

III. 燃料蒸発ガス

(1) 排出の概要

ガソリンを燃料とする自動車においては、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するという知見が得られている。ここでは表 12-37の燃料蒸発ガスについて推計を行う。表 12-37に示したものの以外にガソリンスタンドにおける給油の際に燃料タンク内に蒸発していた対象化学物質が押し出されるいわゆる「受入ロス」があるが、これは燃料小売業における排出として届出の対象となっているため、本推計区分からは除外する。

また推計を行う対象化学物質はガソリン成分であり、蒸発ガス中に含まれるエチルベンゼン(物質番号:40)、キシレン(63)、1,3,5-トリメチルベンゼン(224)、トルエン(227)、ベンゼン(299)の5物質に関して推計可能性の検討を行った。

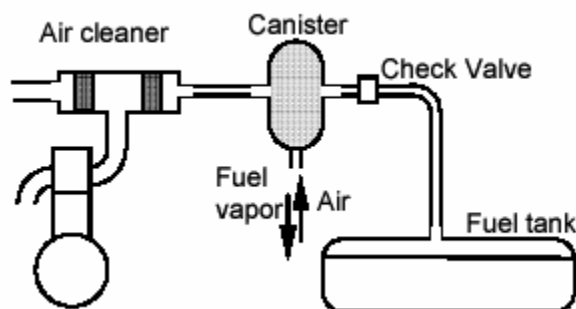
表 12-37 自動車の燃料蒸発ガスの概要

燃料蒸発ガスの種類	概要
ダイアーナルブリージングロス Diurnal Breathing Loss (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した ^{注1)} キャニスタ(図 12-33参照) ^{注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 Hot Soak Loss (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が発生する蒸発ガス
ランニングロス Running Loss (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 ^{注3)} 能力を超えて発生する蒸発ガス

注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。

注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。

注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。



資料:JCAP技術報告書、大気モデル技術報告書(1)(平成14年3月、(財)石油産業活性化センター・JCAP推進室)、(財)石油産業活性化センターホームページ(<http://www.pecj.or.jp/>)

図 12-33 燃料タンクとキャニスタの構造

(2) 利用可能なデータ

表 12-37に示した燃料蒸発ガスについては、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」)の方法に従って、環境省において実施された全炭化水素(以下、THCという。)推計結果を用いる。これらのデータの種類及び資料等について表 12-38に示す。

表 12-38 自動車の燃料蒸発ガスに係る排出量の推計に利用するデータの種類と資料等
(平成 21 年度)

データの種類		資料等
①	平成 14 年度における都道府県別・車種別保有台数(台)	自動車保有車両数月報(都道府県別・車種別・業態別・燃料別)(平成 15 年 3 月末、(財)自動車検査登録協力会)
②	平成 14 年度における車種別ガソリン車の割合(%)	自動車保有車両数(自検協統計)(平成 15 年 3 月末、(財)自動車検査登録協力会)
③	平成 14 年度における規制対応/未対応別のガソリン車の保有台数構成比(%)	上記②と同じ
④	平成 21 年度における都道府県別・車種別保有台数(台)	自動車保有車両数月報(都道府県別・車種別・業態別・燃料別)(平成 22 年 3 月末、(財)自動車検査登録協力会)
⑤	平成 21 年度における車種別ガソリン車の割合(%)	自動車保有車両数(自検協統計)(平成 22 年 3 月末、(財)自動車検査登録協力会)
⑥	平成 21 年度における規制対応/未対応別のガソリン車の保有台数構成比(%)	上記⑤と同じ
⑦	平成 14 年度における DBL に係る都道府県別・規制対応/未対応別・車種別 THC 排出量推計結果(kg/年)	環境省環境管理技術室調べ(平成 15 年)
⑧	燃料蒸発における対象化学物質排出量の対 THC 比率	EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 3rd edition(2002 年 10 月)
⑨	平成 14 年度における都道府県別・車種別・業態別保有台数(台/年)	上記①と同じ
⑩	平成 21 年度における都道府県別・車種別・業態別保有台数(台/年)	上記④と同じ
⑪	平成 14 年度における HSL に係る全国の車種別 THC 排出量推計結果(kg/年)	環境省環境管理技術室調べ(平成 15 年)
⑫	平成 14 年度における都道府県別・車種別ガソリン車走行量(台 km/年)	別途、自動車(ホットスタート)で推計した数値を採用
⑬	平成 21 年度における都道府県別・車種別ガソリン車走行量(台 km/年)	上記⑫と同じ
⑭	平成 14 年度における RL に係る地域別・規制対応/未対応別・車種別 THC 排出量推計結果(kg/年)	上記⑦と同じ

