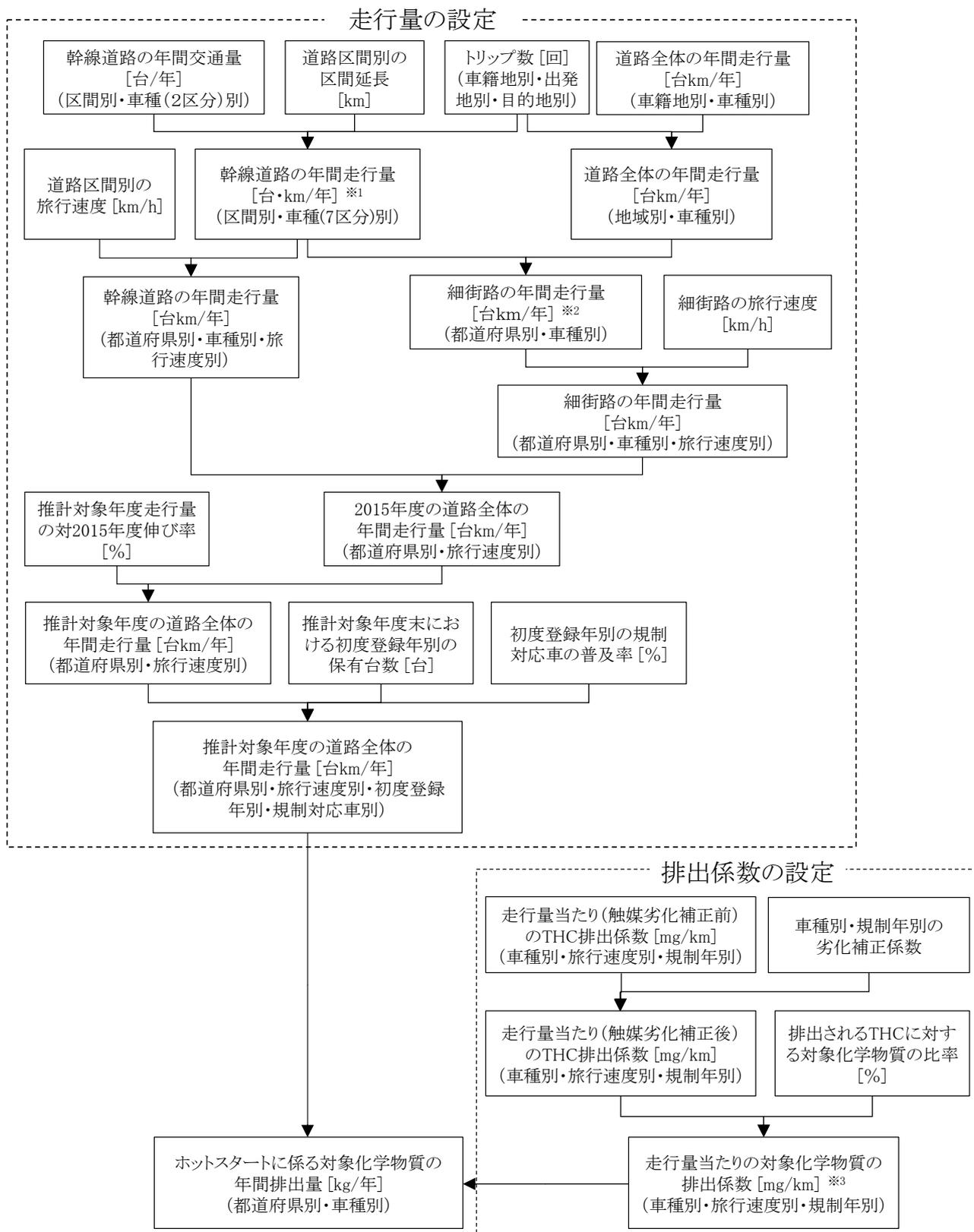
注2:車籍地と同じ都道府県の値を太枠で囲んで示す。



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(2015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。2023 年度の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 千トン（うち、貨物車類*が約 3.3 千トン）と推計された。

※：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(2023 年度)

