

令和4年
九都県市揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ
作成業務委託

報 告 書
【概要版】

令和4年12月
九都県市首脳会議環境問題対策委員会
大気保全専門部会

目 次

1	業務の目的	5
2	VOC 排出インベントリ作成方法等の概要	5
3	環境省 VOC インベントリの排出量推計結果	7
4	九都県市における VOC 排出量の推計結果	11
4. 1	配分率の設定に使用した各配分指標	11
4. 2	九都県市内における VOC 排出量の推計結果	16
4. 3	移動発生源由来の VOC 排出量の推計結果	19
4. 4	九都県市内における VOC 排出量の推計結果	28
5	MIR の精査及び物質別・発生源品目別・業種別オゾン生成ポテンシャルの算出	29
5. 1	オゾン生成ポテンシャルの調査・検討	29
5. 2	各都県市及び九都県市全体におけるオゾン生成ポテンシャルの推計結果	30
5. 3	各都県市及び九都県市全体における VOC 排出量とオゾン生成ポテンシャルの相関 解析結果	36

1 業務の目的

環境省が公表している揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ(以下、「環境省 VOC インベントリ」という。)、PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ(以下、「PM2.5 インベントリ」という。)及び令和3年度九都県市揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ(以下、「R3 報告書」という。)をもとに、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、横浜市、川崎市、千葉市、さいたま市、及び相模原市(以下、「九都県市」という。)における固定発生源、家庭、移動発生源からの VOC について、排出インベントリを作成し、今後の VOC 対策を優先的に取り組むべき物質や業種等について検討を行うための基礎データを得ることを目的とする。

2 VOC 排出インベントリ作成方法等の概要

(1)一都三県の発生源品目別排出量及び物質別排出量の推計

環境省 VOC インベントリにおける埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県の業種別排出量を基に、発生源品目別排出量(都県別:埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県)、物質別排出量(都県別)を推計した(図 1)。得られた排出量を合算し、九都県市全体の業種別・発生源品目別・物質別排出量を推計した。推計方法は環境省 VOC インベントリに準拠した。

推計対象年度は令和2年度としたが、環境省 VOC インベントリにおいて一部の発生源品目の排出量が遡及修正されたため、平成12年度、平成17年度～令和元年度についても集計した。

(2)各政令市における VOC 排出量の推計

(1)で算出した三県(埼玉県、千葉県、神奈川県)の業種別排出量を基に、政令市への配分率を乗ずることで、業種別排出量(政令市別:横浜市、川崎市、千葉市、さいたま市、相模原市)を算出した(図 1)。配分率は、「令和3年九都県市揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ作成業務委託」における方法に準拠した。配分指標については、推計年度における経年変化を確認し、不自然な変動があると認められる場合には類似の統計資料との比較を行うことでその要因を確認した。

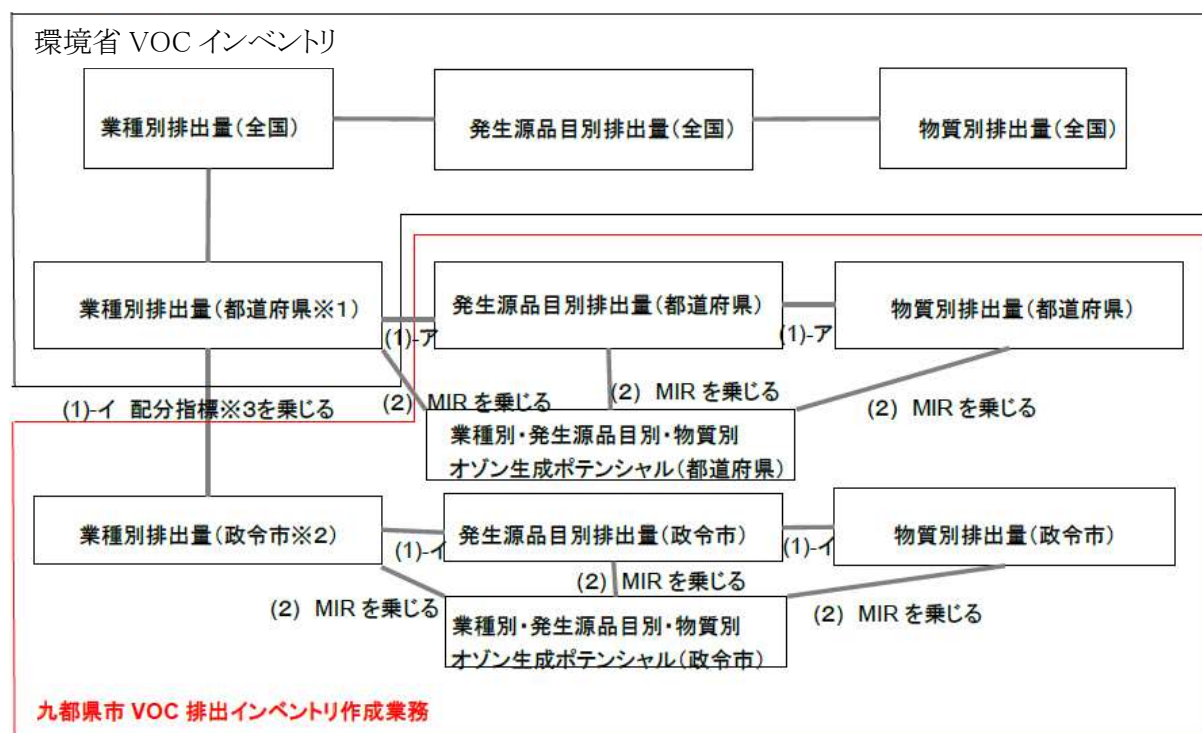
また、環境省 VOC インベントリの発生源品目別排出量から業種別排出量への推計方法及び発生源品目別排出量から物質別排出量への推計方法をもとに、業種別排出量(政令市別)から、発生源品目別排出量(政令市別)及び物質別排出量(政令市別)をそれぞれ算出した(図 1)。

推計対象年度は、(1)と同様に、平成12年度、平成17年度～令和2年度とした。

(3)移動発生源由来の VOC 排出量の推計

PM2.5 インベントリにおける発生源のうち、移動発生源(自動二輪車・自動四輪車)由来の VOC 排出量データから、各都県市別及び九都県市全体の排出量を推計した。推計年度は、PM2.5 インベントリにおいて値が公表されている平成24年度及び平成27年度とした。また、基準年(平成12年度)については、PM2.5 インベントリの前身にあたる JEI-DB(JATOP Emission Inventory-Data Base)を用いて算出した。

算出方法は各インベントリの3次メッシュデータを基に、各都県市のメッシュに該当する値を抽出・集計して算出した。



※1 埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県

※2 横浜市、川崎市、千葉市、さいたま市、相模原市

※3 各政令市への配分指標は、PRTR 排出量データの他、経済センサス、農業センサス、農地面積等の統計データを使用して算出
さいたま市は埼玉県から、千葉市は千葉県から、横浜市、川崎市、相模原市は神奈川県からの配分により算出する

図 1 九都県市 VOC 排出量の推計フロー

3 環境省 VOC インベントリの排出量推計結果

環境省 VOC インベントリにおける全国の発生源品目別排出量、業種別排出量、物質別排出量の推計結果の概要を以下に示す。

なお、以降に示す図表等は、[拡張]VOC インベントリ(民生品の使用)を含めた数値を示す。

<発生源品目別排出量(図 2、図 3)>

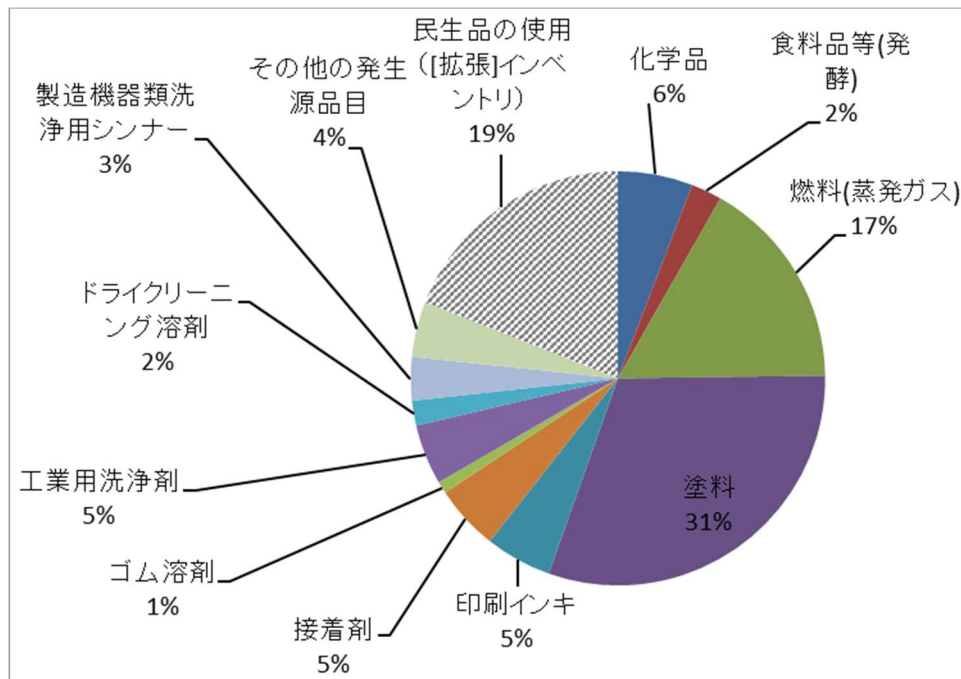
- 令和 2 年度の主要な発生源品目は、塗料、民生品の使用、燃料(蒸発ガス)、化学品、印刷インキ、接着剤、工業用洗浄剤であり、上位 10 発生源品目と民生品の使用の合計が、全体の約 96%を占める。
- 平成 12 年度以降、多くの発生源品目は減少傾向にあるが、目標年であった平成 22 年度以降は横ばいとなっている発生源品目が多い。また、民生品の使用は平成 12 年度から横ばいで推移している。

<業種別排出量(図 4、図 5)>

- 令和 2 年度の主要な業種等は、家庭([拡張]VOC インベントリ)、燃料小売業、輸送用機械器具製造業、建築工事業、化学工業、印刷・同関連業であり、上位 10 業種と家庭の合計が、全体の約 80%を占める。
- 平成 12 年度以降、建築工事業や輸送用機械器具製造業等が減少傾向にあり、特に印刷・同関連業は大幅に減少した。また、燃料小売業、家庭は平成 12 年度から横ばいで推移している。

<物質別排出量(図 6、図 7)>

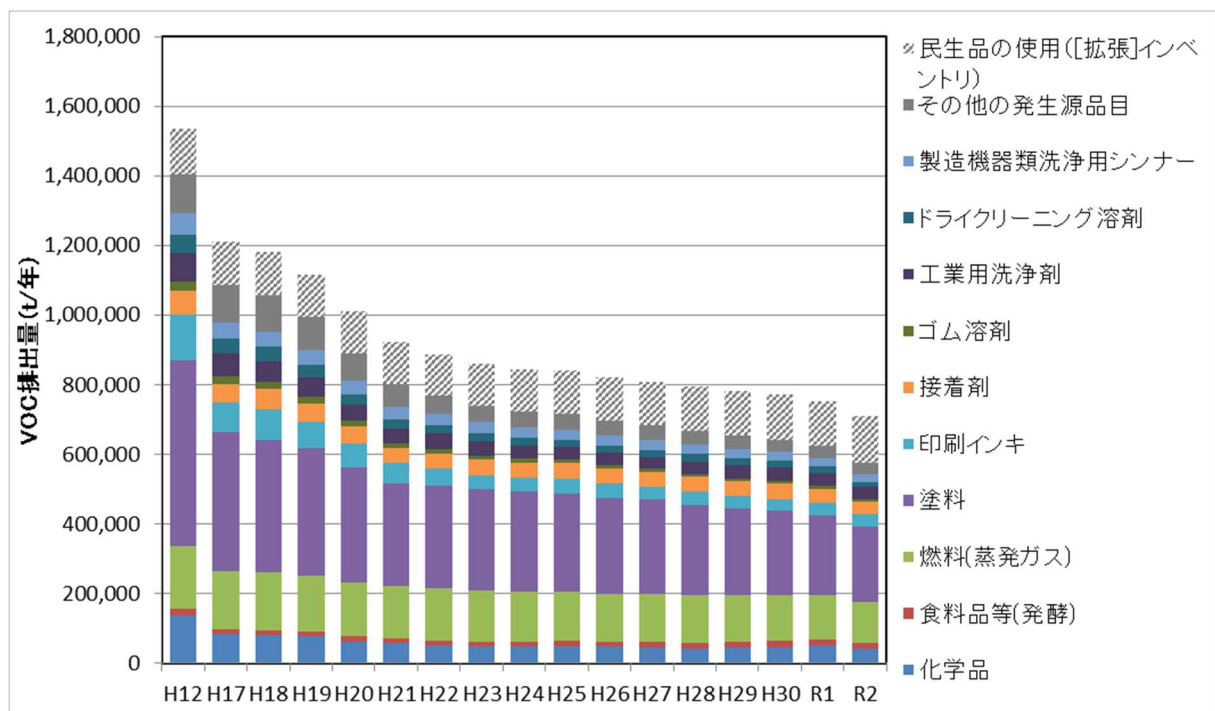
- 令和 2 年度の主要な物質は、トルエン、キシレン、酢酸エチルであり、個別の成分として把握できない「特定できない物質」が 6%、天然ガス成分が 5%、その他(アルコール系)が 5%となっている。VOC インベントリでは 400 種類以上の物質を推計対象としているが、特定の物質の排出量が大きく、上位 10 物質の合計が全体の 45%を占める。
- 平成 12 年度以降、キシレン、トルエン、酢酸エチル等が大幅に減少した。イソペンタンは燃料(蒸発ガス)の推計方法見直し(物質配分に使用する指標の見直し)により、平成 24 年度以降は上位物質となっている。



出典: 令和3年度 環境省請負調査業務報告書「令和3年度 揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ作成等に関する調査業務 報告書」、令和4年3月、株式会社環境計画研究所 を基に作成。

注: 全国排出量の上位10発生源品目まで個別に示し、11位以降を「その他の発生源品目」としてまとめた。

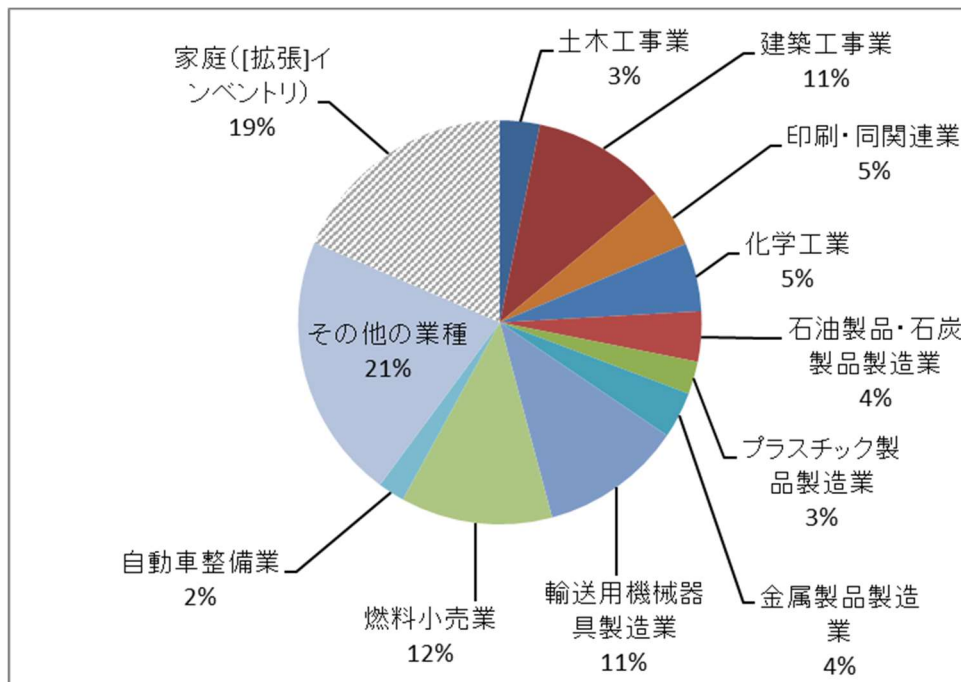
図2 環境省 VOC インベントリにおける発生源品目別排出量の割合(全国; 令和2年度)



出典: 令和3年度 環境省請負調査業務報告書「令和3年度 揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ作成等に関する調査業務 報告書」、令和4年3月、株式会社環境計画研究所 を基に作成。

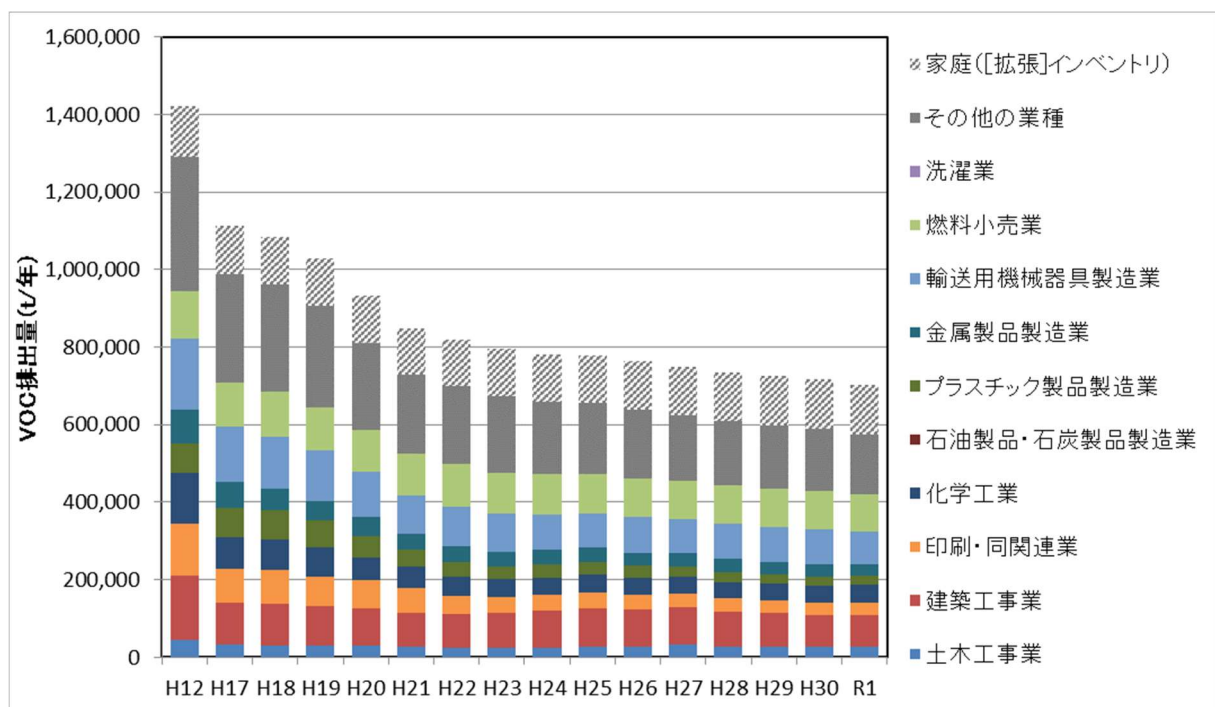
注: 全国排出量の上位10発生源品目まで個別に示し、11位以降を「その他の発生源品目」としてまとめた。