(3) 推計方法

DBLについては平成 14 年度における車種別 THC 排出量を年次補正し(表 12-39 参照)、HSL、RLについてはさらに都道府県別に割り振り、対象化学物質排出量の対 THC 比率を乗じることで算出を行う。DBL、HSL、RLの推計式を以下に示す。

○ DBL に係る排出量の推計方法

(DBL に係る都道府県別・車種別対象化学物質別排出量)

$$= (\text{平成 14 年度における都道府県別・車種別 THC 排出量}) \\ \times (\text{年次補正係数}) \\ \times (\text{対 THC 比率})$$

○ HSL に係る排出量の推計方法

(HSL に係る都道府県別・車種別・対象化学物質別排出量)

$$= (\text{平成 14 年度における全国の車種別 THC 排出量}) \\ \times (\text{年次補正係数}) \\ \times (\text{都道府県別配分指標の値}) \\ \times (\text{対 THC 比率})$$

※都道府県別配分指標としては、都道府県別・車種別・業態別ガソリン車の保有台数を使用する。

○ RL に係る排出量の推計方法

(RL に係る都道府県別・車種別・対象化学物質別排出量)

$$= (\text{平成 14 年度における地域別・車種別 THC 排出量}) \\ \times (\text{年次補正係数}) \\ \times (\text{地域ごとの都道府県別配分指標の値}) \\ \times (\text{対 THC 比率})$$

※都道府県別配分指標としては、都道府県別・車種別走行量を使用し、地域ごとに都道府県に配分する。

表 12-39 年次補正に使用するパラメータ

燃料蒸発 ガス	年次補正に使用するパラメータ
DBL	都道府県別・車種別・規制対応/未規制別ガソリン車の保有台数(台)
HSL	都道府県別・車種別・業態別ガソリン車の保有台数(台)
RL	都道府県別・車種別走行量(台km/年) 都道府県別・車種別・規制対応/未対応別ガソリン車の保有台数(台)

対 THC 比率については国内のデータは得られていない。海外のデータとしては2種類のデータが EMEP/CORINAIR で紹介されている。資料1は「Veldt C. and P.F.J. Van Der Most(1993), Emissiefactoren Vluchtige organische stoffen uit verbrandingsmotoren, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Nr.10, April 1993」に基づくものであり、資料2は EMEP/CORINAIR の関係者が Derwent から個人的に提供を受けたもので、論文等からの引用ではない。また、その他のいくつかの THC 中の成分構成比に係る海外文献においては、上記の Veldt らのデータが引用されている。

また、自動車の燃料蒸発ガス(DBL等)に類似するものとして、ガソリンスタンドにおけるガソリンの受入ロス及び自動車への給油ロスにおける排出係数が確認されているため、これらの数値との比較を行う事で上記2種類の文献における対THC比率の確からしさについて検討を行った。ガソ

リスタンドでの燃料蒸発ガスの排出係数としては表 12-40に示す2つの資料が利用可能である。両者の排出係数に基づき、その成分組成(=対象化学物質ごとの排出係数の対THC比率)を推計した結果を表 12-41に示す。成分組成は受入ロスと給油ロスはほとんど同じ値となっており、トルエンが約 1.2%と最大で、次いでベンゼンとキシレンが約 0.2%となっている。