| 管理 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 | 314 | 605 | 4,134 | 1,015 | 4,857 | 41,542 | 8,710 | 61,177 |
| 12 | アセトアルデヒド | 1,980 | 16,123 | 44,226 | 6,403 | 51,426 | 445,025 | 99,180 | 664,363 |
| 53 | エチルベンゼン | 9,106 | 16,952 | 263 | 29,446 | 4,033 | 847 | 1,163 | 61,811 |
| 80 | キシレン | 46,717 | 85,555 | 1,175 | 151,065 | 20,487 | 2,539 | 4,901 | 312,439 |
| 240 | スチレン | 5,955 | 10,618 | 150 | 19,255 | 2,611 | 317 | 482 | 39,387 |
| 300 | トルエン | 88,692 | 159,643 | 3,944 | 286,798 | 40,850 | 22,000 | 11,536 | 613,463 |
| 351 | 1,3-ブタジエン | 2,803 | 6,624 | 170 | 9,064 | 1,346 | 1,188 | 1,233 | 22,427 |
| 392 | ヘキサン | 41,836 | 74,413 | 1,052 | 135,282 | 18,342 | 2,220 | 3,304 | 276,449 |
| 399 | ベンズアルデヒド | 1,687 | 3,587 | 42 | 5,456 | 741 | 104 | 421 | 12,039 |
| 400 | ベンゼン | 73,631 | 138,758 | 12,882 | 238,096 | 44,914 | 115,107 | 32,831 | 656,219 |
| 411 | ホルムアルデヒド | 3,737 | 31,834 | 103,896 | 12,085 | 120,429 | 1,045,546 | 230,787 | 1,548,314 |
| 691 | トリメチルベンゼン | 16,860 | 34,768 | 424 | 54,519 | 7,401 | 1,010 | 3,693 | 118,674 |
| 合 計 | | 293,318 | 579,479 | 172,358 | 948,484 | 317,437 | 1,677,445 | 398,240 | 4,386,762 |

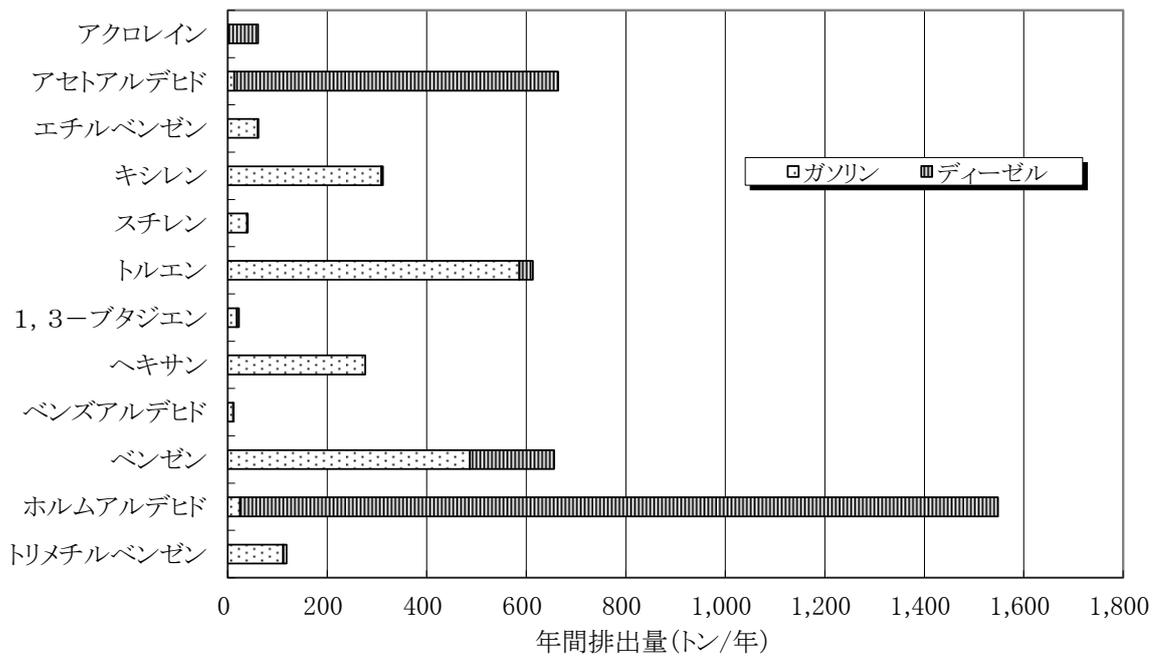


図7 自動車(ホットスタート)に係る対象化学物質別の全国排出量の推計結果(2023年度)

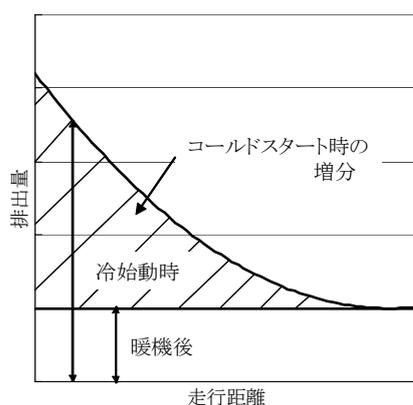
表4 自動車(ホットスタート)に係る排出量推計結果(2023年度:全国)

| 対象化学物質 | | 全国の届出外排出量(kg/年) | | | | |
|--------|-----------|-----------------|-------|----|-----------|-----------|
| 管理番号 | 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 | | | | 61,177 | 61,177 |
| 12 | アセトアルデヒド | | | | 664,363 | 664,363 |
| 53 | エチルベンゼン | | | | 61,811 | 61,811 |
| 80 | キシレン | | | | 312,439 | 312,439 |
| 240 | スチレン | | | | 39,387 | 39,387 |
| 300 | トルエン | | | | 613,463 | 613,463 |
| 351 | 1,3-ブタジエン | | | | 22,427 | 22,427 |
| 392 | ヘキサン | | | | 276,449 | 276,449 |
| 399 | ベンズアルデヒド | | | | 12,039 | 12,039 |
| 400 | ベンゼン | | | | 656,219 | 656,219 |
| 411 | ホルムアルデヒド | | | | 1,548,314 | 1,548,314 |
| 691 | トリメチルベンゼン | | | | 118,674 | 118,674 |
| 合計 | | | | | 4,386,762 | 4,386,762 |