図3 環境省 VOC インベントリにおける発生源品目別排出量の推移(全国)



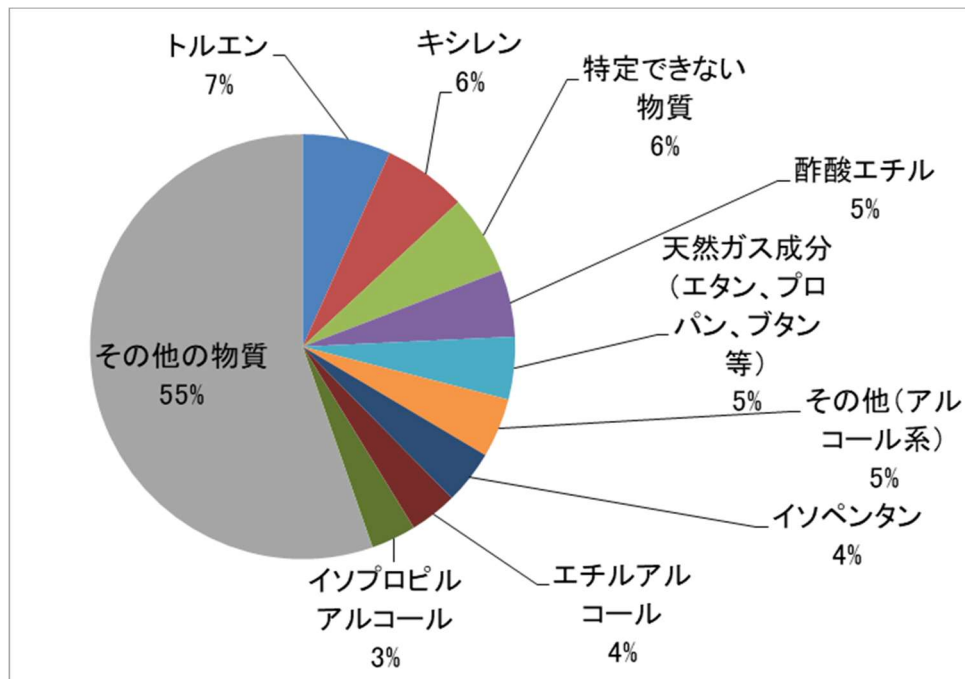
出典: 令和3年度 環境省請負調査業務報告書「令和3年度 揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ作成等に関する調査業務 報告書」、令和4年3月、株式会社環境計画研究所 を基に作成。
 注: 全国排出量の上位10業種まで個別に示し、11位以降を「その他の業種」としてまとめた。

図4 環境省 VOC インベントリにおける業種別排出量の割合(全国; 令和2年度)



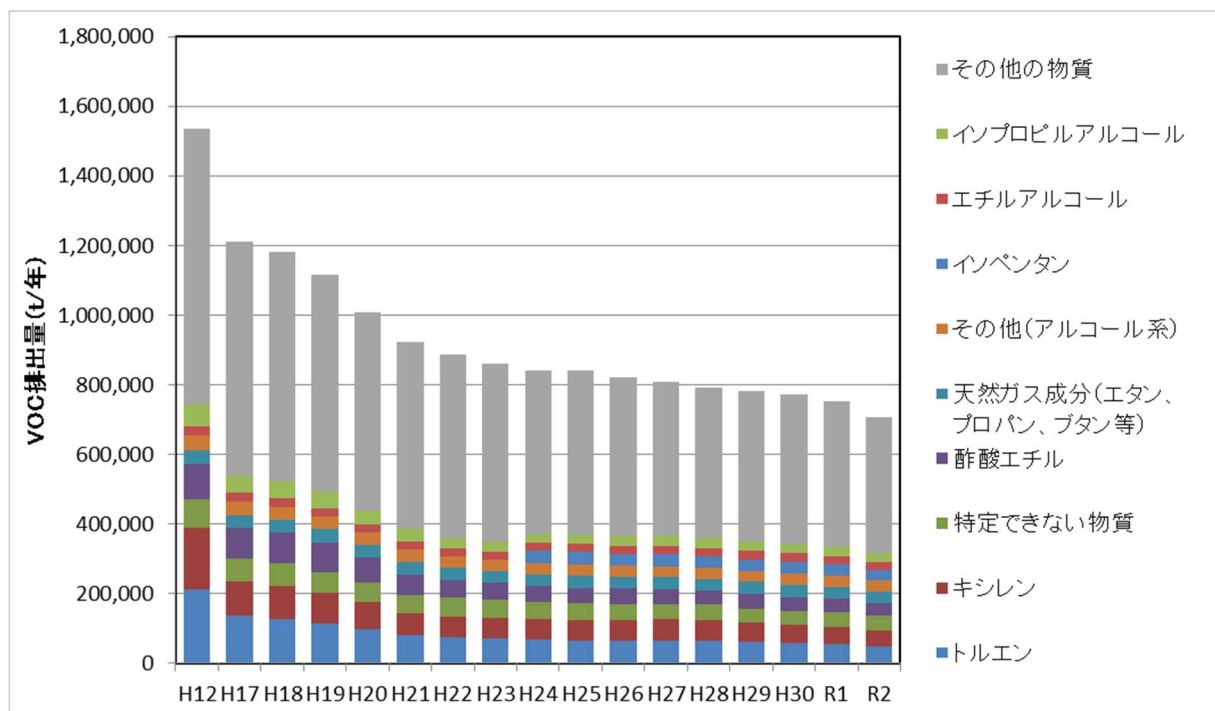
出典: 令和3年度 環境省請負調査業務報告書「令和3年度 揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ作成等に関する調査業務 報告書」、令和4年3月、株式会社環境計画研究所 を基に作成。
 注: 全国排出量の上位10業種まで個別に示し、11位以降を「その他の業種」としてまとめた。

図5 環境省 VOC インベントリにおける業種別排出量の推移(全国)



出典: 令和3年度 環境省請負調査業務報告書「令和2年度 揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ作成等に関する調査業務 報告書」、令和4年3月、株式会社環境計画研究所 を基に作成。
 注: 全国排出量の上位9物質等まで個別に示し、10位以降を「その他の物質」としてまとめた。

図6 環境省 VOC インベントリにおける物質別排出量の割合(全国; 令和2年度)



出典: 令和3年度 環境省請負調査業務報告書「令和2年度 揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ作成等に関する調査業務 報告書」、令和4年3月、株式会社環境計画研究所 を基に作成。
 注: 全国排出量の上位9物質等まで個別に示し、10位以降を「その他の物質」としてまとめた。

図7 環境省 VOC インベントリにおける物質別排出量の推移(全国)

4 九都県市における VOC 排出量の推計結果

九都県市における VOC 排出インベントリの推計条件を表 1 に示す。都県(埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県)の排出量は環境省 VOC インベントリ及び[拡張]VOC インベントリにおける排出量を基に算出した。業種別排出量は環境省 VOC インベントリの値を引用し、発生源品目別及び物質別の排出量は業種別排出量に配分率を乗じて算出した。

政令市(横浜市、川崎市、千葉市、さいたま市、相模原市)の排出量は、都県排出量に業種別、発生源品目別、物質別の配分率を乗じて算出した。

推計年度は環境省の VOC インベントリと同様に、平成 12 年度、平成 17 年度～令和 2 年度とし、推計方法は環境省 VOC インベントリに準拠した。

表 1 九都県市 VOC 排出インベントリの推計条件

項目	条件
① 対象発生源	・VOC 排出インベントリにおいて対象とされている 31 発生源品目。 ・[拡張]VOC 排出インベントリにおいて対象とされている 1 発生源。
② 対象業種	・環境省の各インベントリにおいて推計対象とされている 43 業種。
③ 物質	・環境省の各インベントリにおいて推計対象とされている 471 物質。
④ 対象自治体	・九都県市

4.1 配分率の設定に使用した各配分指標

県から政令市への配分率の算出に使用する配分指標(統計データ等)は、可能な限り環境省 VOC インベントリ(令和 2 年度排出量)における全国から都道府県への配分指標と同じとした。

環境省の VOC インベントリにおける都道府県への配分指標は以下の6種類に分類される(表 2)。このうち、「① PRTR 届出・すそ切り以下」、「② 工業統計」、「③ 経済センサス」、「④ 住民基本台帳人口・世帯数」については、市区町村単位のデータが得られるため、環境省 VOC インベントリと同じ指標を用いて政令市の配分率を算出した。一方、「⑤ PRTR 届出外」、「⑥ その他の統計データ等」の一部の統計については、市区町村単位のデータが得られなかったため、個別に配分方法を検討した。

なお、環境省 VOC インベントリにおける配分指標は遡及修正されないため、過去の環境省の報告値と一致しない場合がある。

<環境省 VOC インベントリにおける都道府県への配分指標の分類>

- ① PRTR 届出・すそ切り以下 市区町村データあり (28 業種)
- ② 工業統計(経済産業省) 市区町村データあり (2 業種)
- ③ 経済センサス(総務省) 市区町村データあり (2 業種)
- ④ 住民基本台帳人口・世帯数(総務省) 市区町村データあり (2 業種)
- ⑤ PRTR 届出外 市区町村データなし (2 業種)
- ⑥ その他の統計データ等 一部市区町村データなし (7 業種)

表 2 環境省 VOC インベントリにおける都道府県への配分指標の分類

配分指標	業種
① PRTR 届出・すそ切り以下	05: 鉱業、11: 繊維工業(衣類その他の繊維製品を除く)、12: 衣服・その他の繊維製品製造業、13: 木材・木製品製造業(家具を除く)、15: パルプ・紙・紙加工品製造業、16: 出版・印刷・同関連業、17: 化学工業、19: プラスチック製品製造業、20: ゴム製品製造業、21: なめし革・同製品・毛皮製造業、22: 窯業・土石製品製造業、23: 鉄鋼業、24: 非鉄金属製造業、25: 金属製品製造業、26: 一般機械器具製造業、27: 電気機械器具製造業、28: 情報通信機械器具製造業、29: 電子部品・デバイス製造業、30: 輸送用機械器具製造業、31: 精密機械器具製造業、32: その他の製造業、33: 電気業、34: ガス業、47: 倉庫業、76: 学校教育、81: 学術・開発研究機関、85: 産業廃棄物処分業、87: 機械修理業
② 工業統計	14: 家具・装備品製造業、18: 石油製品・石炭製品製造業
③ 経済センサス	86: 自動車整備業、90: その他の事業サービス業
④ 住民基本台帳人口・世帯数	98: 特定できない業種、99: 家庭
⑤ PRTR 届出外	01: 農業、04: 水産養殖業
⑥ その他の統計データ等	06A: 土木工事業、06B: 建築工事業、06C: 舗装工事業、09: 食料品製造業、10: 飲料・たばこ・飼料製造業、603: 燃料小売業、821: 洗濯業

注: 環境省 VOC インベントリと同じ配分指標で政令市への配分率を算出できない業種を網掛けで示した。

(1) 配分指標の算出方法

① PRTR 届出・すそ切り以下

「①PRTR 届出・すそ切り以下」排出量は、環境省 VOC インベントリにおける都道府県への配分率の算出方法を引用した(※)。具体的には、PRTR による届出対象物質のうち、VOC に該当する物質の大気排出量を用いて、都県排出量に対して政令市排出量が占める割合から「政令市への配分率」を算出した。また、すそ切り以下事業者による排出量については、経済センサスの事業所数に基づき配分して届出排出量に合算した。

平成 12 年度の排出量は、PRTR 初年度(平成 13 年度)のデータで代用した。

※ 業種ごとに PRTR 届出に対してすそ切り以下の占める割合が 10 %を超える場合は、PRTR 届出とすそ切り以下を合わせた値を用いる。

② 工業統計

工業統計は市区町村別の値が公表されているため、その値を使用して政令市への配分率を算出した。欠損や非公表(秘匿)等で推計対象年度のデータが得られない場合は、前年度のデータで代用した。なお、経済産業省による工業統計は 1 年遅れで公表されるため、環境省 VOC インベントリの推計に使用する他の統計値と年度が異なることに留意する必要がある。

③ 経済センサス

経済センサスは工業統計と同様に市区町村別の値が公表されているため、その値を使用して政令市への配分率を算出した。欠損や非公表(秘匿)等で推計対象年度のデータが得られない場合は、前年度のデータで代用した。

④ 住民基本台帳人口・世帯数

住民基本台帳人口・世帯数は市区町村別の値が公表されているため、その値を使用して政令市への配分率を算出した。なお、[拡張]揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリにおける業種は全て「99:家庭」であるため、住民基本台帳人口に基づき配分した。

⑤ PRTR 届出外

環境省 VOC インベントリにおける「01:農業」は、発生源品目でみると、「316:農薬・殺虫剤等(補助剤)」の一部が割り当てられている。発生源品目「316:農薬・殺虫剤」は、PRTR 届出外排出量の「農薬」及び「殺虫剤」の推計値を引用していることから、PRTR 届出外「農薬」における都道府県別排出量を配分指標として使用している。なお、平成 25 年以前は「423:くん蒸剤」の一部が「01:農業」に割り振られていたが、平成 26 年以降は 0kg であることから検討対象外とした。

一方、「04:水産養殖業」は、発生源品目でみると、「317:漁網防汚剤」の全量が割り当てられている。発生源品目「317:漁網防汚剤」は、PRTR 届出外の「漁網防汚剤」の推計値を引用していることから、PRTR 届出外「漁網防汚剤」における都道府県別排出量を配分指標として使用している。

したがって、これらの業種については、PRTR 届出外における地域別の排出量が都道府県単位までであることから、政令市への配分は別の統計指標を検討した。

環境省 VOC インベントリにおける「316:農薬・殺虫剤等(補助剤)」は主に農薬であり、農地に散布される VOC 排出量と定義されている。農薬の使用量は概ね農地面積に比例すると考えられることから、市区町村別の値が示されている「農林業センサス」(農林水産省)を配分指標とした。

「317:漁網防汚剤」は、「養殖場(ぶり、まだい)で用いられる漁業の定置網に塗布される防汚剤」を推計対象としている。養殖用の漁網の使用量は概ね養殖魚の収穫量に比例すると考えられることから、市区町村別の値が示されている「海面漁業生産統計調査」(農林水産省)を配分指標とした。

なお、農業センサスは 5 年間隔であるため、間の期間は同じ値を使用した。また、埼玉県は海に面していないため、「04:水産養殖業」の配分率は 0%となっている。

⑥ その他の統計データ等

①から⑤に該当しない業種については、個別に配分指標を検討した。「821:洗濯業」は都県への配分指標に市区町村単位のデータも含まれていたが、それ以外は得られなかったため、各業種において推計対象とされている VOC の排出工程を踏まえつつ、類似の配分指標を選定した。

工事関係の業種(06A:土木工事業、06B:建築工事業、06C:舗装工事業)は、主に工事現場で使用する塗料、接着剤、アスファルト溶剤、製造機器類洗浄用シンナー、塗膜剥離剤(リムーバー)から排出される VOC が推計対象とされている。環境省 VOC インベントリでは、元請完成工事高、

戸数・件数と床面積、(道路の)実延長を都道府県配分に使用しているため、政令市への配分指標においても各県の建築関係の統計等から類似する指標を選定した。

食料品・飲料関係(09:食料品製造業、10:飲料・たばこ・飼料製造業)は、主にパンや酒類の製造段階で生成・排出される VOC(エチルアルコール)を推計対象とされており、パン類の生産量、酒類の製成数量が都道府県への配分指標として使用されている。政令市(市区町村単位)の食料品・飲料の製造量(出荷額)は、「工業統計調査」(経済産業省)に示されているため、それぞれ「09:食料」及び「10:飲料」の製造品出荷額等を配分指標に使用した。なお、PRTR においても「09:食料品製造業」及び「10:飲料・たばこ・飼料製造業」からの排出が届出されているが、環境省 VOC インベントリにおいて推計対象としている「エチルアルコール」は届出対象外であり、パンやアルコール類以外の食品や飲料の製造等による排出量が多く含まれていると推察されるため、配分に適さないと判断した。

「603:燃料小売業」は、タンクローリーから給油所(ガソリンスタンド)の地下タンクに燃料を補充する際の排出、及び車両給油時に排出される VOC が推計対象とされており、石油連盟による都道府県別の販売数量に基づき都道府県別の排出量を推計している(※)。政令市(市区町村単位)の燃料小売業の排出量については、PRTR 届出データの「5930:燃料小売業」から把握できるため、PRTR を用いて配分することとした。

※ 各都道府県の気温から算出した排出係数に揮発油の都道府県別販売量を乗じて算出しているため、厳密には「全国排出量を都道府県に配分」ではない。

「821:洗濯業」の地域配分に使用している「衛生行政報告例」(厚生労働省)は市区町村別のデータが公表されているため、政令市への配分においても同じ指標を使用することとした。

(2)まとめ

九都県市 VOC インベントリの作成に使用した、各業種における都県、及び政令市への配分指標を表 3 に示す。

表 3 九都県市への配分指標(1/3)