表 12-40 ガソリンスタンドでの燃料蒸発ガスの排出係数が利用可能な文献

資料名		排出係数	備考
①	石油産業における炭化水素ベーパー防止トータルシステム研究調査報告書(昭和 50 年 3 月、資源エネルギー庁)	THC	東京都内と横浜市内で夏と冬に各5~6回測定したデータの平均値
②	PRTR 制度と給油所(平成 14 年 3 月、石油連盟・全国石油商業組合連合会)	ベンゼン等の5物質	PRTR の届出用の算出マニュアル

表 12-41 ガソリンスタンドでの燃料蒸発ガスに係る成分組成の推計結果

物質番号	対象化学物質名	排出係数		対 THC 比率	
		受入ロス (g/kl-受入量)	給油ロス (g/kl-給油量)	受入ロス	給油ロス
40	エチルベンゼン	0.55	0.70	0.05%	0.05%
63	キシレン	2.22	2.79	0.21%	0.19%
224	1,3,5-トリメチルベンゼン	0.02	0.03	0.002%	0.002%
227	トルエン	13.53	17.04	1.25%	1.18%
299	ベンゼン	2.49	3.13	0.23%	0.22%

注1: 対象化学物質ごとの排出係数は表 12-40の資料②に基づき、レギュラーガソリンとプレミアムガソリンの加重平均値とした(前者と後者の比率を4:1と仮定)。

注2: 対象化学物質ごとの排出係数はベーパー回収装置がない場合の値を示す。

注3: THC排出係数は表 12-40の資料①に基づき(ガソリン種別の記載なし)、ベーパー回収装置がない場合として、以下の値となっている。

受入ロス: 1.08kg/kl-受入量

給油ロス: 1.44kg/kl-給油量

注4: 表 12-40の資料①は測定時期が古いものの、THCとしての排出係数(ベーパー回収装置がない場合)はほとんど変わっていないと仮定した。

注5: ガソリンの蒸発ガスには炭化水素類以外の成分(アルデヒド類等)はほとんど含まれていないため、本表に示す対 THC 比率は NMVOC の成分組成と実質的に同義である。

表 12-41とEMEP/CORINAIRから得られた 2 つのデータを表 12-42に示す。「資料1」と「ガソリンスタンドでの燃料蒸発ガス」は比較的数字が類似している。ここでベンゼンの数値が小さくなっているのは、国内ではガソリン中のベンゼン濃度が 1wt%以下(1 重量%以下)とする規制が行われているためであると考えられる。

上記の結果から、国内実測データ等の新たな知見が得られるまでは表 12-42の「資料1 (Veldt et al.)」のデータを用いることとする。よって、今回は、キシレン(63)、トルエン(227)、ベンゼン(299)の3物質について推計を行うこととする。

表 12-42 自動車の燃料蒸発に係る対象化学物質排出量の対 THC 比率

物質 番号	対象化学物質名	対 THC 比率 (wt%)		
		資料1 (Veldt et al.)	資料2 (Derwent)	ガソリンスタン ドに係る排出 係数の推計
40	エチルベンゼン	-	1.32%	0.05%
63	キシレン	0.5%	5.35%	0.2%
224	1,3,5-トリメチルベンゼン	-	0.39%	0.002%
227	トルエン	1.0%	5.66%	1.2%
299	ベンゼン	1.0%	2.34%	0.2%
	合 計	2.5%	15.06%	1.7%

注 1: 本表に示す数値は 1st edition(1996 年 2 月)から変更されていない。

→ <http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR3/en/page002.html>

注 2: 当該数値は非メタン炭化水素 (NMVOC) に対する重量比で記載されているが、燃料蒸発ガスについてはメタン及び含酸素化合物が含まれないため、対 THC 比率と同義である。

注 3: 資料1ではエチルベンゼンと1,3,5-トリメチルベンゼンの値が示されていないが、組成の近いキシレンの対 THC 比率と、資料2における両者とキシレンとの比率を使うと、両者の対 THC 比率は概ね以下のような値になる可能性がある(ただし、今回の推計では採用しない)。