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、2002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)、トルエン(300)、1,3-ブタジエン(351)、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)、トリメチルベンゼン(691)の13物質について推計を行った。ただしヘキサン、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。

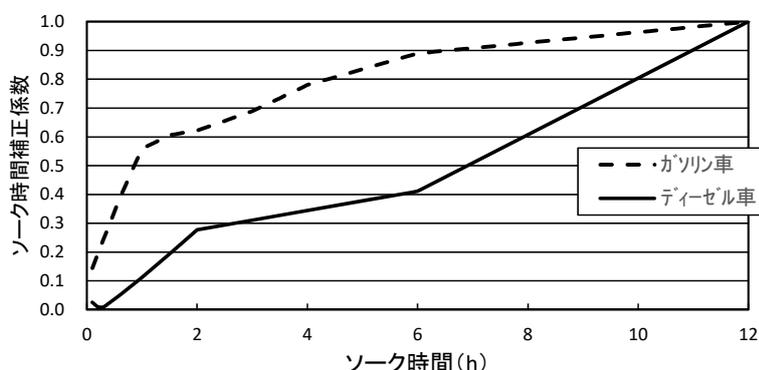
表 5 排出に影響を与える因子

| 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(2023 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 | 0.88 | 0.03 | 0.43 | 0.54 |
| バス | 1.68 | 0.23 | 9.06 | 6.48 |
| 軽貨物車 | 1.49 | 0.07 | - | - |
| 小型貨物車 | 1.14 | 0.10 | 9.05 | 6.48 |
| 普通貨物車 | 1.69 | 0.24 | 9.05 | 6.47 |
| 特種用途車 | 1.27 | 0.13 | 8.59 | 6.16 |

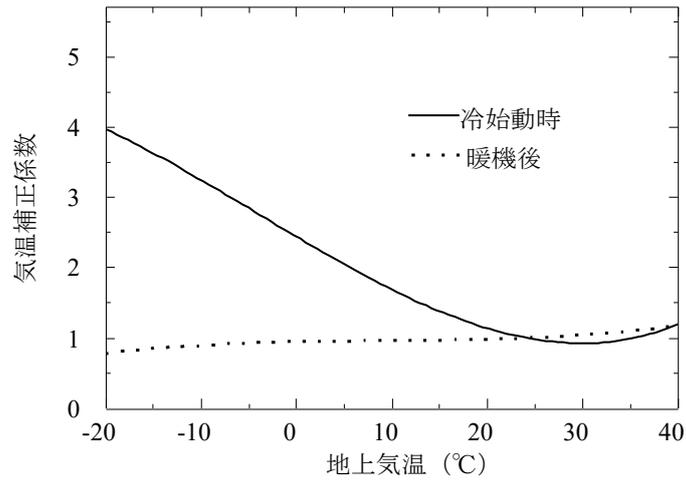
※:「経過年数による補正」とは触媒の劣化による補正と走行係数の低下に関する補正を示す。