業種		配分指標	
		都道府県	政令市
01	農業	PRTR 届出外(農業に係る排出量)	農林業センサス(農林水産省) ⇒総農家(総農家=販売農家+自給的農家)の 経営耕地面積
04	水産養殖業	PRTR 届出外(漁網防汚剤)	海面漁業生産統計(農林水産省) ⇒養殖魚種別収獲量
05	鉱業	PRTR 届出(0500:金属鉱業と 0700:原油・天然ガス鉱業の合計)	PRTR 届出(0500:金属鉱業と 0700:原油・天然ガス鉱業の合計)
06A	土木工事業	建設工事施工統計調査報告(国土交通省) ⇒発注者別、施工都道府県別一元請 完成工事高	・埼玉の土地(埼玉県)⇒市街化区域面積 ・千葉県⇒市街化区域面積の推移 ・県勢要覧(神奈川県)⇒市街化区域面積
06B	建築工事業	住宅着工統計(国土交通省) ⇒都道府県別、工事別、利用関係別/ 戸数・件数、床面積	・埼玉県統計年鑑⇒着工新設住宅数 ・建築着工統計(千葉県)⇒新設住宅の着工戸数 ・県勢要覧(神奈川県)⇒着工新設住宅戸数

表 3 九都県市への配分指標(2/3)

業種		配分指標	
		都道府県	政令市
06C	舗装工事業	道路統計年報(国土交通省) ⇒都道府県別実延長内訳	道路統計年報(国土交通省) ⇒都道府県別実延長内訳
09	食料品製造業	米麦加工食品生産動態等統計調査年報(平成 21 年度)(農林水産省) ※平成 22 年度以降は都道府県別の公表無し ⇒パン類の都道府県別生産量	工業統計調査(経済産業省) ⇒市区町村編「製造品出荷額」
10	飲料・たばこ・飼料製造業	国税庁統計年報(国税庁) ⇒酒税 都道府県別の製成数量	工業統計調査(経済産業省) ⇒市区町村編「製造品出荷額」
11	繊維工業	PRTR 届出+すそ切り(1400:繊維工業)	PRTR 届出+すそ切り(1400:繊維工業)
12	衣服・その他の繊維製品製造業	PRTR 届出(1500:衣服・その他の繊維製品製造業)	PRTR 届出(1500:衣服・その他の繊維製品製造業)
13	木材・木製品製造業	PRTR 届出+すそ切り(1600:木材・木製品製造業(家具を除く))	PRTR 届出+すそ切り(1600:木材・木製品製造業(家具を除く))
14	家具・装備品製造業	工業統計(経済産業省) ⇒家具・装備品製造業の都道府県別・製造品出荷額	工業統計調査(経済産業省)⇒市区町村編「製造品出荷額」
15	パルプ・紙・紙加工品製造業	PRTR 届出(1800:パルプ・紙・紙加工品製造業)	PRTR 届出(1800:パルプ・紙・紙加工品製造業)
16	出版・印刷・同関連業	PRTR 届出(1900:出版・印刷・同関連業)	PRTR 届出(1900:出版・印刷・同関連業)
17	化学工業	PRTR 届出(2000:化学工業)	PRTR 届出(2000:化学工業)
18	石油製品・石炭製品製造業	工業統計(経済産業省) ⇒石油製品・石炭製品製造業の都道府県別・製造品出荷額	工業統計調査(経済産業省) ⇒市区町村編「製造品出荷額」
19	プラスチック製品製造業	PRTR 届出(2200:プラスチック製品製造業)	PRTR 届出(2200:プラスチック製品製造業)
20	ゴム製品製造業	PRTR 届出(2300:ゴム製品製造業)	PRTR 届出(2300:ゴム製品製造業)
21	なめし革・同製品・毛皮製造業	PRTR 届出+すそ切り(2400:なめし革・同製品・毛皮製造業)	PRTR 届出+すそ切り(2400:なめし革・同製品・毛皮製造業)
22	窯業・土石製品製造業	PRTR 届出(2500:窯業・土石製品製造業)	PRTR 届出(2500:窯業・土石製品製造業)
23	鉄鋼業	PRTR 届出(2600:鉄鋼業)	PRTR 届出(2600:鉄鋼業)
24	非鉄金属製造業	PRTR 届出+すそ切り(2700:非鉄金属製造業)	PRTR 届出+すそ切り(2700:非鉄金属製造業)
25	金属製品製造業	PRTR 届出+すそ切り(2800:金属製品製造業)	PRTR 届出+すそ切り(2800:金属製品製造業)
26	一般機械器具製造業	PRTR 届出+すそ切り(2900:一般機械器具製造業)	PRTR 届出+すそ切り(2900:一般機械器具製造業)
27	電気機械器具製造業	PRTR 届出(3000:電気機械器具製造業)	PRTR 届出(3000:電気機械器具製造業)
28	情報通信機械器具製造業	PRTR 届出(3000:電気機械器具製造業)	PRTR 届出(3000:電気機械器具製造業)
29	電子部品・デバイス製造業	PRTR 届出(3000:電気機械器具製造業)	PRTR 届出(3000:電気機械器具製造業)
30	輸送用機械器具製造業	PRTR 届出(3100:輸送用機械器具製造業)	PRTR 届出(3100:輸送用機械器具製造業)
31	精密機械器具製造業	PRTR 届出+すそ切り(3200:精密機械器具製造業)	PRTR 届出+すそ切り(3200:精密機械器具製造業)

表 3 九都県市への配分指標(3/3)

業種		配分指標	
		都道府県	政令市
32	その他の製造業	PRTR 届出+すそ切り(3400:その他の製造業)	PRTR 届出+すそ切り(3400:その他の製造業)
33	電気業	PRTR 届出(3500:電気業)	PRTR 届出(3500:電気業)
34	ガス業	PRTR 届出(3600:ガス業)	PRTR 届出(3600:ガス業)
47	倉庫業	PRTR 届出(4400:倉庫業)	PRTR 届出(4400:倉庫業)
603	燃料小売業	県庁所在地の平均気温から算出した排出係数と揮発油数量から算出	PRTR 届出(5930:燃料小売業)
76	学校教育	PRTR 届出+すそ切り(9140:高等研究機関)	PRTR 届出+すそ切り(9140:高等研究機関)
81	学術・開発研究機関	PRTR 届出+すそ切り(9210:自然科学研究所)	PRTR 届出+すそ切り(9210:自然科学研究所)
821	洗濯業	衛生行政報告例(厚生労働省)	衛生行政報告例(厚生労働省)
85	産業廃棄物処分業	PRTR 届出(8722:産業廃棄物処分業)	PRTR 届出(8722:産業廃棄物処分業)
86	自動車整備業	経済センサス(総務省)	経済センサス(総務省)
87	機械修理業	PRTR 届出+すそ切り(7810:機械修理業)	PRTR 届出+すそ切り(7810:機械修理業)
90	その他の事業サービス業	経済センサス(総務省)	経済センサス(総務省)
98	特定できない業種	住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数(総務省)	市区町村別人口、人口動態及び世帯数(総務省)
99	家庭	住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数(総務省)	市区町村別人口、人口動態及び世帯数(総務省)

4. 2 九都県市内における VOC 排出量の推計結果

九都県市の VOC 排出量(埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県合計)は 155,987 t/年(令和 2 年度)であり、全国排出量に対して 22%を占める(図 8)。内訳としては、政令市を除く都県が 124,688 t/年(全国の 18%)、政令市が 31,299 t/年(全国の 4%)であった。

排出量の推移をみると、全国と同様の経年変化傾向を示している(図 9)。

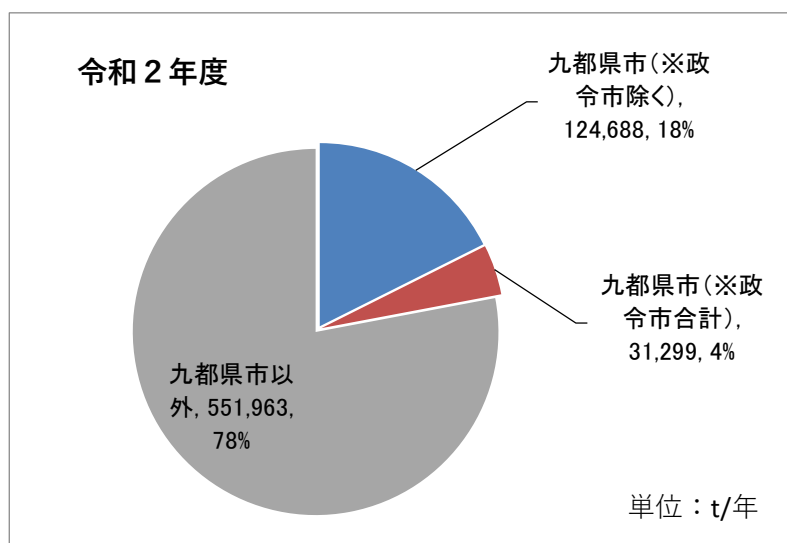


図 8 全国及び九都県市における排出量の割合(令和2年度)

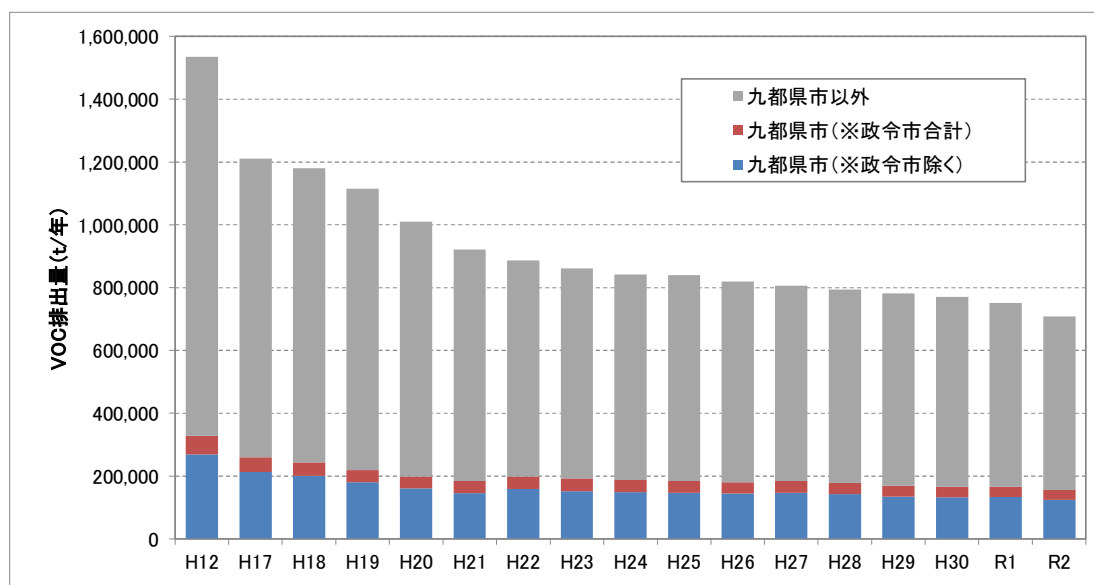


図 9 全国及び九都県市における排出量の推移

全国及び九都県市合計、各都県市における令和2年度の発生源品目別排出量の割合を図 10、業種別排出量の割合を図 11、物質別排出量の割合を図 12 に示す。主な特徴は以下のとおり。

<発生源品目別 VOC 排出量の主な特徴>

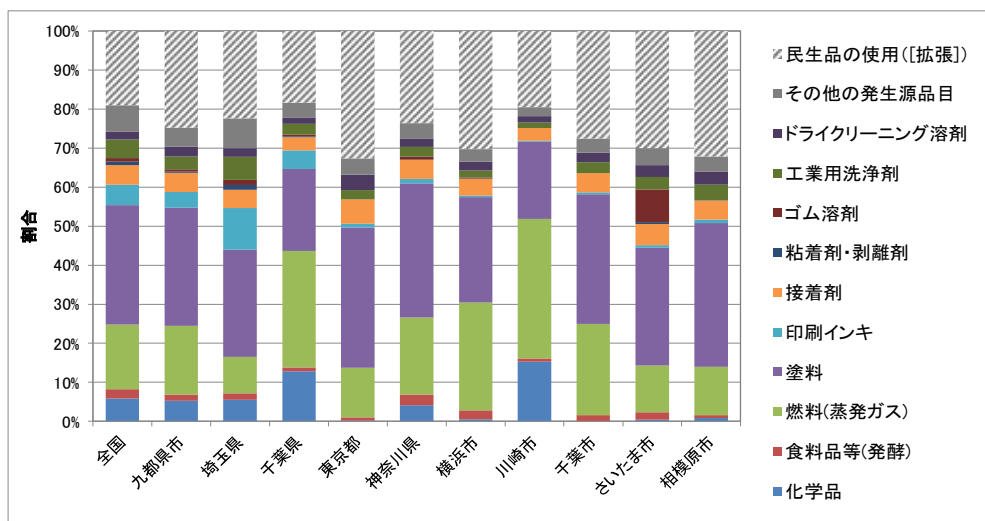
- 九都県市における主な発生源は「塗料」、「燃料(蒸発ガス)」、「民生品の使用」であり、3 発生源の合計で 59～85%を占める。特に、「民生品の使用」は全国と比較して、多くの自治体で占める割合が大きい。
- 九都県市全体でみると、全国とほぼ同じ構成となっているが、全国よりも「印刷インキ」、「その他の発生源品目」の割合が小さく、[拡張]VOC 排出インベントリにおける「民生品の使用」の割合が大きい。
- 「化学品」は九都県市で差があり、化学工業の事業所がある(PRTR の排出量が多い)自治体は全体に占める割合が大きい。

<業種別 VOC 排出量の主な特徴>

- 九都県市全体でみると、全国と比較して「建築工事業」、「石油製品・石炭製品製造業」、「家庭」の割合が大きく、「輸送用機械器具製造業」、「その他の業種」の割合が小さい。
- 主な排出業種は、各都県市によって差があるが、いずれも「建築工事業」(※主に塗料と接着剤)と「家庭」(民生品の使用)の割合が大きい。
- 「輸送用機械器具製造業」、「化学工業」、「石油製品・石炭製品製造業」は都県市によって占める割合の差が大きい。

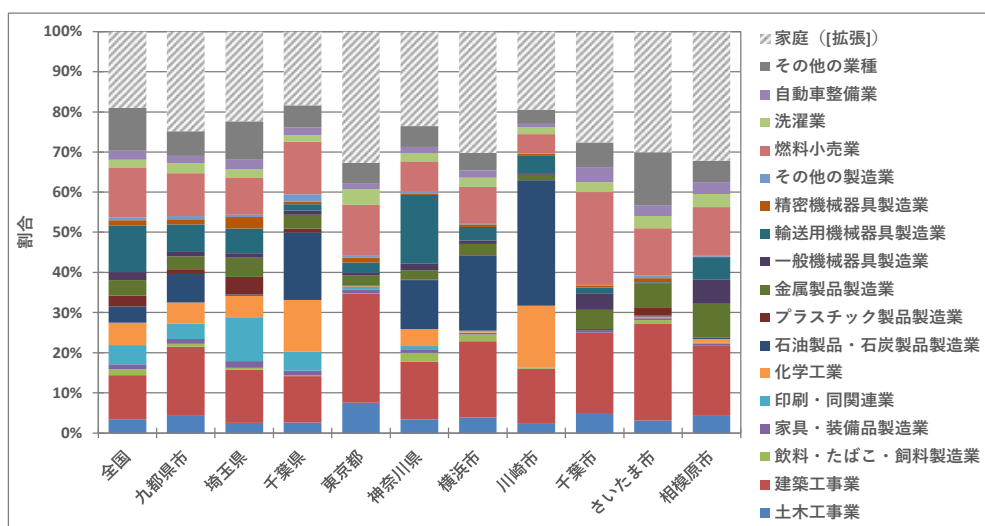
<物質別 VOC 排出量の主な特徴>

- 排出量上位の物質構成は、九都県市全体と全国でほぼ同じとなった。
- いずれもトルエンやキシレン等の炭化水素類(芳香族)の割合が大きい。
- 「特定できない物質」が6～9%の割合を占める。
- 推計対象物質は471物質であるが、上位10物質が全体の39～50%を占める。



注:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、神奈川県の合計値。

図 10 全国及び九都県市における発生源品目別排出量の割合(令和 2 年度)



注:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、神奈川県の合計値。

図 11 全国及び九都県市における業種別排出量の割合(令和 2 年度)

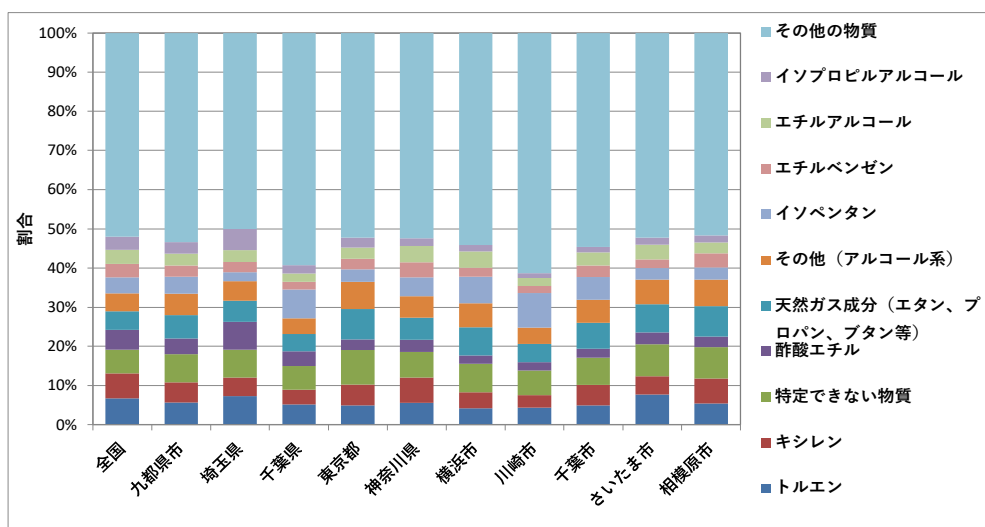


図 12 全国及び九都県市における物質分類別排出量の割合(令和 2 年度)

4. 3 移動発生源由来の VOC 排出量の推計結果

(1) 推計に使用したデータ

(ア)～(ウ)に示すデータを九都県市の移動発生源に由来する VOC 排出量の推計に使用した。

(ア) 環境省「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」

⇒平成 24 年度・27 年度の移動発生源のメッシュ別・VOC 排出量

⇒令和 4 年 7 月 19 日利用申請 <https://www.env.go.jp/air/osen/pm/info.html>

(イ) JATOP「JEI-DB(JATOP Emission Inventory-Data Base)」

⇒一般財団法人 石油エネルギー技術センター(JATOP)が開発したインベントリ

⇒平成 12 年度の移動発生源のメッシュ別・VOC 排出量

⇒(一財)日本自動車研究所 森川多津子 主任研究員 提供

(ウ) 総務省統計局「市区町村別メッシュ・コード一覧」

⇒政令市の 3 次メッシュコード(別名:基準メッシュ、1km メッシュ等)