エチルベンゼン: $0.5\% \times (1.32\% / 5.35\%) \approx 0.1\%$

1,3,5-トリメチルベンゼン: $0.5\% \times (0.39\% / 5.35\%) \approx 0.04\%$

出典: 「資料1」「資料2」については EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 3rd edition (2002 年 10 月)、「ガソリンスタンドに係る排出係数の推計」については石油産業における炭化水素ペーパー防止トータルシステム研究調査報告書(昭和 50 年 3 月、資源エネルギー庁)、PRTR 制度と給油所(平成 14 年 3 月、石油連盟・全国石油商業組合連合会)に基づき推計。

(4) 推計フロー

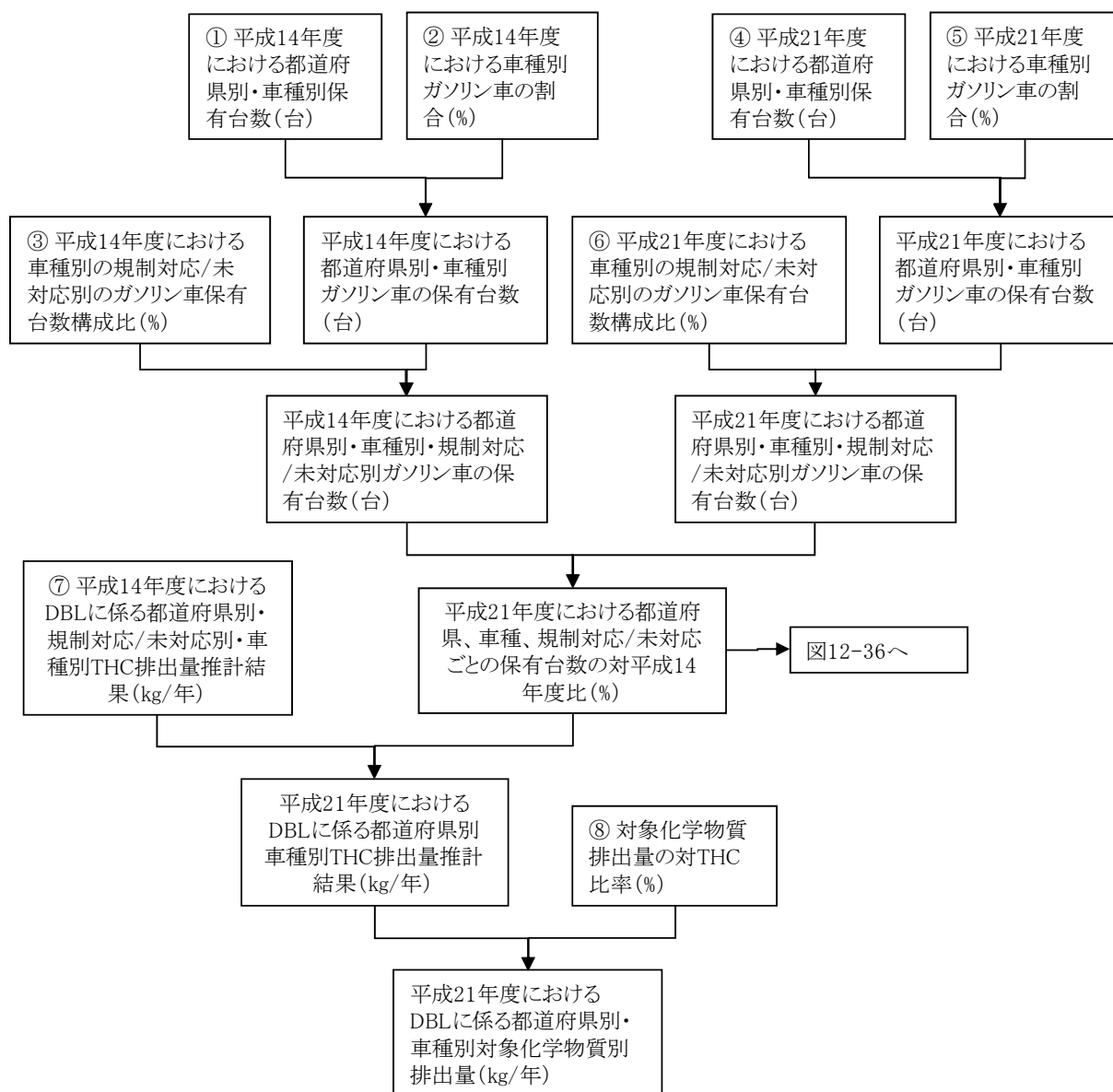


図 12-34 燃料蒸発ガス(DBL)に係る対象化学物質別排出量の推計フロー

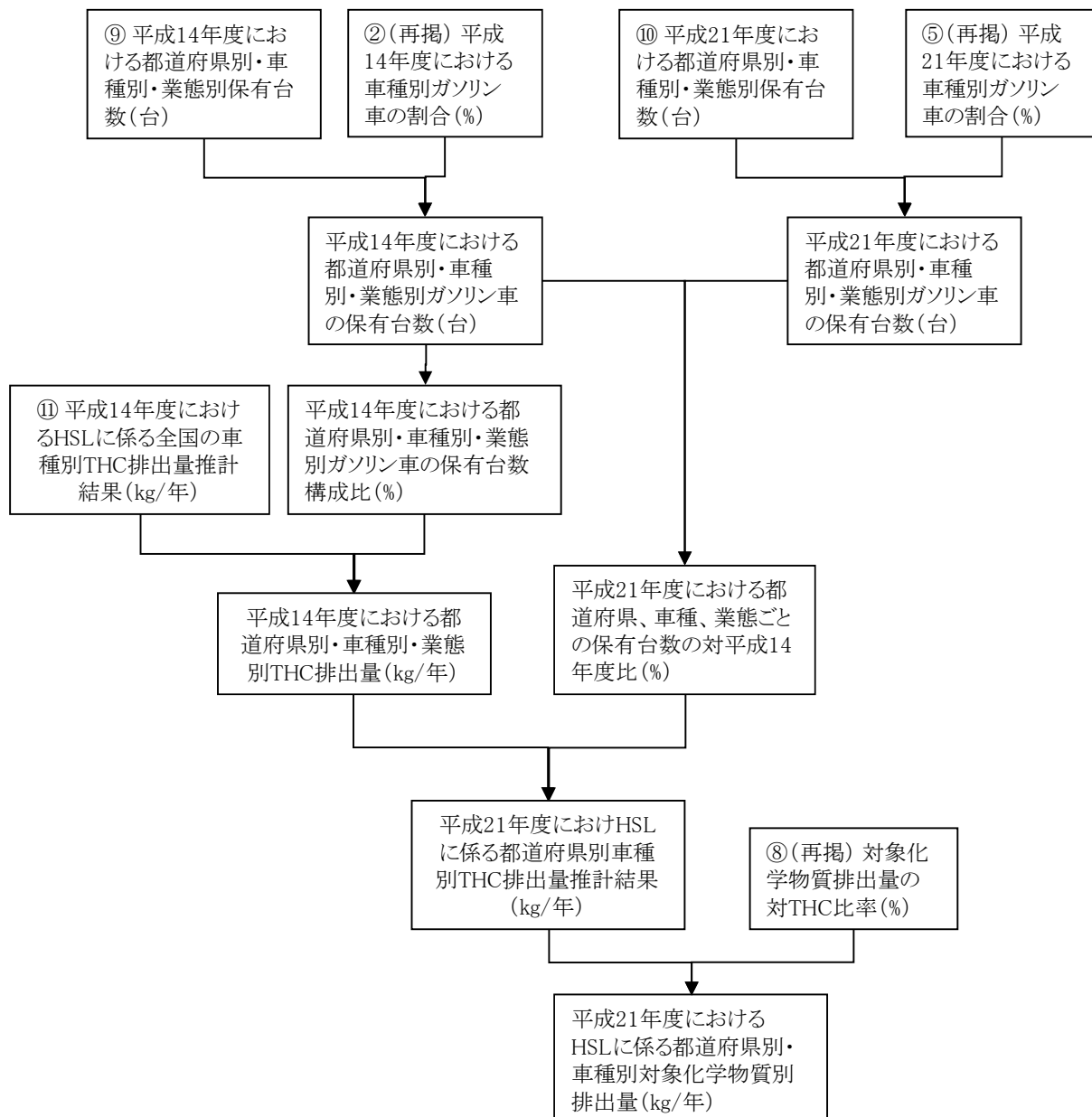


図 12-35 燃料蒸発ガス(HSL)に係る対象化学物質別排出量推計フロー