出典: 環境省環境管理技術室調べ(2002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

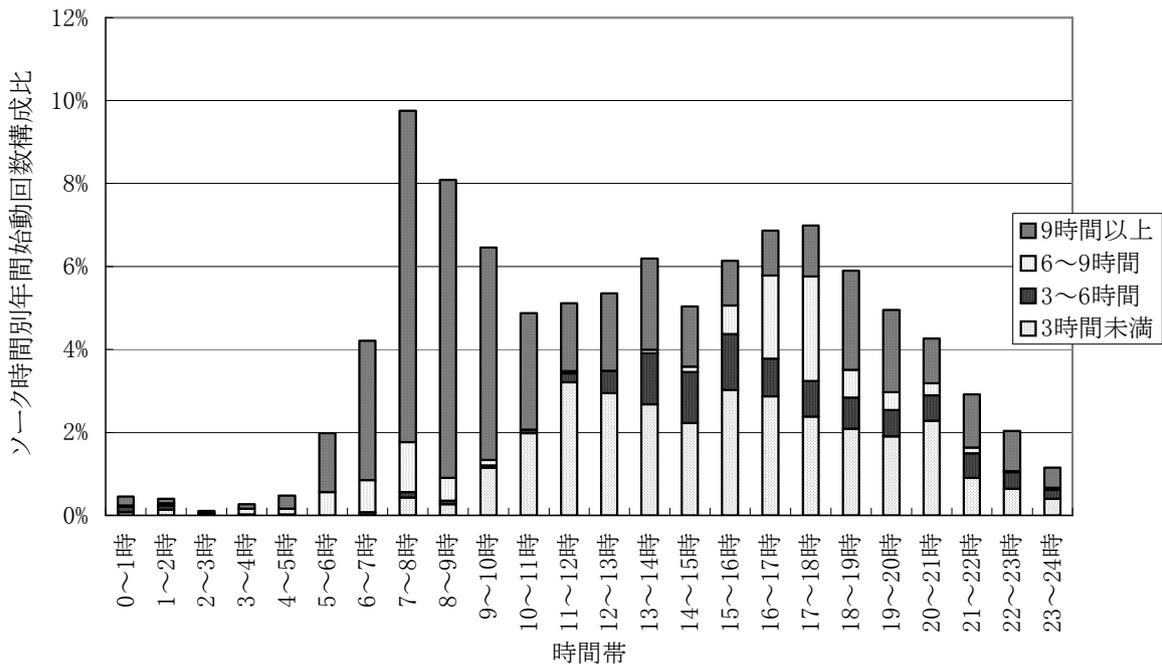
図9 ソーク時間とソーク時間補正係数の関係



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、2002年3月)に基づき作成

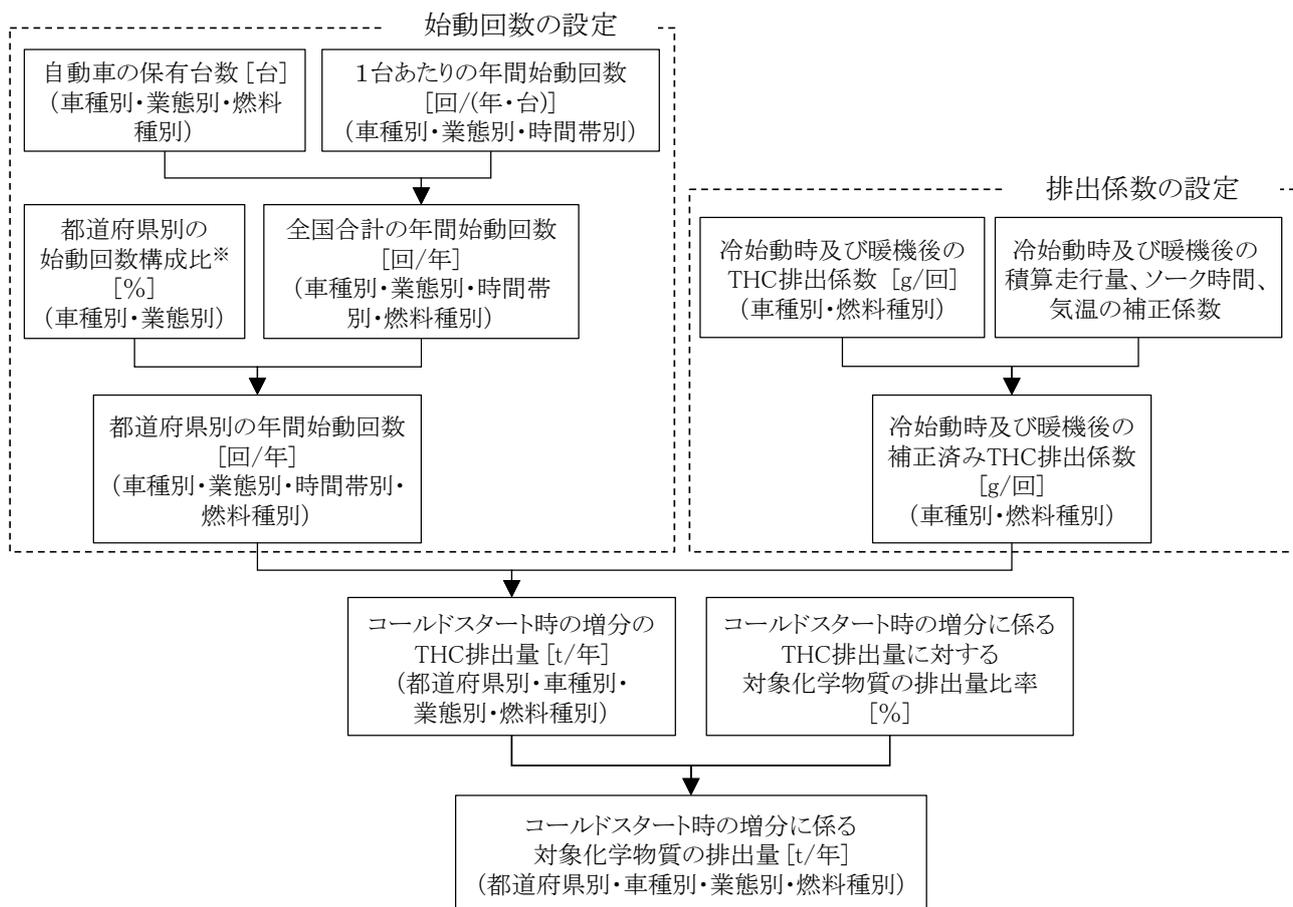
注: 計算式で算出された気温補正係数が1を下回った場合と24°C以上のときは1とみなした。