⇒令和 4 年 7 月 20 日ダウンロード https://www.stat.go.jp/data/mesh/m_itiran.html

(2) 推計方法

PM2.5 インベントリにおける VOC 排出量の 3 次メッシュデータ(1km メッシュ)を用いて、一都三県の排出量を抽出した。移動発生源の排出工程は、自動車(自動四輪車・自動二輪車)の走行時、始動時、エバポとした。

政令市は 3 県(埼玉県、千葉県、神奈川県)の 3 次メッシュデータから、各政令市に対応するメッシュ(緯度経度)の排出量を抽出することによって算出した。各市に対応するメッシュ(緯度経度)は、「総務省統計局 市区町村別メッシュ・コード一覧」を使用した。PM2.5 インベントリにおける移動発生源の物質は、NMHC(≒VOC)であるため、PM2.5 インベントリ報告書に物質別配分率の例と示されている割合を用いて配分した。県と政令市の堺に位置するメッシュの排出量は、正確に配分することが困難であったため、1:1 で配分した(横浜市と川崎市の堺も同様に処理)。

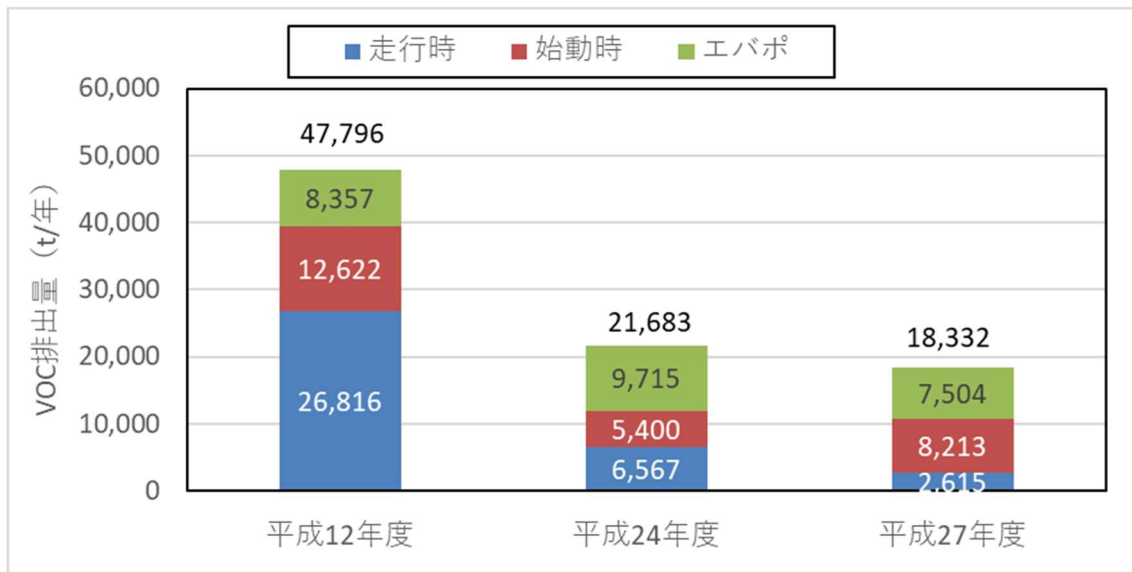
(3) 推計結果

① 排出工程別排出量

九都県市の移動発生源(自動四輪・二輪)由来の NMHC 排出量は平成 12 年度が 47,796 t/年、平成 27 年度が 25,970 t/年であり、15 年間で 29,463 t (38%)減少した(図 13)。

平成 24 年度と平成 27 年度を比べると、平成 24 年度は各排出工程の割合が同程度であったが、平成 27 年度は走行時の割合が減少(30→14%)したのに対して、始動時の割合は増加した(25→45%)(図 14)。

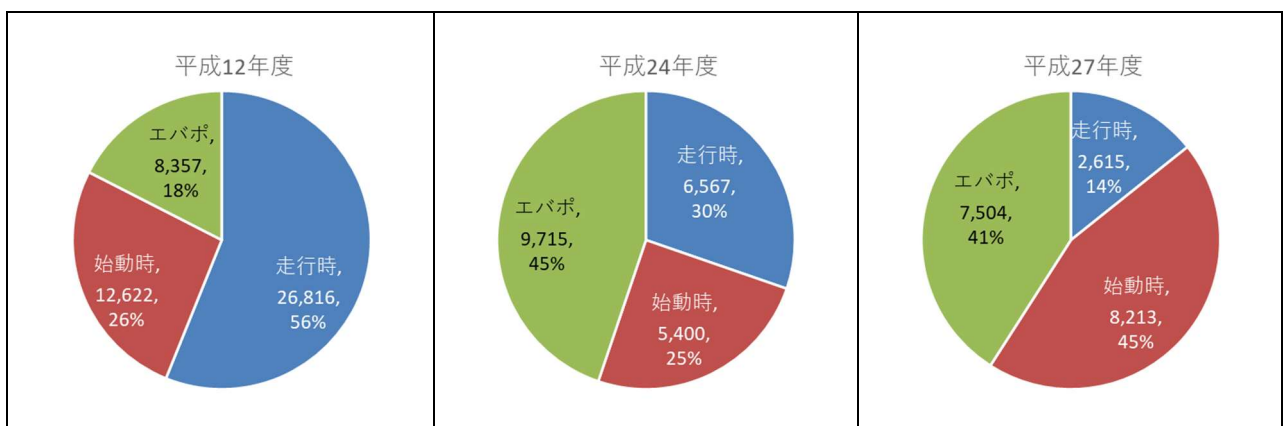
移動発生源由来の VOC 排出量は、都県や横浜市の排出量が数千トン規模、その他の政令市は数百トン規模であった(図 15)。排出工程ごとの割合は、九都県市全体と同様に平成 24 年度と平成 27 年度の差が大きいものの、同一年度における九都県市間の差は小さい(図 16)。平成 27 年度は始動時の割合が大きく、約 5 割を占めている。



注 1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県合計値。

注 2:H12 年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24 年度、H27 年度は「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4 年 8 月入手)の数値。

図 13 移動発生源の排出工程別排出量の推移(九都県市)



注 1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県合計値。

注 2:H12 年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24 年度、H27 年度は「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4 年 8 月入手)の数値。

図 14 移動発生源の排出工程別排出量の割合(九都県市)

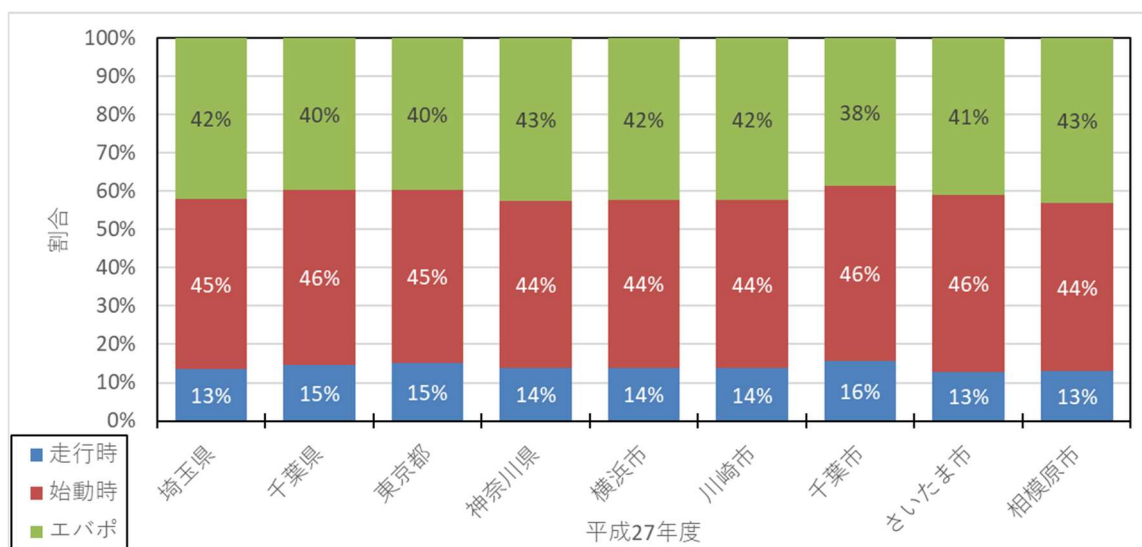
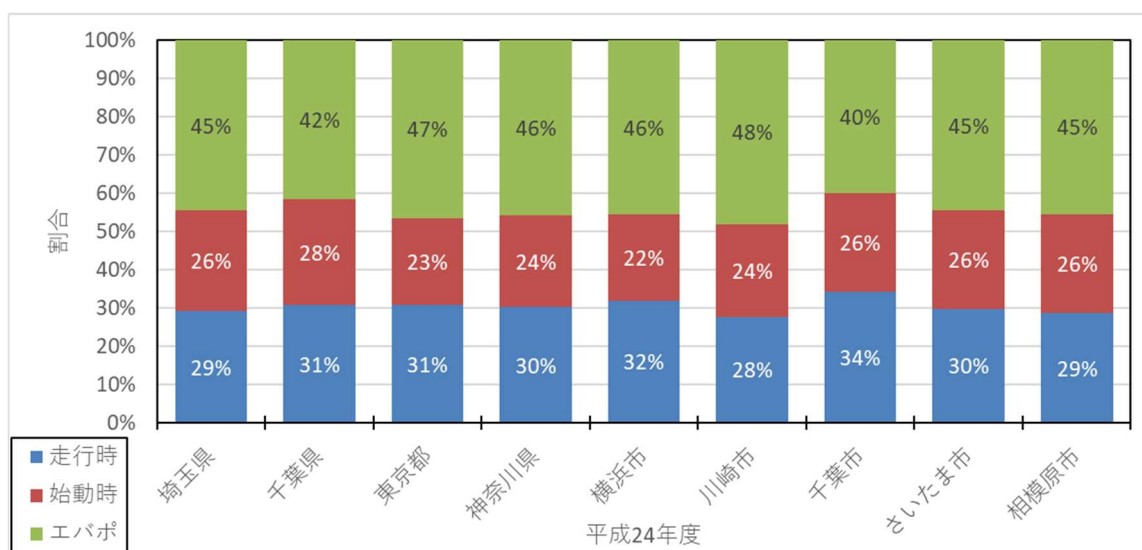
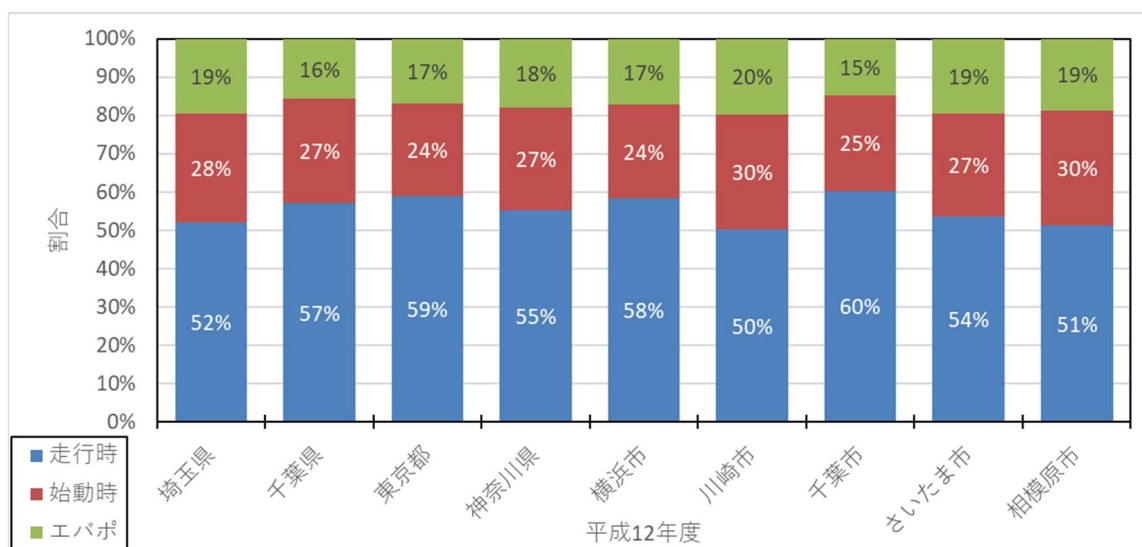


注 1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県合計値。

注 2:H12 年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24 年度、H27 年度は「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4 年 8 月入手)の数値。

注 3:図によって縦軸の最大値が異なる。

図 15 移動発生源の排出工程別・九都県市別排出量



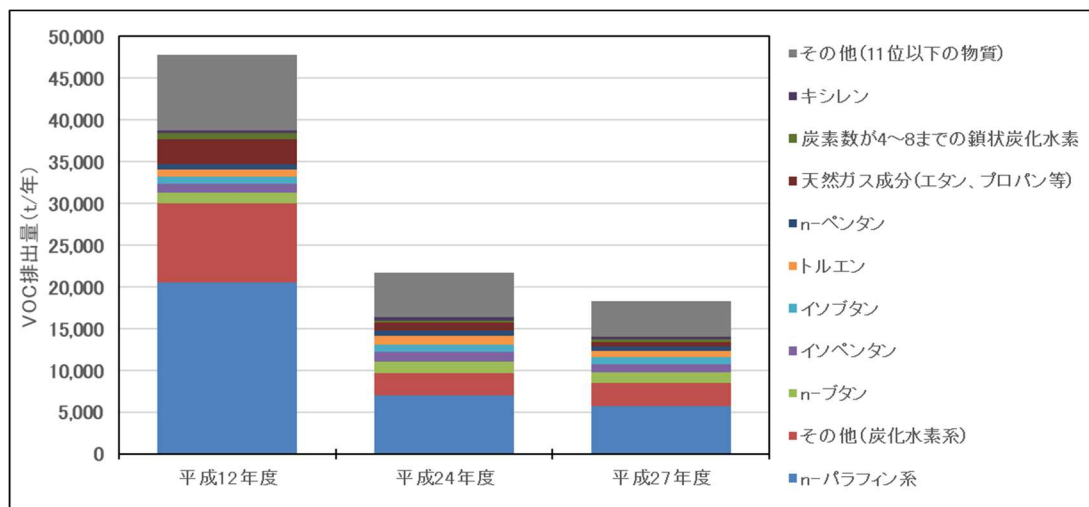
注 1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県合計値。

注 2:H12 年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24 年度、H27 年度は「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4 年 8 月入手)の数値。

図 16 移動発生源の排出工程別・九都県市別排出量の割合

② 物質別排出量

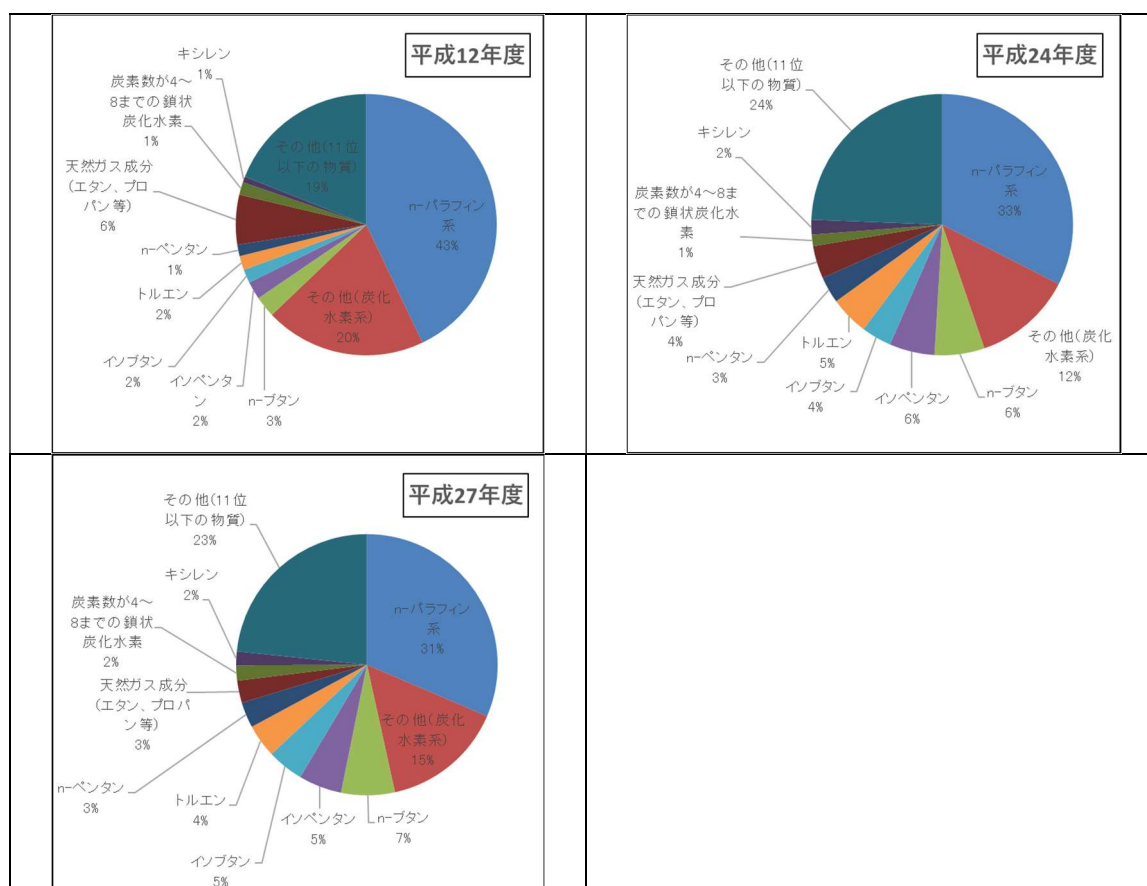
九都県市の物質別排出量を図 17～図 20 に示す。



注 1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県合計値。

注 2:H12 年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24 年度、H27 年度は「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4 年 8 月入手)の数値。