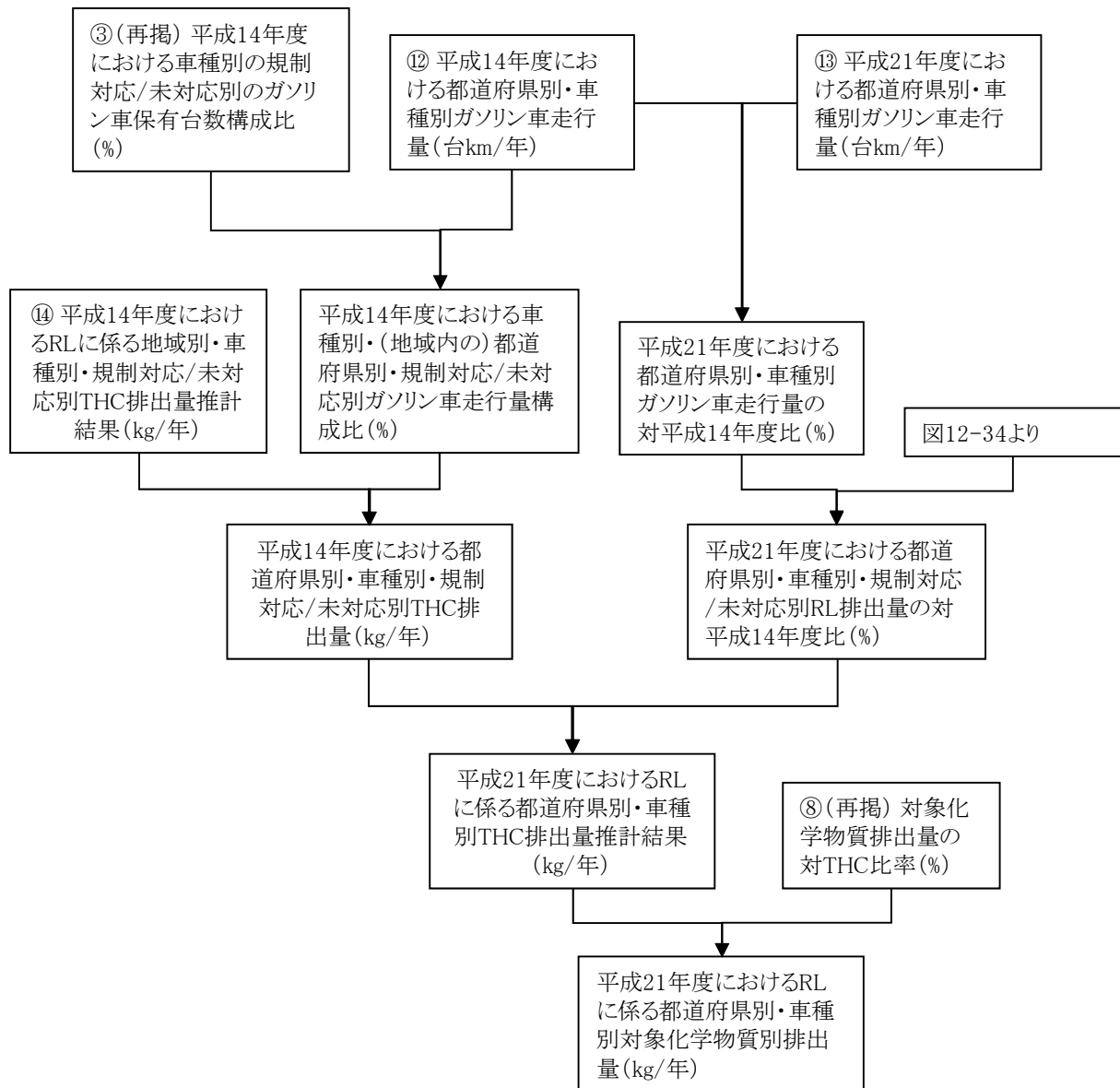


図 12-36 燃料蒸発ガス(RL)に係る対象化学物質別排出量の推計フロー

(5) 推計結果

推計結果を表 12-44～表 12-45に示す。燃料蒸発ガスによる排出は、THC排出量で見ると自動車に係る全排出量の約 10%程度であるが、THC中に含まれる対象化学物質の含有率が低いため、化学物質排出量で見ると自動車全体の約 1.0%であった。

表 12-43 燃料蒸発ガスに係る排出量(平成 21 年度)の推計結果

車種	THC 排出量(t/年)			合計
	DBL	HSL	RL	
軽乗用車	2,436	1,801	1,543	5,779
乗用車	11,484	2,367	2,979	16,830
バス	1	0.3	3.1	4
軽貨物車	1,416	889	542	2,846
小型貨物車	279	142	221	641
普通貨物車	25	5	10	41
特種用途車	73	24	12	110
合計	15,714	5,228	5,309	26,251

注:燃料蒸発ガスの排出量推計はガソリン車を対象としているため、本表もガソリン車に係る排出量となっている。

表 12-44 燃料蒸発ガス以外の自動車に係る THC 排出量との比較(平成 21 年度)