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、1998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 千トンと推計された(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(2023 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 | 30,263 | - | 30,263 |
| 乗用車 | 33,084 | - | 33,084 |
| バス | 26 | 84 | 110 |
| 軽貨物車 | 15,867 | - | 15,867 |
| 小型貨物車 | 2,135 | 709 | 2,844 |
| 普通貨物車 | 234 | 753 | 987 |
| 特種用途車 | 413 | 303 | 717 |
| 合計 | 82,023 | 1,849 | 83,872 |

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 | |
|--------|------------|----------|--------|
| 管理番号 | 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% |
| 300 | トルエン | 19% | 0.42% |
| 351 | 1,3-ブタジエン | 0.66% | 0.12% |
| 392 | 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% |
| 691 | トリメチルベンゼン※ | 1.9% | 0.039% |

出典：環境省環境管理技術室調べ(2011年)

※：ガソリン車については1,2,4-トリメチルベンゼン及び1,3,5-トリメチルベンゼンの測定データの合計値を、ディーゼル車については1,3,5-トリメチルベンゼンの測定データを用いている。

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
(2023年度)

| 対象化学物質 | | 届出外排出量(kg/年) | | |
|--------|------------|--------------|---------|------------|
| 管理番号 | 物質名 | ガソリン車 | ディーゼル車 | 合計 |
| 10 | アクロレイン | 111,551 | 17,104 | 128,655 |
| 12 | アセトアルデヒド | 369,924 | 82,837 | 452,761 |
| 53 | エチルベンゼン | 2,460,690 | 560 | 2,461,251 |
| 80 | キシレン | 9,596,692 | 2,219 | 9,598,911 |
| 83 | クメン | 56,596 | - | 56,596 |
| 240 | スチレン | 473,273 | 333 | 473,606 |
| 300 | トルエン | 15,420,326 | 7,711 | 15,428,036 |
| 351 | 1, 3-ブタジエン | 542,172 | 2,256 | 544,428 |
| 392 | ヘキサン | 2,788,782 | - | 2,788,782 |
| 399 | ベンズアルデヒド | 232,945 | 370 | 233,315 |
| 400 | ベンゼン | 2,837,996 | 24,223 | 2,862,219 |
| 411 | ホルムアルデヒド | 918,658 | 81,728 | 1,000,386 |
| 691 | トリメチルベンゼン | 1,577,302 | 729 | 1,578,031 |
| 合計 | | 37,386,908 | 220,068 | 37,606,976 |

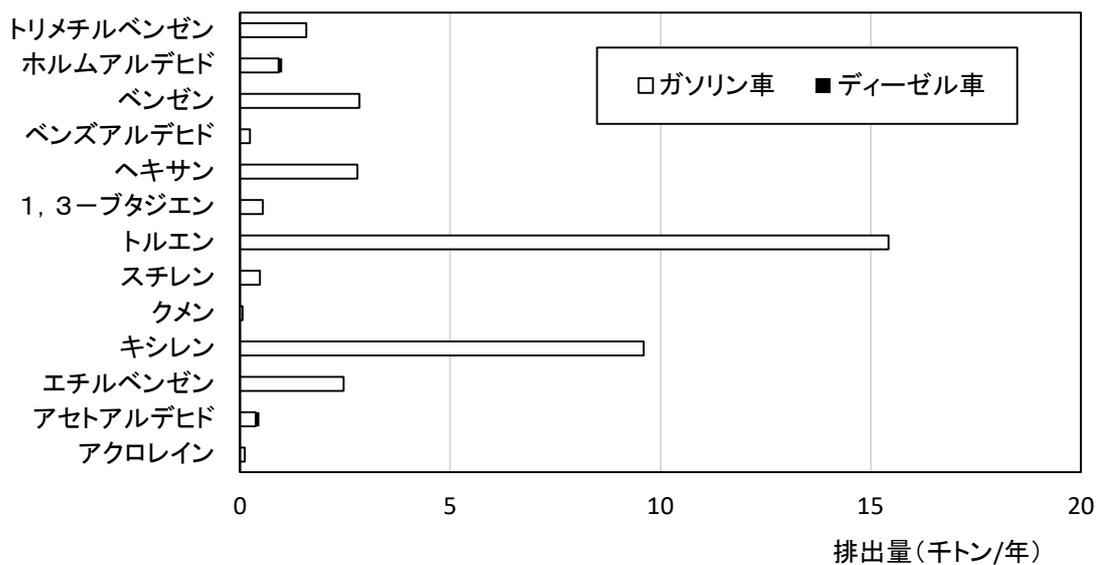


図 13 自動車(コールドスタート時の増分)に係る排出量の推計結果(2023 年度)