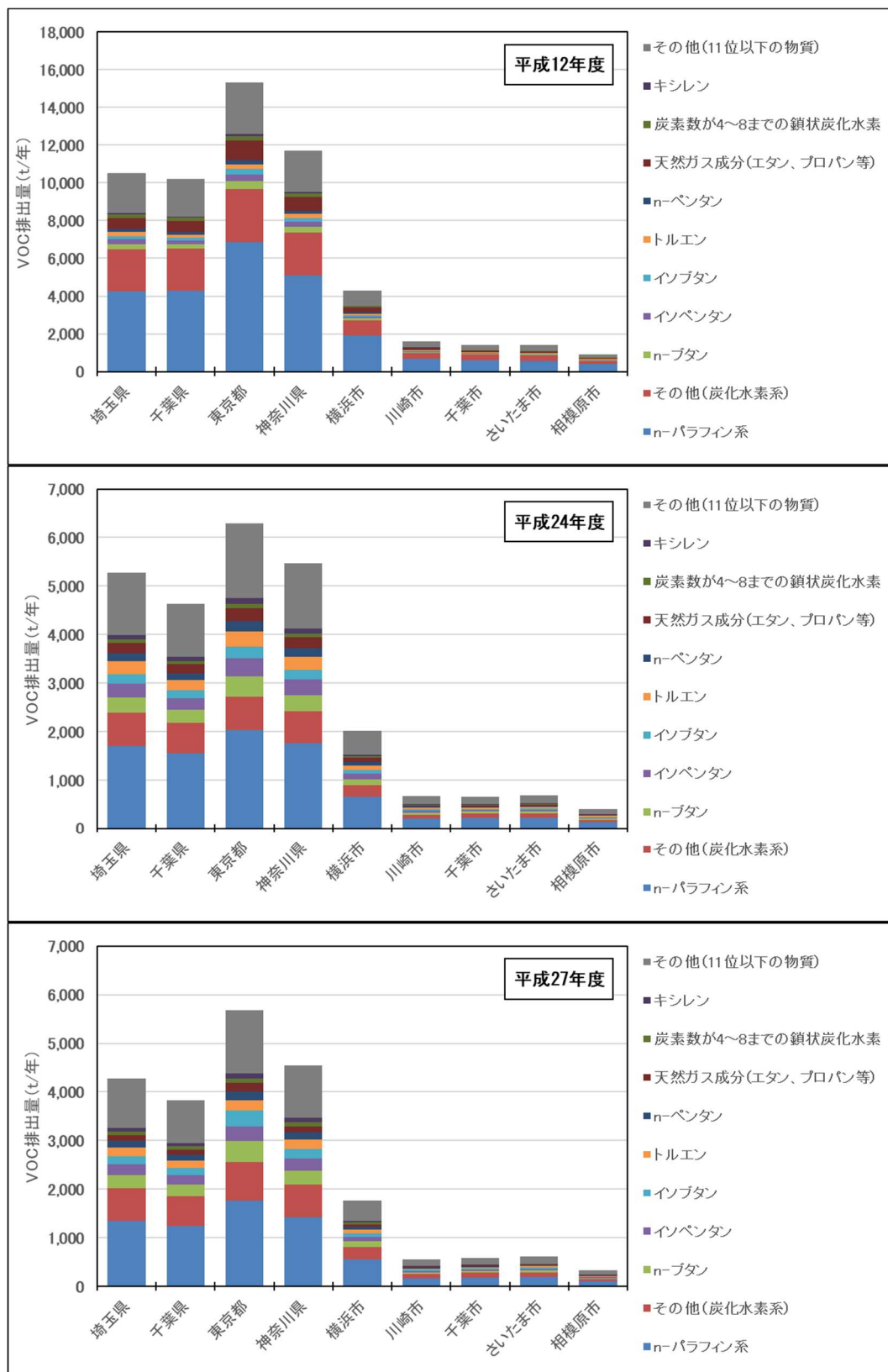
図 17 移動発生源の物質別排出量の推移(九都県市)



注 1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県合計値。

注 2:H12 年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24 年度、H27 年度は「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4 年 8 月入手)の数値。

図 18 移動発生源の物質別排出量の割合(九都県市)

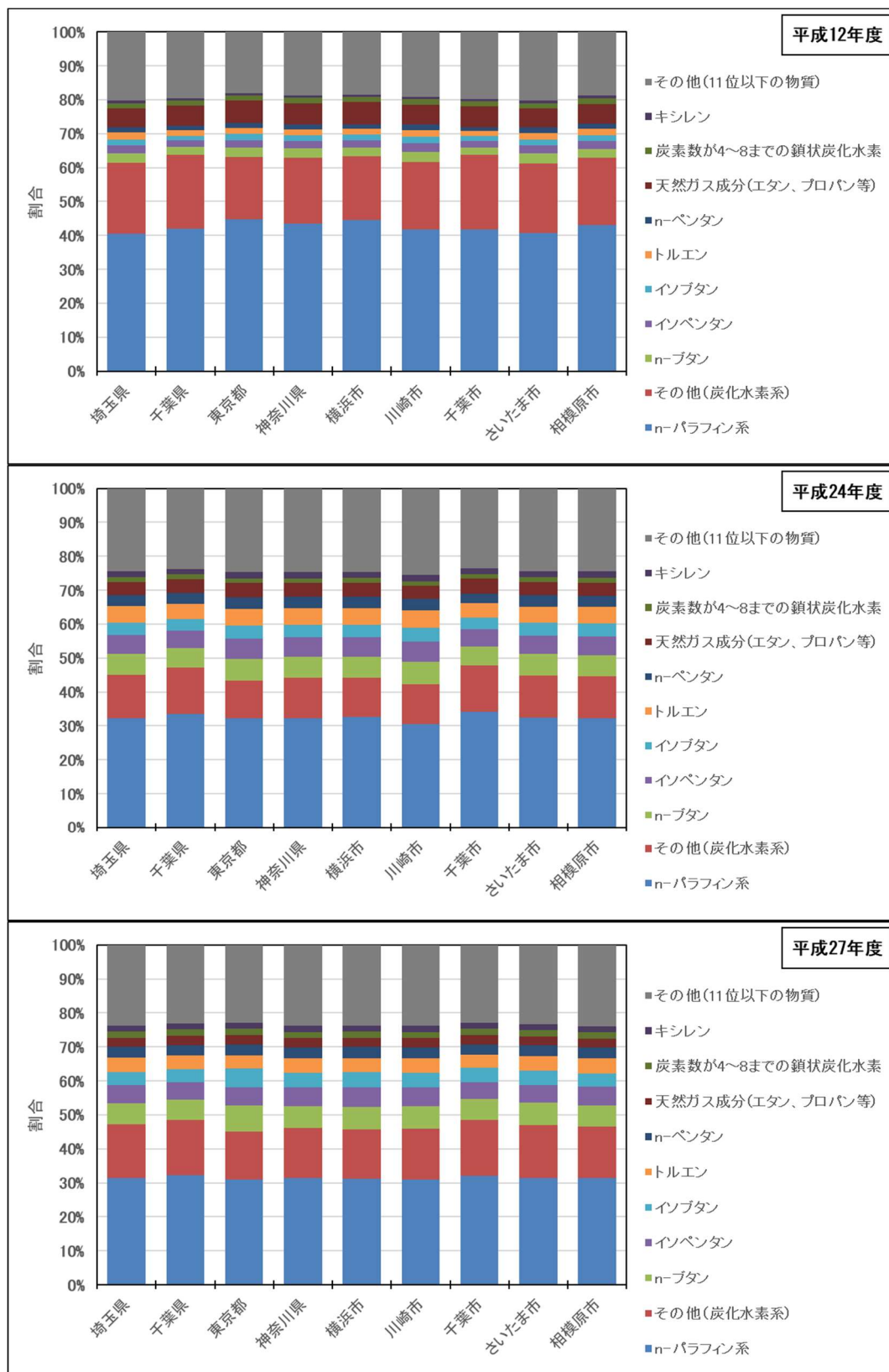


注1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県合計値。

注2:H12年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24年度、H27年度は「PM2.5等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4年8月入手)の数値。

注3:図によって縦軸の最大値が異なる。

図 19 移動発生源の物質別・九都県市別排出量の割合



注1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県合計値。

注2:H12年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24年度、H27年度は「PM2.5等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4年8月入手)の数値。

図 20 移動発生源の物質別・九都県市別排出量の割合

③ 地理分布

PM2.5 インベントリにおける移動発生源(自動四輪及び自動二輪の走行時、始動時、エバポの合計値)の NMHC 排出量を地図上にプロットした(図 21)。

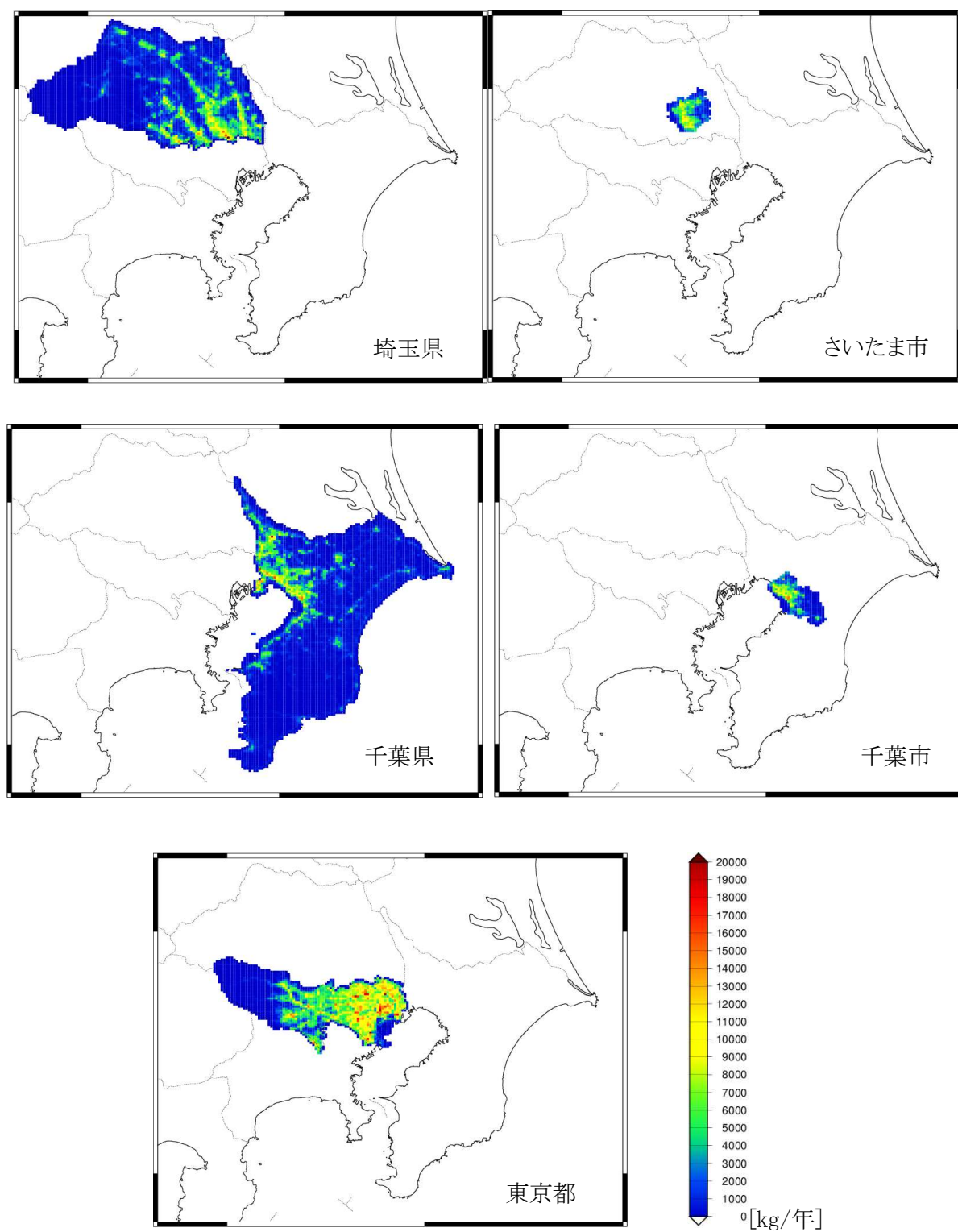


図 21 移動発生源等のメッシュ別 NMHC 排出量(平成 27 年度) (1/2)

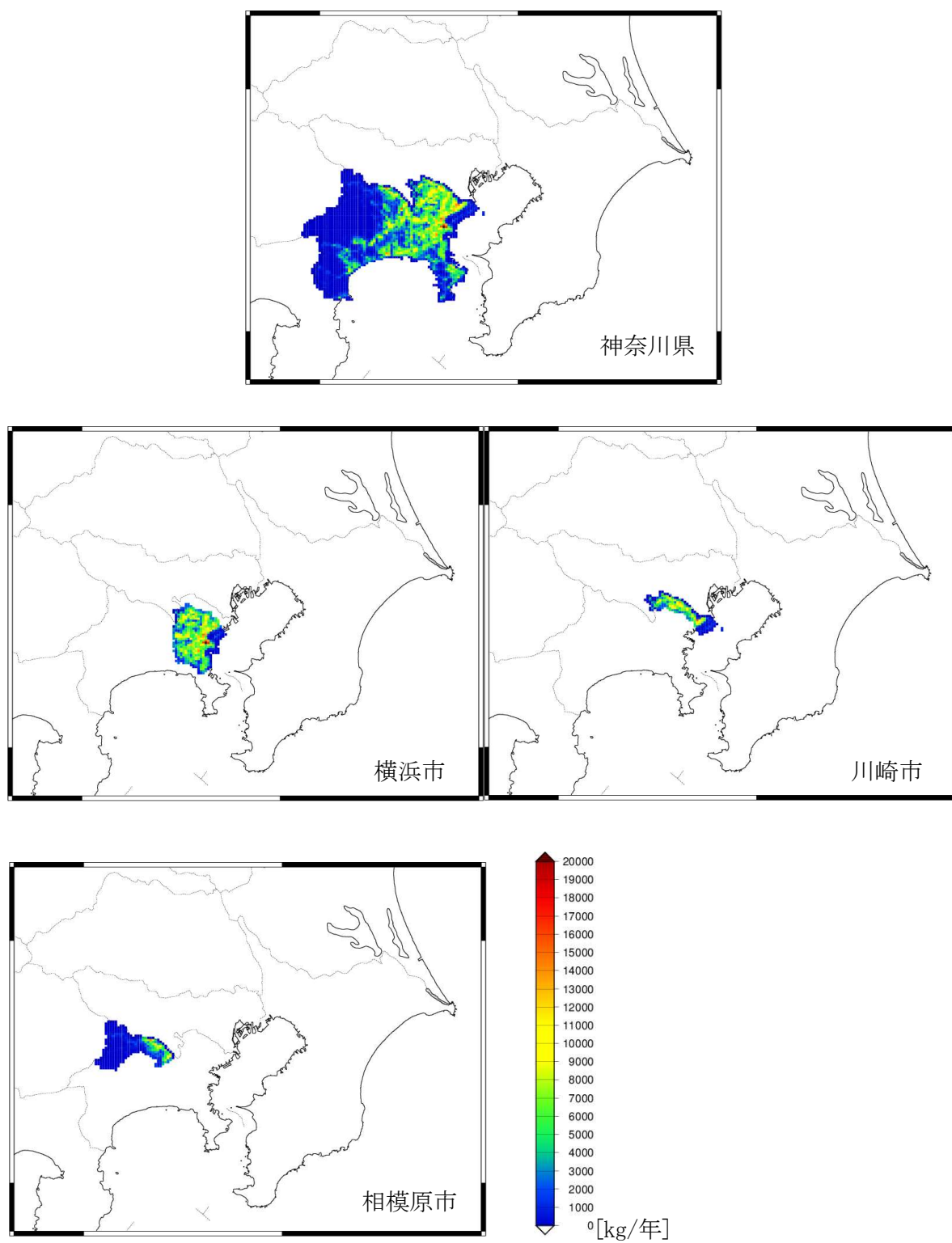
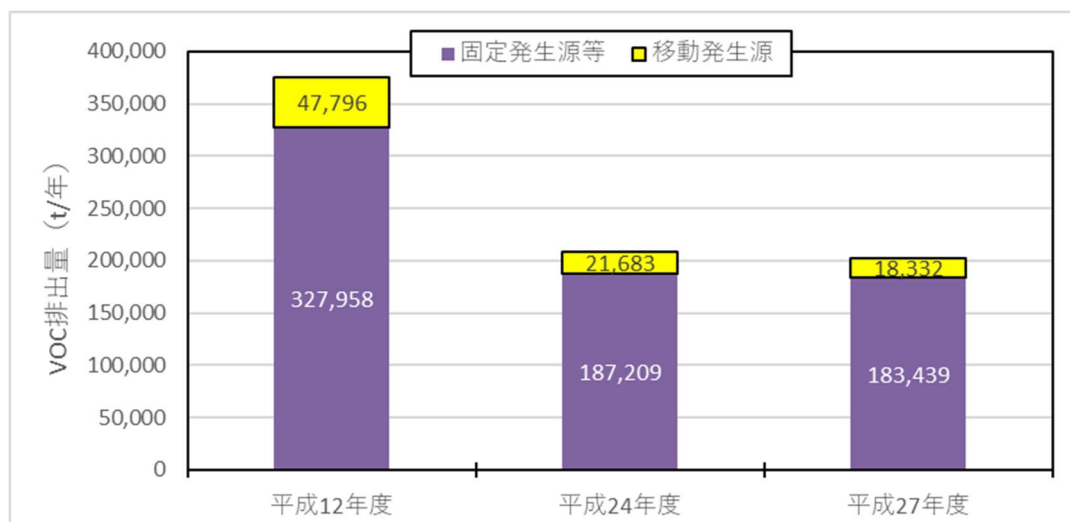


図 21 移動発生源等のメッシュ別 NMHC 排出量(平成 27 年度) (2/2)

4. 4 九都県市内における VOC 排出量の推計結果

九都県市の移動発生源を加味した VOC 排出量の比較結果を図 22 に示す。対象年度は、移動発生源の推計を行った平成 12 年度、平成 24 年度、平成 27 年度とした。