排出源	THC 排出量(t/年)			構成比
	ガソリン・LPG 車	ディーゼル車	合計	
ホットスタート	35,616	55,840	91,456	37.3%
コールドスタート時の増分	125,692	1,893	127,585	52.0%
サブエンジン式機器	-	67	67	0.03%
燃料蒸発ガス	26,251	-	26,251	10.7%
合計	187,559	57,800	245,359	100.0%

表 12-45 自動車の燃料蒸発ガスに係る対象化学物質別排出量の推計結果(平成 21 年度)

対象化学物質		届出外排出量(t/年)						燃料蒸発 ガスの 割合 =(d)/ {(a)+(b)+ (c)+(d)}
物質 番号	物質名	ホットスタート (a)		コールドスタート 時の増分 (b)		サブエンジ ン式機器 (c)	燃料蒸発 ガス (d)	
		ガソリン 車等	ディーゼル 車	ガソリン 車等	ディーゼル 車	ディーゼル	ガソリン 車等	
8	アクロレイン	3	180	53	5	0.3	-	-
11	アセトアルデヒド	51	1,783	573	80	1	-	-
40	エチルベンゼン	229	169	3,712	1	0.1	-	-
63	キシレン	1,197	366	14,196	6	0.5	131	0.8%
177	スチレン	172	77	583	2	0.2	-	-
224	1,3,5-トリメチルベンゼン	385	275	912	20	0.1	-	-
227	トルエン	2,301	836	23,804	8	0.6	263	1.0%
268	1,3-ブタジエン	73	1,285	832	4	0.3	-	-
298	ベンズアルデヒド	33	86	306	2	0.1	-	-
299	ベンゼン	1,893	627	4,426	41	0.7	263	3.6%
310	ホルムアルデヒド	96	4,097	1,428	236	5	-	-
合 計		6,435	9,780	50,823	405	9	656	1.0%

注:エチルベンゼンと 1,3,5-トリメチルベンゼンについて、仮に表 12-42の注3に示す比率を採用した場合は、燃料蒸発ガスに係るそれぞれの全国排出量は約 32t(THC排出量 26,251t/年×約 0.1%)、10t(THC排出量 26,251t/年×約 0.04%)と推計されるが、現時点において信頼できる値とは認められないため、PRTRとしての推計結果としては採用しないこととする。