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(2023 年度:全国)

| 管理番号 | 対象化学物質 物質名 | 全国の届出外排出量(kg/年) | | | | |
|------|---------------|-----------------|-------|----|------------|------------|
| | | 対象業種 | 非対象業種 | 家庭 | 移動体 | 合計 |
| 10 | アクロレイン | | | | 128,655 | 128,655 |
| 12 | アセトアルデヒド | | | | 452,761 | 452,761 |
| 53 | エチルベンゼン | | | | 2,461,251 | 2,461,251 |
| 80 | キシレン | | | | 9,598,911 | 9,598,911 |
| 83 | クメン | | | | 56,596 | 56,596 |
| 240 | スチレン | | | | 473,606 | 473,606 |
| 300 | トルエン | | | | 15,428,036 | 15,428,036 |
| 351 | 1,3-ブタジエン | | | | 544,428 | 544,428 |
| 392 | ヘキサン | | | | 2,788,782 | 2,788,782 |
| 399 | ベンズアルデヒド | | | | 233,315 | 233,315 |
| 400 | ベンゼン | | | | 2,862,219 | 2,862,219 |
| 411 | ホルムアルデヒド | | | | 1,000,386 | 1,000,386 |
| 691 | トリメチルベンゼン | | | | 1,578,031 | 1,578,031 |
| 合 計 | | | | | 37,606,976 | 37,606,976 |

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)、トルエン(300)、ナフタレン(302)、1,3-ブタジエン(351)、ヘキサシ(392)、ベンゼン(400)、トリメチルベンゼン(691)の8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 2010 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。

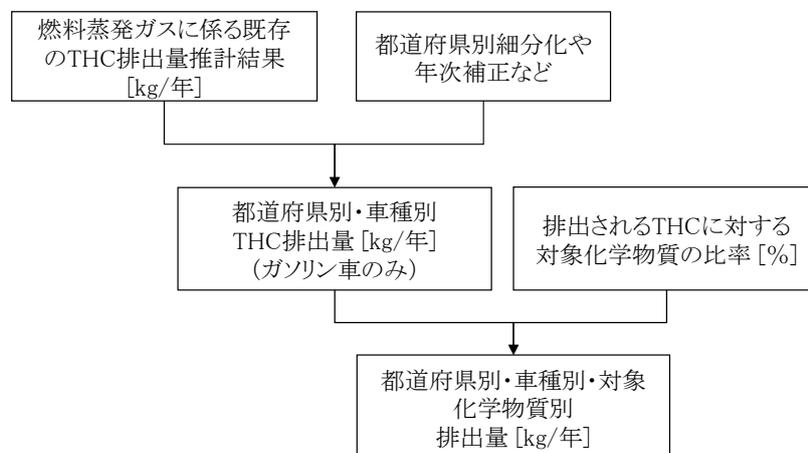


図 14 自動車(燃料蒸発ガス)に係る排出量の推計フロー

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 |
| 管理番号 | 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 | 0.7 |
| 80 | キシレン | 3.6 | 0.09 | 2.0 | 0.03 | 4.8 | 3.4 | 4.8 | 3.4 |
| 300 | トルエン | 18 | 0.7 | 8.8 | 0.2 | 16 | 11 | 13 | 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 | ヘキサン | 3.0 | 0.3 | 4.0 | 0.2 | 1.8 | 1.8 | 2.0 | 1.9 |
| 400 | ベンゼン | 1.9 | 0.09 | 1.4 | 0.05 | 1.2 | 0.6 | 0.8 | 0.4 |
| 691 | トリメチルベンゼン | 1.3 | 0.025 | 0.7 | 0.007 | 3.5 | 7.7 | 2.5 | 5.4 |

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)(2002 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 4.9 千トンと推計された。

表 13 自動車(燃料蒸発ガス)に係る排出量の推計結果(2023 年度:全国)

| 対象化学物質 | | 全国の届出外排出量(kg/年) | | | | |
|--------|------------|-----------------|-------|----|-----------|-----------|
| 管理番号 | 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 | | | | 161,442 | 161,442 |
| 80 | キシレン | | | | 724,951 | 724,951 |
| 300 | トルエン | | | | 2,568,952 | 2,568,952 |
| 302 | ナフタレン | | | | 19,526 | 19,526 |
| 351 | 1, 3-ブタジエン | | | | 3,564 | 3,564 |
| 392 | ヘキサン | | | | 555,178 | 555,178 |
| 400 | ベンゼン | | | | 227,478 | 227,478 |
| 691 | トリメチルベンゼン | | | | 679,880 | 679,880 |
| 合 計 | | | | | 4,940,971 | 4,940,971 |

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)、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)、トリメチルベンゼン(691)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 |
|--------|-----------|----------|
| 管理番号 | 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% |
| 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% |
| 691 | トリメチルベンゼン | 0.20% |

出典:環境省環境管理技術室調べ(2004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 4.7トンと推計された。