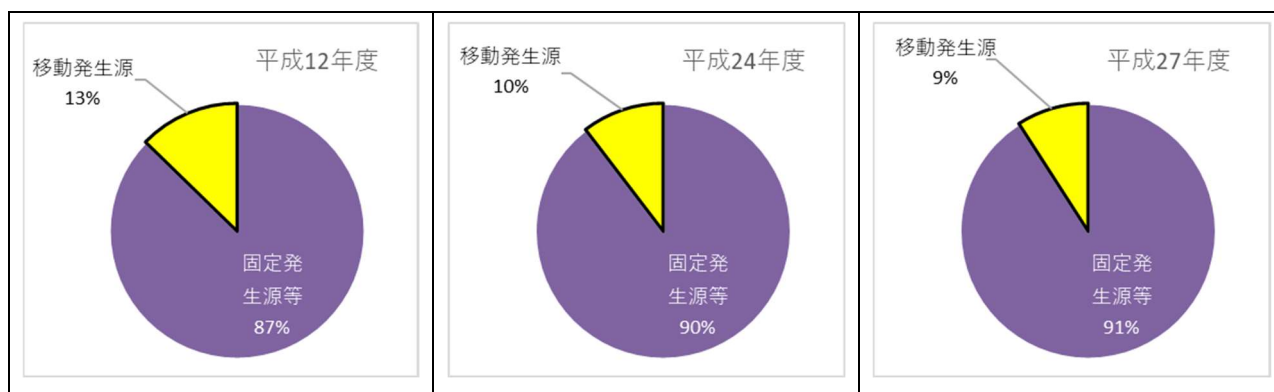
九都県市の VOC 排出量において移動発生源が占める割合は減少傾向にあり、平成 12 年度は 13%であったが、平成 27 年度は 9%まで減少した(図 23)。



注 1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県 の合計値。

注 2:H12 年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24 年度、H27 年度は「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4 年 8 月入手)の数値。

図 22 固定発生源等及び移動発生源排出量の推移(九都県市)



注 1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県 の合計値。

注 2:H12 年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24 年度、H27 年度は「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4 年 8 月入手)の数値。

図 23 固定発生源等及び移動発生源排出量の割合(九都県市)

5 MIR の精査及び物質別・発生源品目別・業種別オゾン生成ポテンシャルの算出

5.1 オゾン生成ポテンシャルの調査・検討

VOC の大気中オキシダント(オゾン)濃度に対する影響把握においては、オゾン生成ポテンシャル(別名:オキシダント生成能、オゾン生成能率 等)が広く用いられている。オゾン生成ポテンシャルの算出方法は様々であるが、大気中の VOC 濃度の測定値や VOC 排出量に係数(指標)を乗じて算出する方法が一般的である(※)。

※ VOC 濃度・排出量に係数を乗じることによって、VOC 成分を重みづけして評価

$$\text{オゾン生成ポテンシャル} = \sum [\text{VOC}]_i \times \text{EF}_i$$

$[\text{VOC}]_i$ = VOC 成分 i の大気中濃度 or 排出量

EF_i = VOC 成分 i の重みづけ係数

重みづけの係数(指標)としては、「MIR;Maximum Incremental Reactivity」(最大オゾン生成能)、「POCP;Photochemical Ozone Creation Potential」(光化学的オゾン生成能)、「OH Scale」(OH 反応性)等が用いられる。各指標の算出方法や使用時の注意点などを以降に示す。なお、本調査では、各係数の算出方法や特性を踏まえ、MIR と POCP の 2 つを解析に使用した。

■MIR

- SAPRC シリーズ(カリフォルニア大学リバーサイド校)を使用
<https://intra.engr.ucr.edu/~carter/SAPRC/SAPRCfiles.htm>

■POCP

- イギリスと中国(広州)における値の平均値を使用
- イギリス
 - Reactivity-based strategies for photochemical ozone control in Europe, R.G. Derwent et al., Environmental science & policy 10.5 (2007): 445-453.
- 中国
 - Assessing photochemical ozone formation in the Pearl River Delta with a photochemical trajectory model, Cheng, H. R., et al., Atmospheric Environment 44.34 (2010): 4199-4208.

5. 2 各都県市及び九都県市全体におけるオゾン生成ポテンシャルの推計結果

MIRにより算出した九都県市全体及び各都県市における発生源品目別、業種別、物質分類別のオゾン生成ポテンシャル、令和2年度の割合を図24～図27に示す。

(1) 固定発生源等

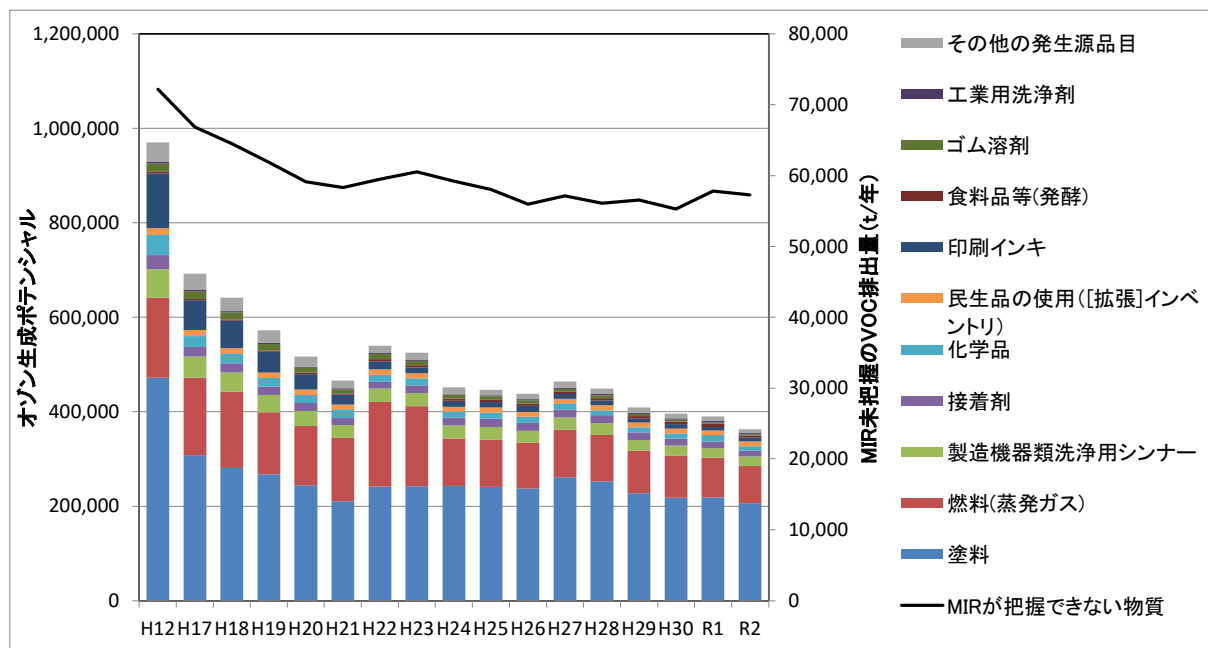


図 24 発生源品目別・オゾン生成ポテンシャルの推移(九都県市全体)

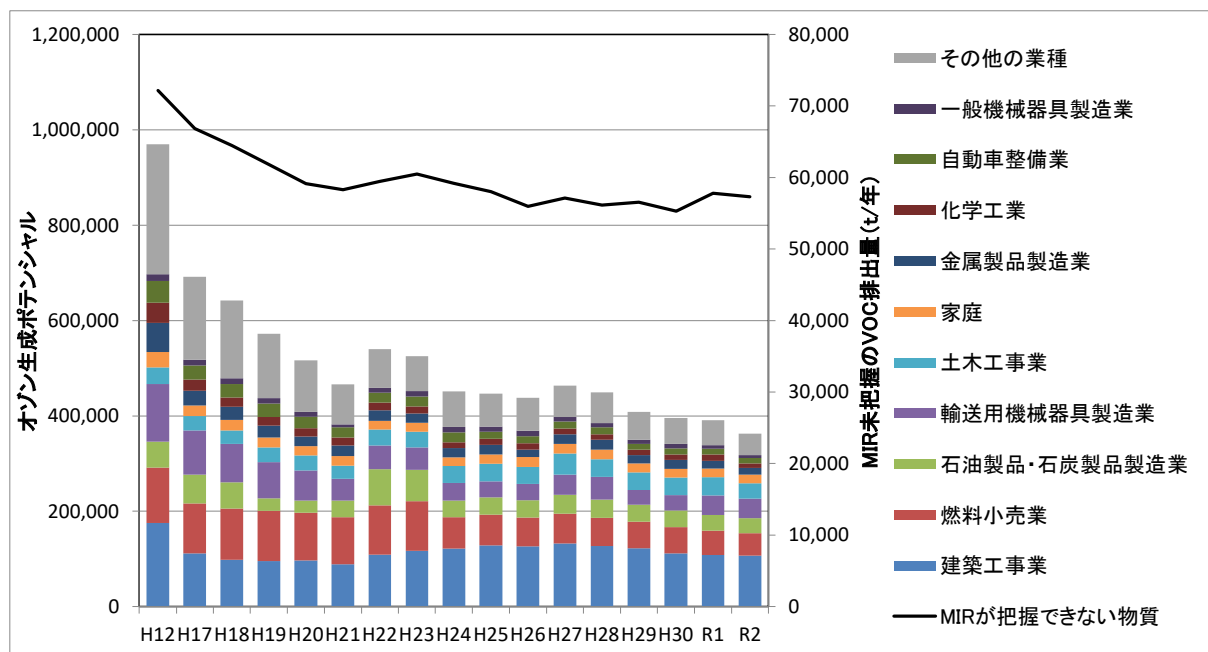


図 25 業種別・オゾン生成ポテンシャルの推移(九都県市全体)

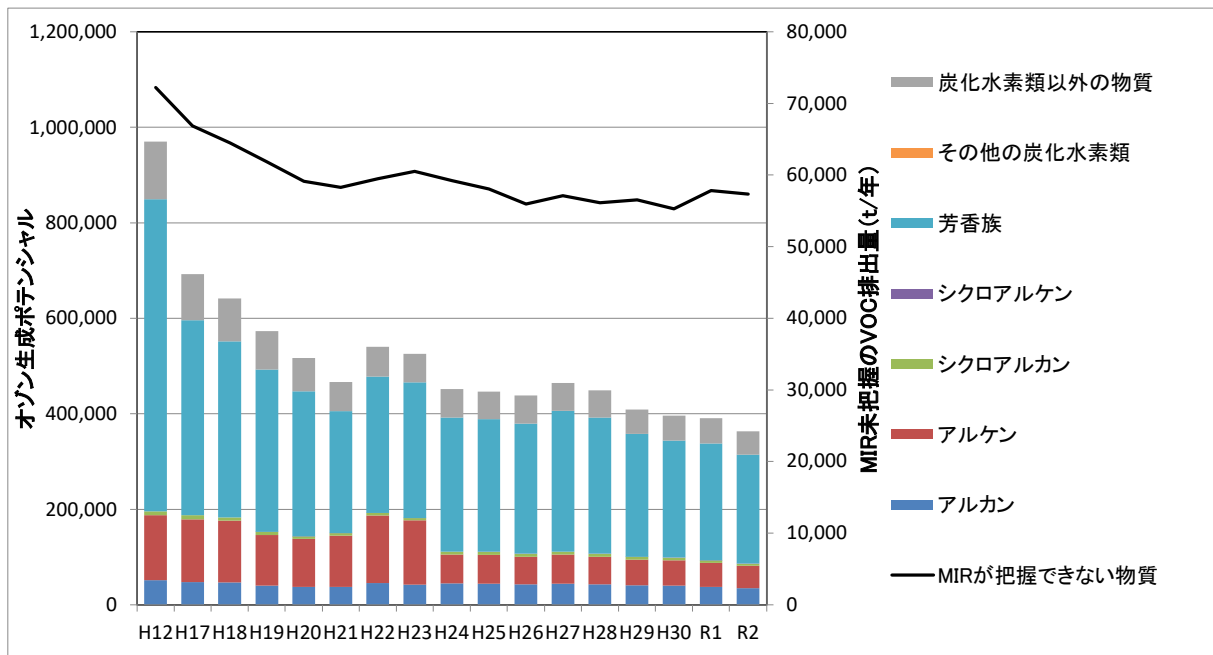


図 26 物質分類別・オゾン生成ポテンシャルの推移(九都県市全体)

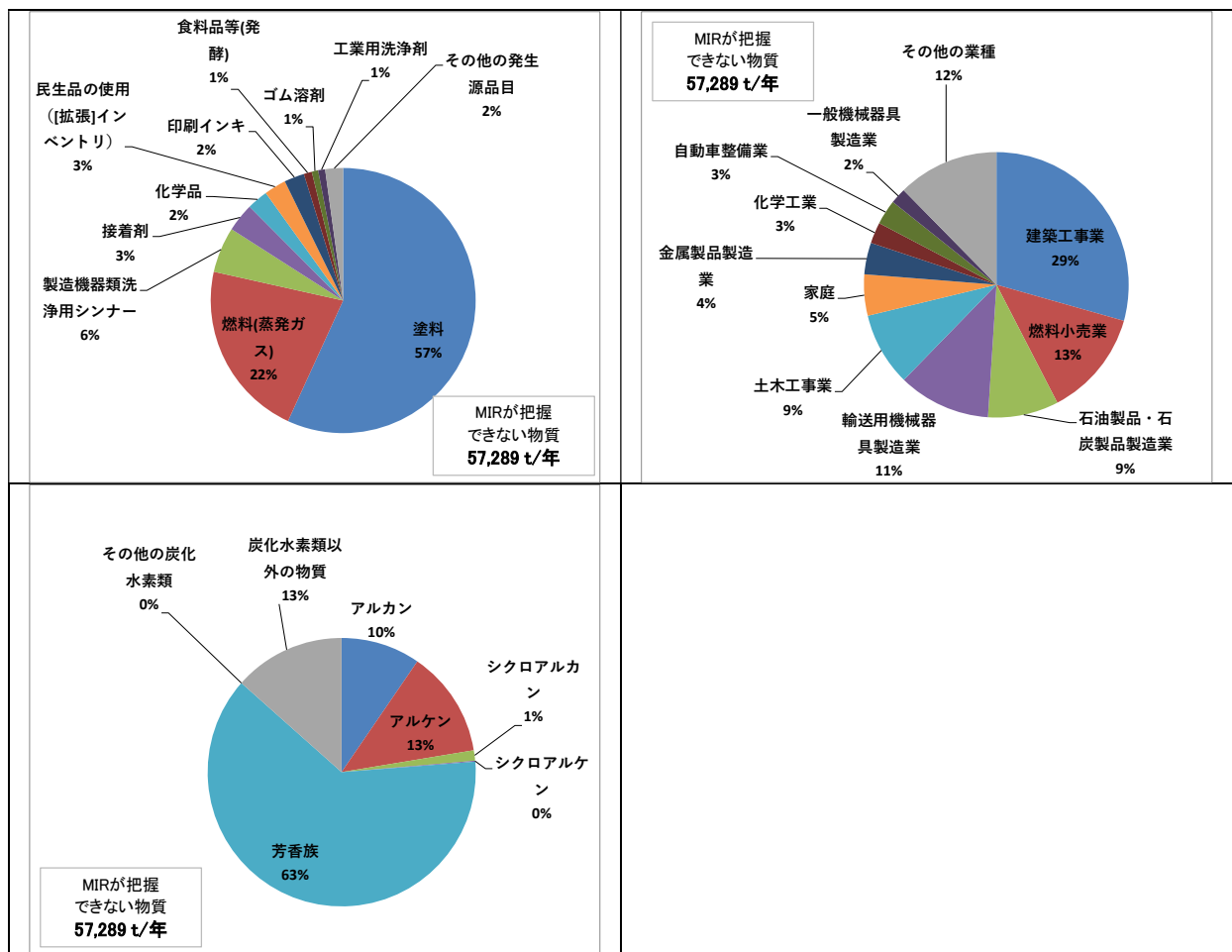
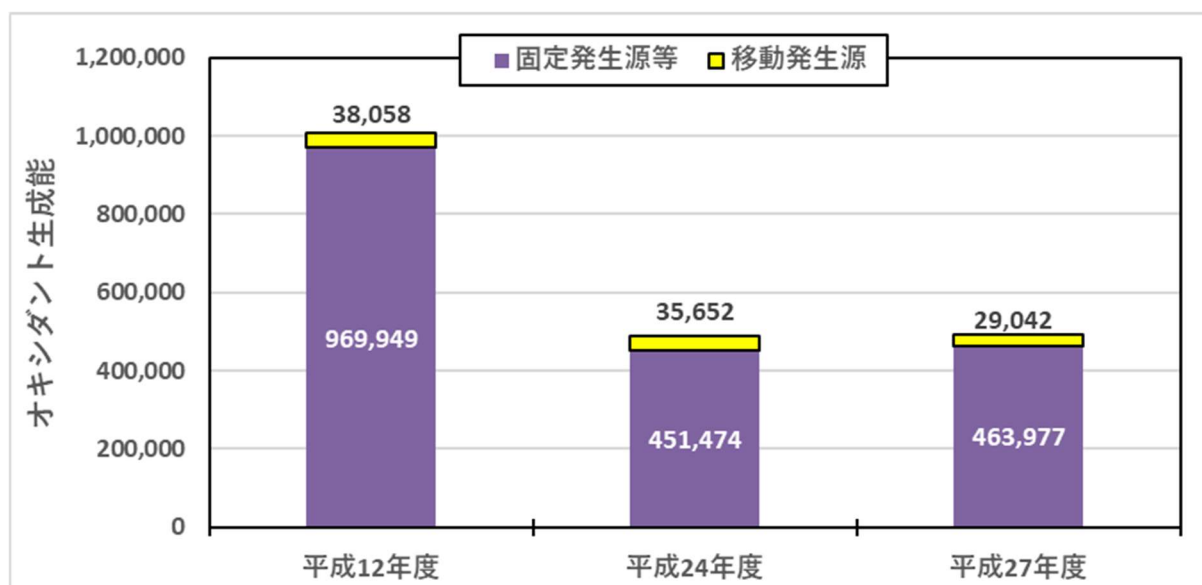


図 27 令和2年度のオゾン生成ポテンシャルの割合(九都県市全体)

(2) 固定発生源等と移動発生源の合計

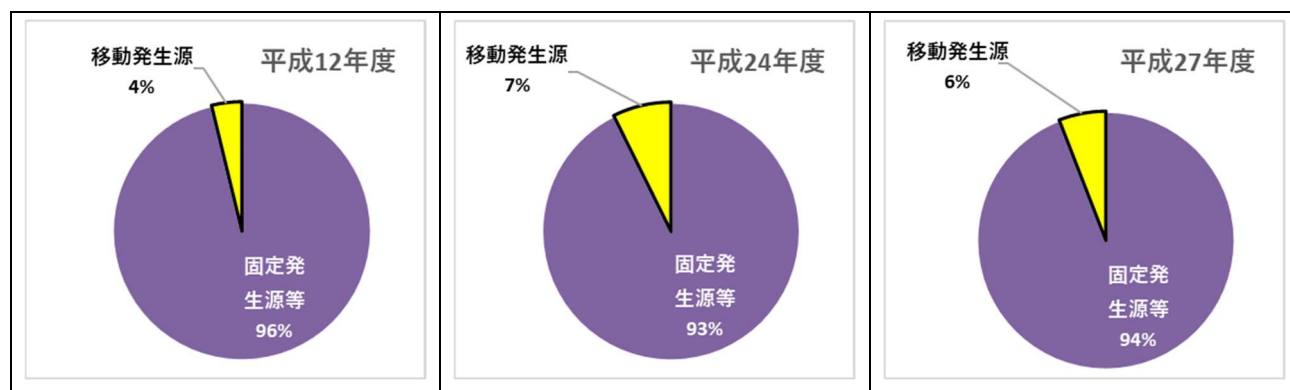
固定発生源と移動発生源のオキシダント生成能を合算した結果を図 28～図 32 に示す。



注 1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県合計値。

注 2:H12 年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24 年度、H27 年度は「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4 年 8 月入手)の数値。

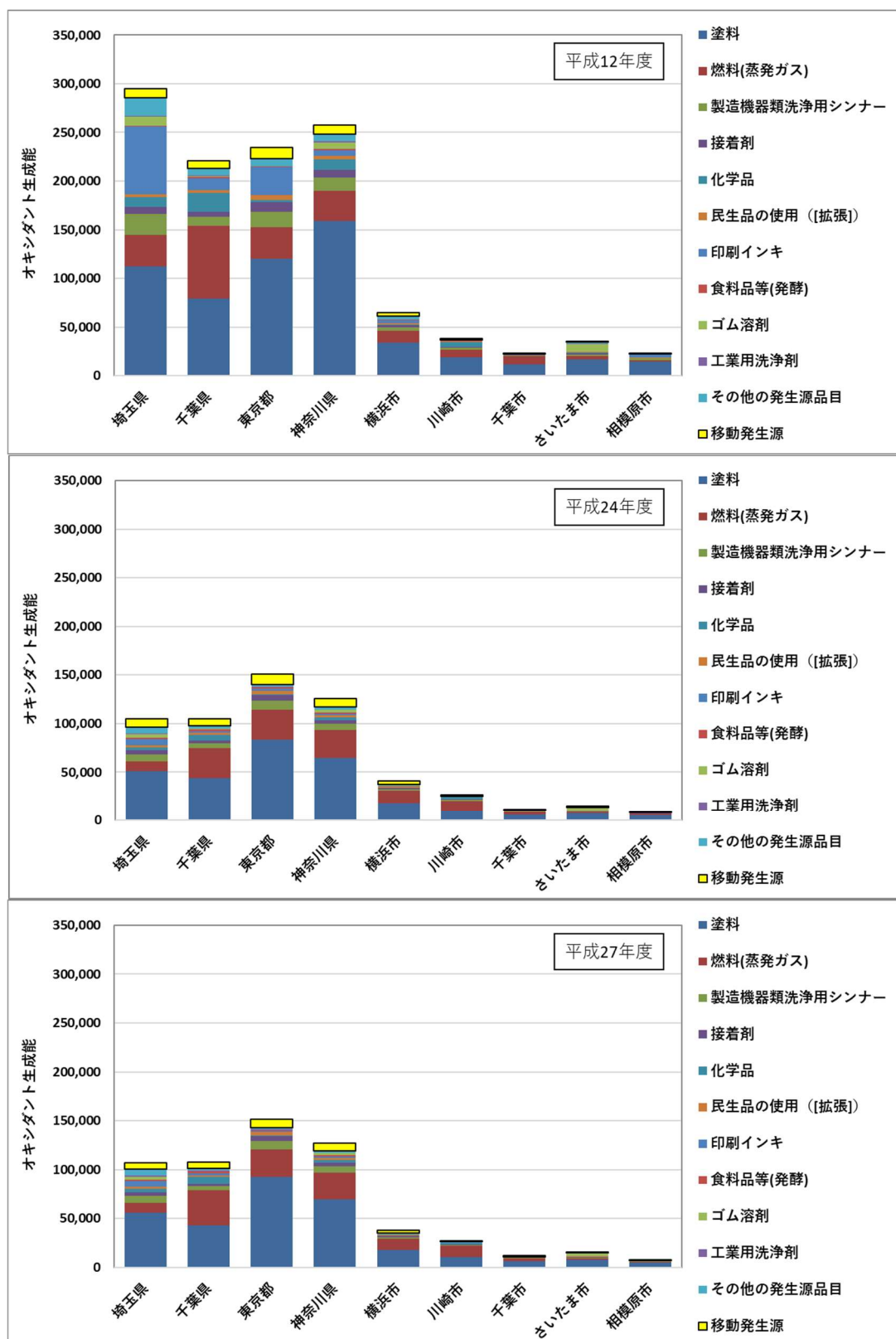
図 28 固定発生源等及び移動発生源のオキシダント生成能の推移(九都県市)



注 1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県合計値。

注 2:H12 年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24 年度、H27 年度は「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4 年 8 月入手)の数値。

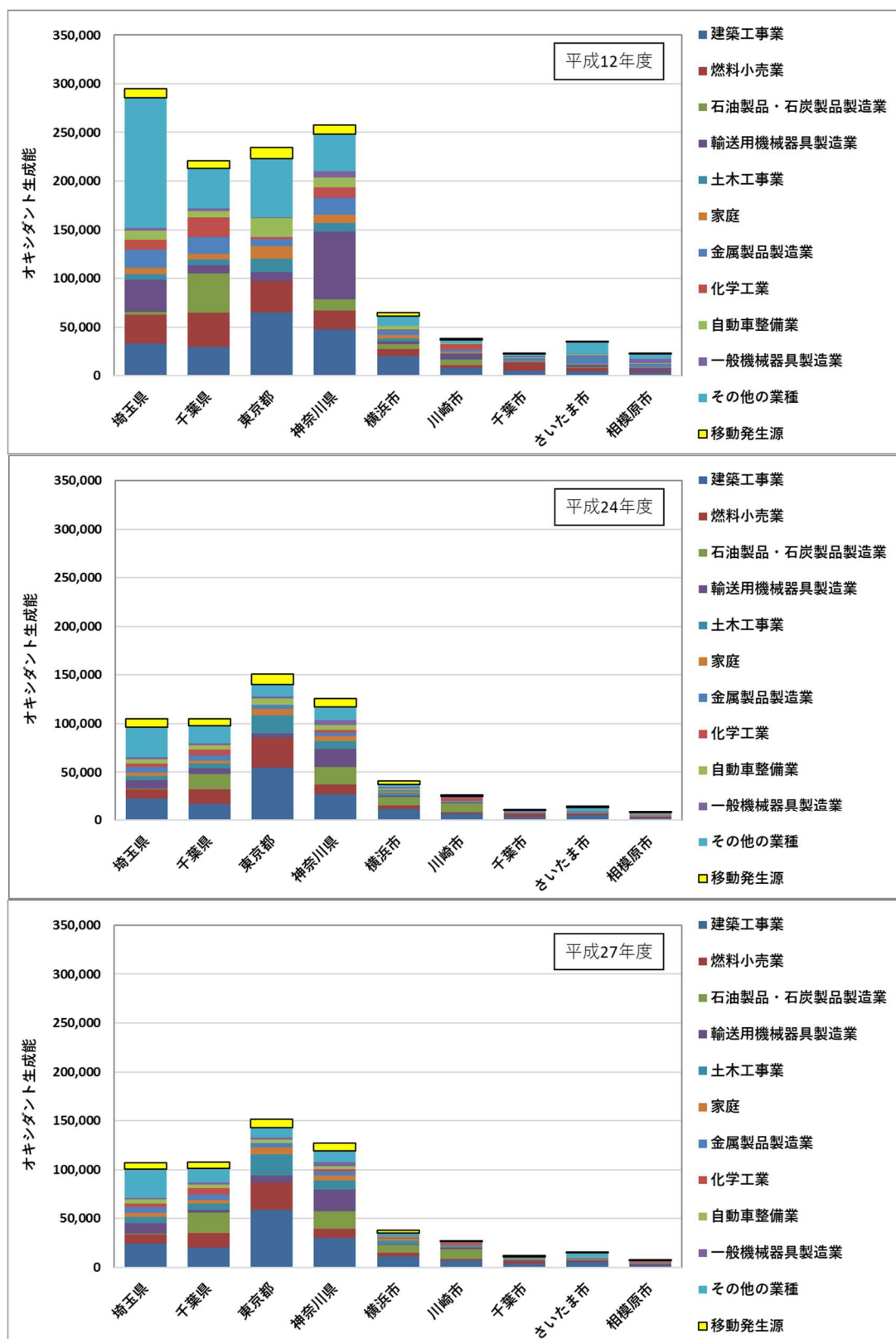
図 29 固定発生源等及び移動発生源のオキシダント生成能の割合(九都県市)



注 1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、の合計値。

注 2:H12 年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24 年度、H27 年度は「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4 年 8 月 入手)の数値。

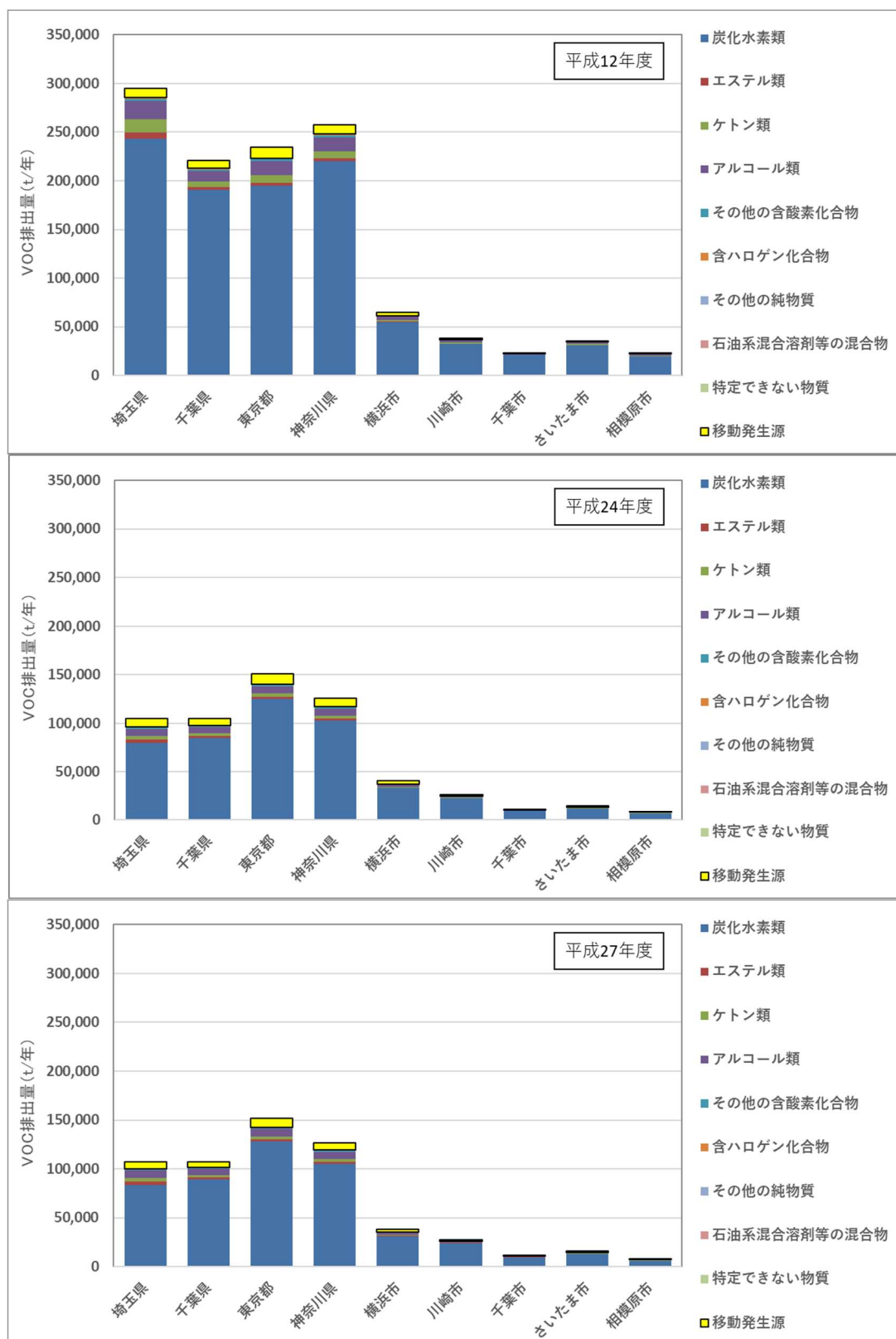
図 30 固定発生源等及び移動発生源の発生源品目別・九都県市別オキシダント生成能



注 1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県の合計値。

注 2:H12 年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24 年度、H27 年度は「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4 年 8 月 入手)の数値。

図 31 固定発生源等及び移動発生源の業種別・九都県市別オキシダント生成能



注 1:「九都県市」は、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県合計値。

注 2:H12 年度は「JEI-DB (JATOP Emission Inventory-Data Base)」(一般財団法人石油エネルギー技術センター)、H24 年度、H27 年度は「PM2.5 等大気汚染物質排出インベントリ」(環境省、R4 年 8 月入手)の数値。

図 32 固定発生源等及び移動発生源の物質分類別・九都県市別オキシダント生成能

5.3 各都県市及び九都県市全体における VOC 排出量とオゾン生成ポテンシャルの相関解析結果

(1) 解析の目的

オゾン生成ポテンシャルを用いて、効果的かつ効率的な対策対象(優先的に取り組むべき物質や発生源、業種等)を把握することを目的とする。

(2) 解析方法

特性や算出方法の異なる指標(MIR、POCP)を用いることによって、多角的にオゾン生成ポテンシャルを分析する。解析項目は以下のとおり。

① 物質別の指標に着目した解析【物質⇒対策対象の把握】

- ・ MIR・POCP の大きい物質(成分)を確認。
- ・ 九都県市 VOC インベントリにおける上記物質の発生源・排出業種を把握。
⇒Ox 濃度への影響が大きい物質・発生源・業種を把握し、対策対象の選定に活用

② オゾン生成ポテンシャルに基づく解析【オゾン生成ポテンシャル⇒対策対象の把握】

- ・ 物質別排出量に MIR・POCP を乗じてオゾン生成ポテンシャルを算出。
- ・ 対策対象の選定に資することを想定して、算出したオゾン生成ポテンシャルにもとづき、九都県市における Ox への影響が大きい発生源や業種を把握。

(3) 解析結果

① 物質別の指標に着目した解析

MIR と POCP の比較結果を図 33 に示す。MIR と POCP は相関があり($R^2=0.883$)、どちらの指標も値が大きい物質は Ox への影響が大きい(信頼性大)と判断できる。具体的には、ブテン系、トリメチルベンゼン系、プロペン等の人為起源の物質に加え、主に植物由来のイソプレンも両指標で値が大きい。

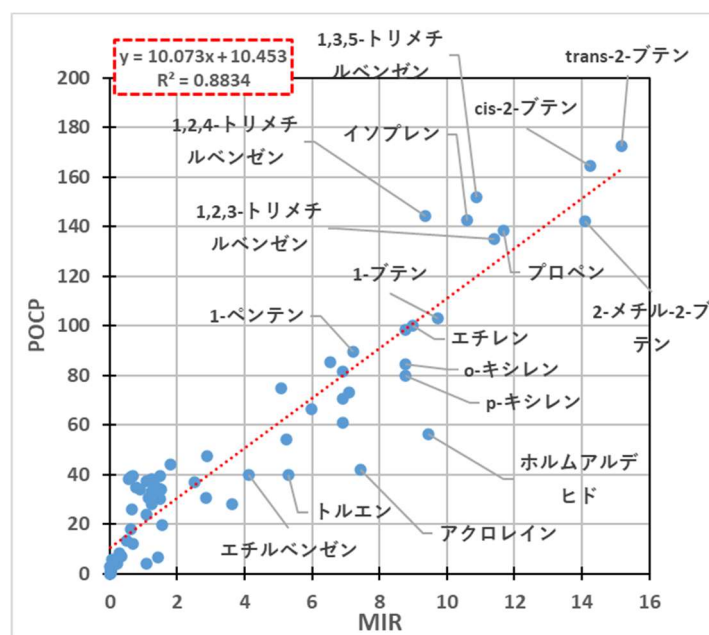


図 33 MIR と POCP の比較

次に、両方の指標において値が大きい物質について、九都県市インベントリにおける主な発生源や排出業種を確認した。

ブテンの発生源は移動発生源(自動車)と燃料(蒸発ガス)(図 34)、排出業種別は石油製品・石炭製品製造業、燃料小売業、移動体であり(図 35)、全て化石燃料由来となっている。

トリメチルベンゼンの主な発生源は、ほぼ「塗料」であり、一部「製造機器類洗浄用 シンナー」、「移動体」からも排出される(図 36)。業種別にみると、主に塗料使用に係る「建築工事業」や「土木工事業」の割合が大きい(図 37)。