表 16 自動車(サブエンジン式機器)に係る排出量推計結果
(2023 年度:全国)

| 対象化学物質 | | 排出量(kg/年) | | |
|--------|-----------|-----------|------|-------|
| 管理番号 | 物質名 | 冷凍機 | クーラー | 合計 |
| 10 | アクロレイン | 116 | 23 | 138 |
| 12 | アセトアルデヒド | 483 | 95 | 578 |
| 53 | エチルベンゼン | 62 | 12 | 75 |
| 80 | キシレン | 215 | 42 | 258 |
| 240 | スチレン | 70 | 14 | 84 |
| 300 | トルエン | 248 | 49 | 297 |
| 351 | 1,3-ブタジエン | 116 | 23 | 138 |
| 399 | ベンズアルデヒド | 57 | 11 | 69 |
| 400 | ベンゼン | 300 | 59 | 359 |
| 411 | ホルムアルデヒド | 2,216 | 435 | 2,651 |
| 691 | トリメチルベンゼン | 61 | 12 | 73 |
| 合 計 | | 3,945 | 775 | 4,719 |

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(2023 年度:全国)

| 対象化学物質 | | 全国の届出外排出量(kg/年) | | | | |
|--------|-----------|-----------------|-------|----|-------|-------|
| 管理番号 | 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 | | | | 138 | 138 |
| 12 | アセトアルデヒド | | | | 578 | 578 |
| 53 | エチルベンゼン | | | | 75 | 75 |
| 80 | キシレン | | | | 258 | 258 |
| 240 | スチレン | | | | 84 | 84 |
| 300 | トルエン | | | | 297 | 297 |
| 351 | 1,3-ブタジエン | | | | 138 | 138 |
| 399 | ベンズアルデヒド | | | | 69 | 69 |
| 400 | ベンゼン | | | | 359 | 359 |
| 411 | ホルムアルデヒド | | | | 2,651 | 2,651 |
| 691 | トリメチルベンゼン | | | | 73 | 73 |
| 合 計 | | | | | 4,719 | 4,719 |

V タイヤの摩耗

1. 届出外排出量と考えられる排出

自動車のタイヤは、走行中に路面との間に生じる摩擦によって摩耗し、タイヤ摩耗粉塵として環境中へ排出される。これは届出外排出量に該当する。

推計にあたり、自動車保有台数及び全国自動車走行距離の車種区分のうち特種用途自動車のタイヤ摩耗からの排出量は、タイヤゴム中の対象化学物質の含有率のデータが得られているタイヤ種区分(乗用車用、トラック・バス用)との対応付けが難しいことから、推計対象外とした。

2. 推計を行う対象化学物質

推計を行う対象化学物質はタイヤ中の含有率データが得られているN-(1,3-ジメチルブチル)-N'-フェニル-パラフェニレンジアミン(230)とした。

3. 推計方法

タイヤの摩耗に係る排出量は、年間タイヤ使用量と年間タイヤ摩耗率から算出した年間タイヤ摩耗量にタイヤゴム中の対象化学物質の含有率を乗じて推計した。年間タイヤ使用量は、年間自動車走行台数に自動車1台当たりのタイヤ装着本数、タイヤ重量を乗じて算出した。なお、年間自動車走行台数については、登録されている自動車がすべて走行していると仮定し、表1に示す自動車保有台数の値を利用した。

タイヤゴム中に含有されている対象化学物質の含有率は令和5年度の(一社)日本自動車タイヤ協会へのヒアリングで得られた値を用い、年間タイヤ摩耗率は、「タイヤのLCCO₂算定ガイドライン Ver.3.0.1」((一社)日本自動車タイヤ協会(2021年12月))におけるタイヤの走行寿命や使用済タイヤ摩耗率、タイヤ1本あたりの年間走行距離等の情報を用いて算定した。

タイヤ1本あたりの年間走行距離は、自動車1台当たりの年間走行距離に等しいため、自動車に係る届出外排出量推計の全国自動車走行距離、年間自動車走行台数(自動車保有台数)等の情報を用いて算定した。なお、自動車保有台数及び自動車走行距離における車種区分とタイヤ種区分は表2に示すように対応付けた。

以上の推計方法をフロー図として図1に示す。

表1 車種別の自動車保有台数(2023年度)

| | 普通貨物車 | 小型貨物車 | 被けん引車 | 軽貨物車 | 普通乗合車 | 小型乗合車 | 普通乗用車 | 小型乗用車 | 軽四輪乗用車 |
|---------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|---------|------------|------------|------------|
| 保有台数(台) | 2,463,702 | 3,499,713 | 200,004 | 8,421,734 | 102,648 | 106,620 | 21,182,227 | 17,612,834 | 23,413,730 |

表 2 タイヤ種区分と自動車走行距離及び自動車保有台数における車種区分の対応付け

| タイヤ種区分 | 自動車保有台数 | 自動車走行距離 |
|---------|-------------------------------|---------------------|
| 乗用車 | 小型貨物車、軽貨物車、普通乗用車、小型乗用車、軽四輪乗用車 | 軽乗用車、乗用車、軽貨物車、小型貨物車 |
| トラック・バス | 普通貨物車、被けん引車、普通乗合車、小型乗合車 | バス、普通貨物車 |