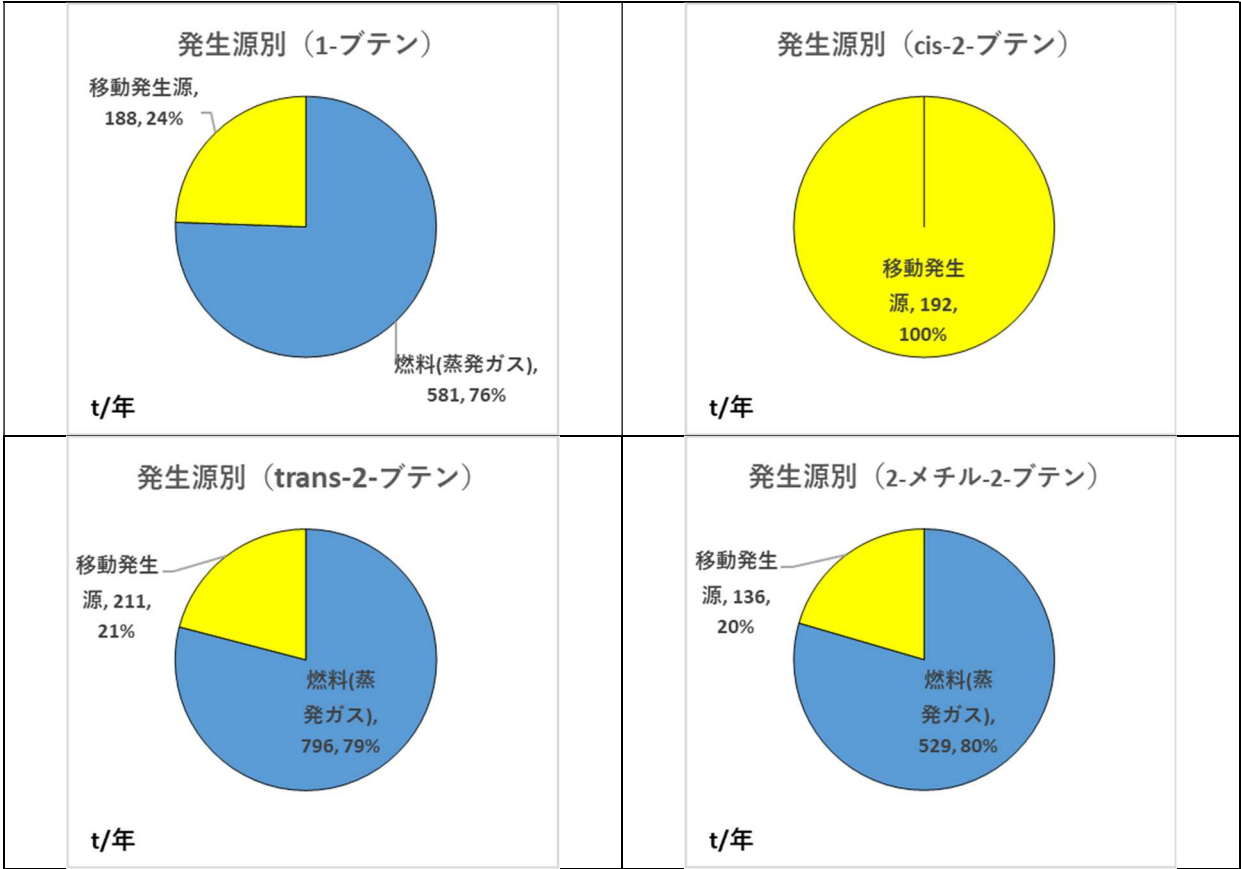


図 34 九都県市におけるブテンの発生源

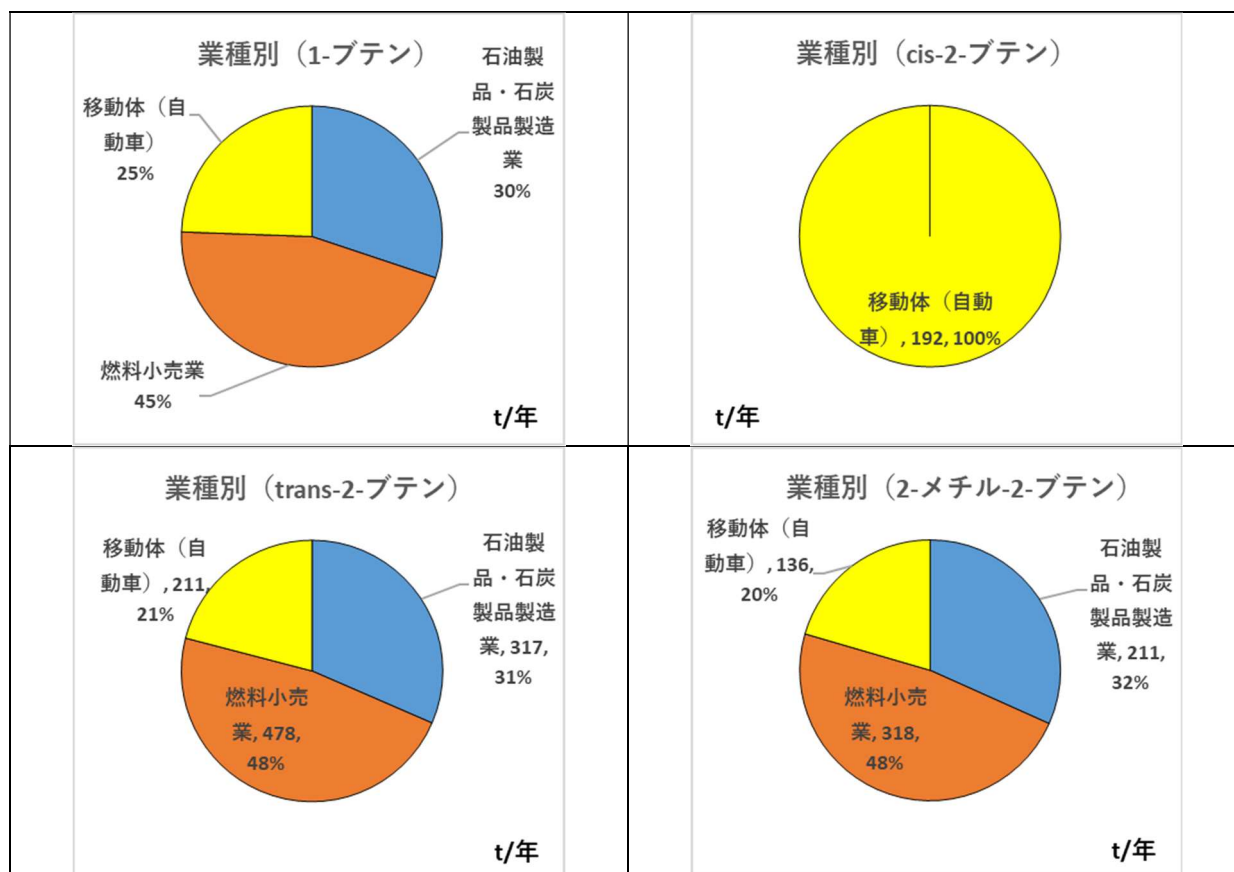


図 35 九都県市におけるブテンの排出業種

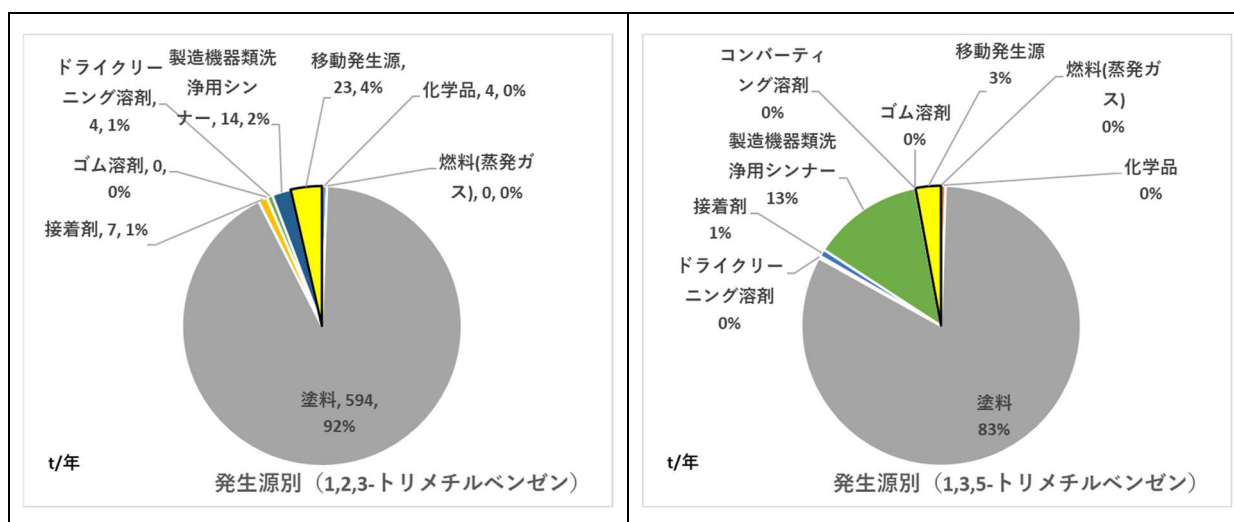


図 36 九都県市におけるトリメチルベンゼンの発生源

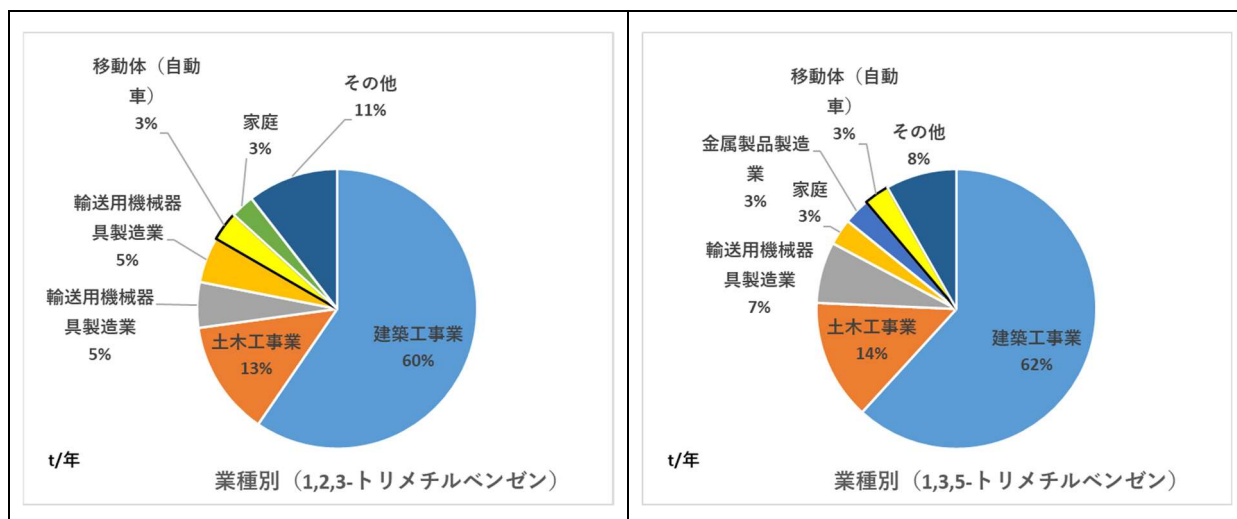


図 37 九都県市におけるトリメチルベンゼンの排出業種

② オゾン生成ポテンシャルに基づく解析

九都県市の発生源別排出量に対して、各指標を用いて算出したオゾン生成ポテンシャルを図 38 に示す。オゾン生成ポテンシャルは、総排出量でみた場合よりも、「塗料」や「燃料(蒸発ガス)」の割合が大幅に増加している。

同様に、業種別のオゾン生成ポテンシャルをみると、建築工事業や輸送用機械器具製造業、土木工事業等の「塗料」に由来する業種や、「燃料小売業」等の化石燃料由来の業種の割合が増加している(図 39)。

・オゾン生成ポテンシャルでみると、総排出量でみた場合よりも、「塗料」や「燃料(蒸発ガス)」の割合が大幅に増加

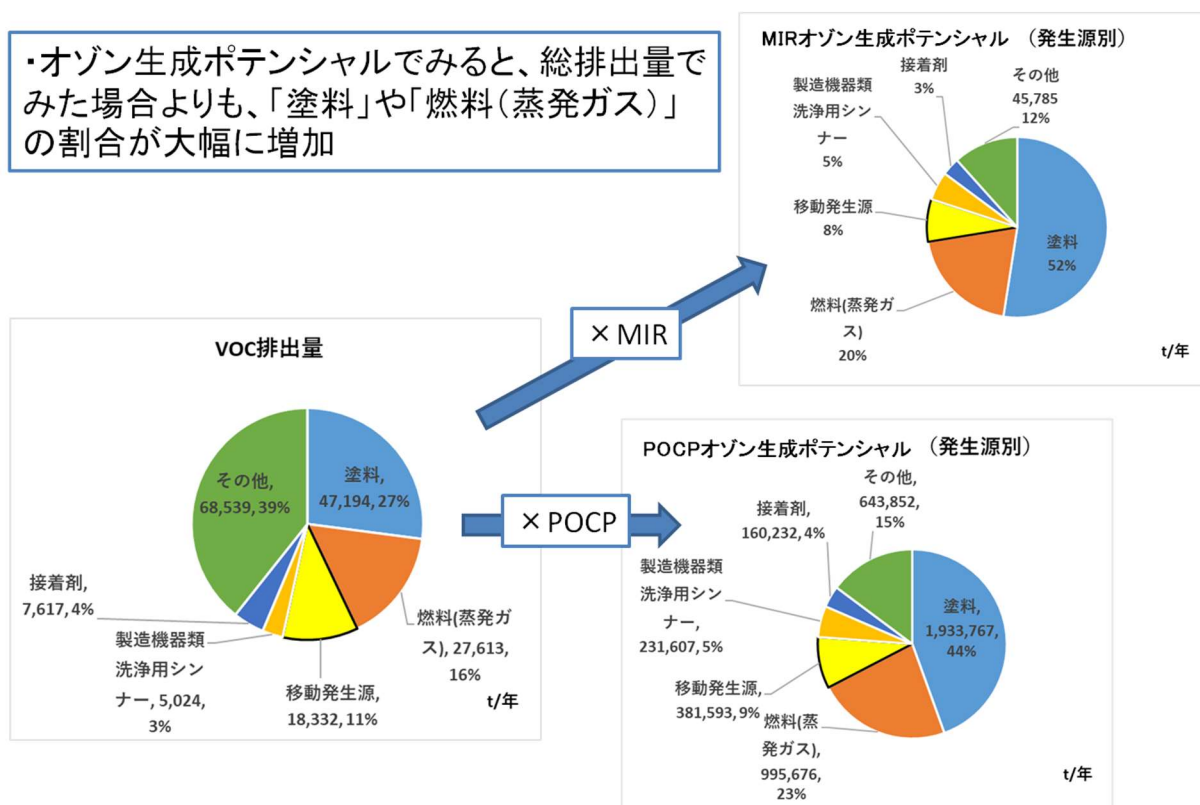


図 38 九都県市の発生源別排出量に基づく指標別のオゾン生成ポテンシャル

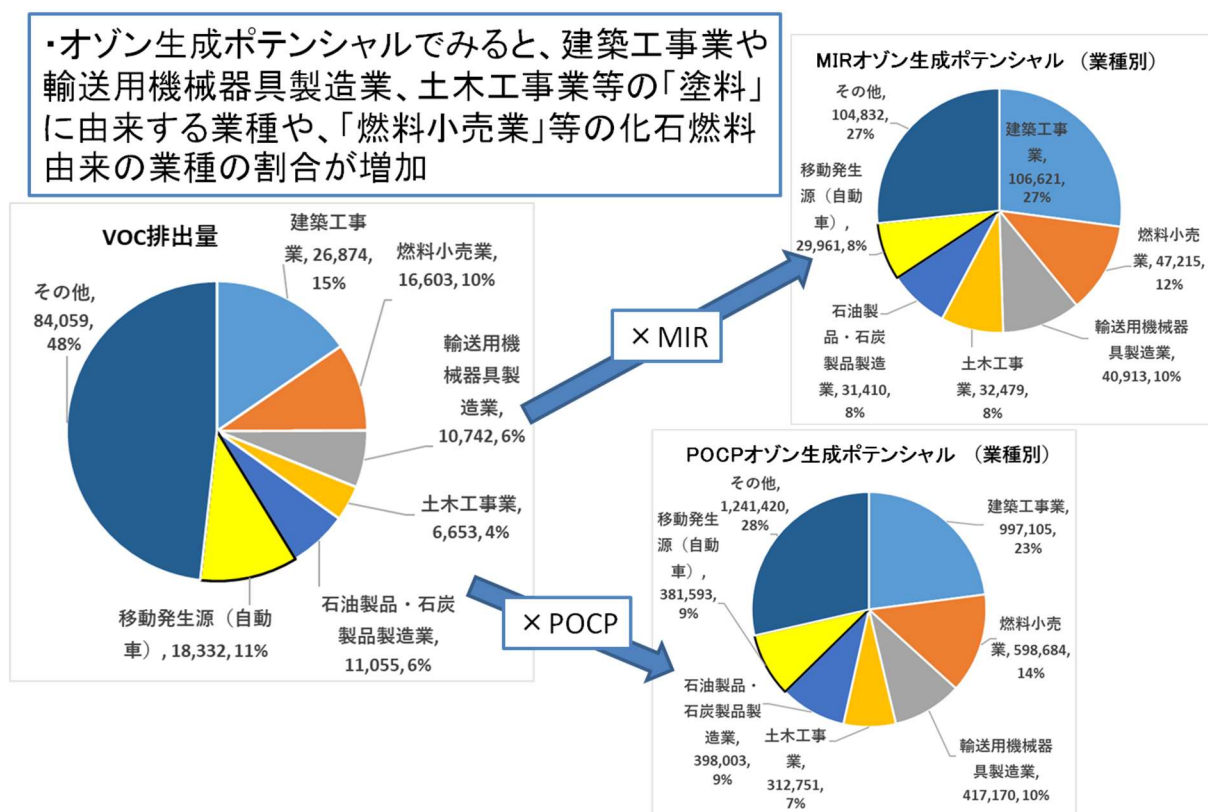


図 39 九都県市の業種別排出量に基づく指標別のオゾン生成ポテンシャル

(4) 解析結果のまとめ

光化学オキシダント対策(VOC 対策)を取り巻く現状及び本調査の目的を踏まえ、九都県市 VOC インベントリの解析方針を検討した。

効果的かつ効率的なオキシダント対策の検討・実施に向けて、オキシダント生成能を算出し、削減効果の大きい発生源や業種、物質を抽出した。

オキシダント生成能の算出においては、文献等により主要な指標を調査した上で、MIR に加えて POCP についても算出した。

MIR と POCP は概ね相関がみられ、いずれの指標も化石燃料由来のボタンや主に塗料に含まれるトリメチルベンゼンの値が大きい。他方、ジクロロメタン、デカン、クロロエチレン等は MIR よりも POCP の方が顕著に大きい等、物質によっては差が見られた。

発生源品目別のオキシダント生成能は、総排出量と比べて「塗料」や「燃料(蒸発ガス)」の割合が大きくなる結果となった。業種別で比較すると、建築工事業や輸送用機械器具製造業、土木工事業等の「塗料」に由来する業種や、「燃料小売業」等の化石燃料由来の業種の割合が増加した。

令和4年
九都県市揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ
作成業務委託

報 告 書
【概要版】

令和4年 12 月

発行

九都県市首脳会議環境問題対策委員会 大気保全専門部会

調査実施機関

株式会社 環境計画研究所

〒183-0023 東京都府中市宮町 2-15-13 第 15 三ツ木ビル 2F

電話:042-361-2930