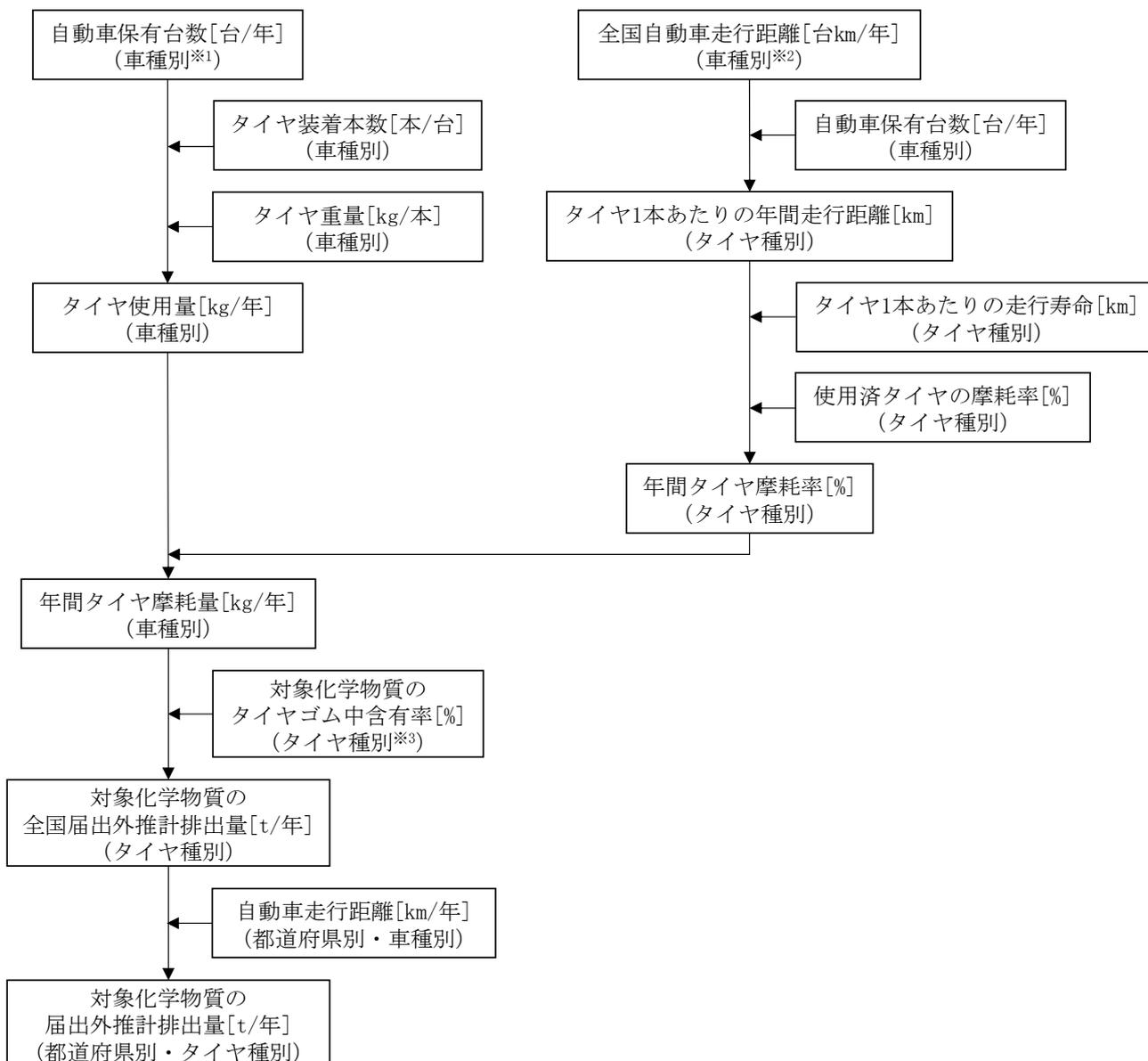


図 1 自動車タイヤの摩耗に係る排出量の推計フロー

※1:自動車保有台数の車種区分:普通貨物車、小型貨物車(四輪・三輪)、被けん引車、軽貨物車(四輪・三輪)、普通乗合車、小型乗合車、普通乗用車、小型乗用車、軽四輪乗用車

※2:対象化学物質のタイヤゴム中含有率のタイヤ種区分:乗用車用、トラック・バス用

※3:全国自動車走行距離の車種区分:軽乗用車、乗用車、バス、軽貨物車、小型貨物車、普通貨物車

4. 推計結果

タイヤの摩耗に係る排出量推計結果を表 3 に示す。排出量の合計は約 1,756 トンと推計された。

表 3 自動車タイヤの摩耗に係るタイヤ種別の排出量推計結果(2023 年度)

| 対象化学物質 | | 全国の届出外排出量(kg/年) | | |
|--------|--------------------------------------|-----------------|-------------|-----------|
| 管理番号 | 物質名 | 乗用車用タイヤ | トラック・バス用タイヤ | 合計 |
| 230 | N-(1,3-ジメチルブチル)-N'-フェニル-パラ-フェニレンジアミン | 984,609 | 771,000 | 1,755,609 |