

成分不明の VOC 排出量の細分化に係る調査方針 (案)

1. 検討の経緯

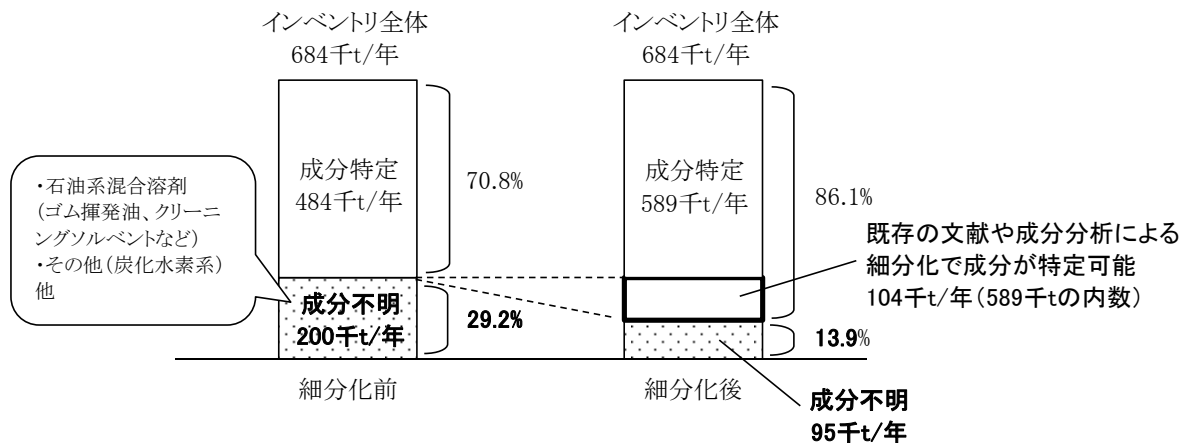
VOC 排出抑制対策は、光化学オキシダント (Ox) や浮遊粒子状物質 (SPM) 削減を目的としているが、物質ごとにオキシダント生成能等に差があることが知られているため、VOC 排出インベントリ (以下、「インベントリ」という。) においては、可能な限り成分別の内訳を示すことが求められている。

インベントリには石油系混合溶剤 (ゴム揮発油、クリーニングソルベントなど) のように成分不明の VOC 排出量が含まれているため、平成 26 年度の検討会において既存文献を用いた成分不明の VOC 排出量の細分化方法を検討・構築した。

この方法では、既存文献のひとつとして東京都が平成 19 年に実施した石油系混合溶剤の成分分析調査¹ (以下、「東京都調査」という。) の結果を利用しているが、当該調査は約 10 年前に行われたものであり、近年の状況を踏まえてデータ更新の必要性を検証する必要があることが指摘された。

そのため、平成 27、28 年度の調査では石油系混合溶剤の成分分析の方法を確立し、その方法を用いて石油系混合溶剤のひとつであるクリーニングソルベント (※) の成分分析を行い、その分析結果をインベントリに反映したところ、成分不明の VOC 排出量は 200 千 t/年 (全体の 29.2%) から 95 千 t/年 (同 13.9%) まで減少した (図 1)。

※「クリーニングソルベント」とはドライクリーニング溶剤として使用される石油系混合溶剤



出典:平成 28 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 (平成 29 年 3 月、(株)環境計画研究所)より作成

図 1 成分不明の VOC 排出量の細分化前後の VOC 排出量 (平成 27 年度排出量)

¹ 石油系混合溶剤の成分組成調査 (東京都環境科学研究所年報 2007)

2. 今年度の調査目的

今年度の調査ではクリーニング溶剤以外の石油系混合溶剤を対象とした成分分析を実施し、その結果をインベントリに反映することを目的とする。

3. 分析方法について

分析方法は、平成 28 年度の検討結果を踏まえ、GC-FID による定量分析と GC-MS による定性分析を組み合わせた方法で実施する(平成 28 年度の分析方法の詳細は別添1参照)。

4. 成分分析の対象(案)

(1) 混合検体の作成

昨年度の調査では、分析方法の確立も目的のひとつであったため、分析結果の妥当性を確認できるよう製品ごとに分析を行い、それらの結果を用いて国内シェアに基づき平均組成を算出した。

しかしながら、溶剤の国内シェアを毎年更新し、平均組成を算出し直す必要性が低い(国内シェアは年によりほとんど変わらないと考えられ、また、国内シェアは精緻な値として求めているため。別添2参照)ことから、今年度の調査では、成分分析を効率的に進めるため、あらかじめ国内シェアに基づき平均組成を有する混合検体を作成した上で、成分分析を実施したい。

なお、昨年度の成分分析では、光化学オキシダント生成能が高いと考えられる物質を対象とした他、組成の大きさが 1%以上を成分分析の対象とした(詳細は別添1参照)。しかしながら、今年度に分析する混合検体は、単一製品よりも含まれる物質数が多くなるため、組成が 1%未満になる物質が多くなり、把握可能な組成の合計が昨年度の分析よりも減少する可能性がある(例として昨年度に実施したクリーニング溶剤の分析結果を用いて、混合検体を分析した場合の試算結果を別添3に示す)。

以上のことから、今年度の成分分析では、東京都調査と同程度の組成の割合を把握できるように分析対象とする組成の大きさを設定したい。

(2) 対象溶剤

成分不明の VOC 排出量の細分化の対象となる石油系混合溶剤を表 1 に示す。今年度の成分分析では、昨年度に対象としたクリーニング溶剤以外の溶剤を対象とする。

<今年度の成分分析の対象溶剤>

ミネラルスピリット、ソルベントナフサ、印刷用高沸点溶剤、ゴム揮発油(接着剤用途・ゴム溶剤用途)

表 1 溶剤の種類・発生源品目別の VOC 排出量(t/年)(平成 27 年度)

発生源品目 溶剤の種類	化学品 (塗料製造)	塗料	印刷 インキ	接着剤	ゴム 溶剤	ドライクリー ング溶剤	合計
クリーニング溶剤 (工業ガソリン 5 号)						19,448	19,448
ミネラルスピリット (工業ガソリン 4 号)	307	37,718		1,430	48		39,503
ソルベントナフサ (コールターールナフサ)	242	29,743					29,985
印刷インキ用 高沸点溶剤			4,855				4,855
ゴム揮発油 (工業ガソリン 2 号)				195	4,131		4,326
合計	549	67,461	4,855	1,625	4,179	19,448	98,116

注1:石油系混合溶剤の成分分析結果(平均組成)を使用して細分化する排出量を示す。

注2:クリーニング溶剤(網掛け)は昨年度の調査で成分分析を実施した溶剤。

ゴム揮発油については、溶剤の製造事業者へのヒアリング調査で、接着剤用途とゴム溶剤用途向けに異なる製品を販売していることが確認されたため、用途別に成分分析を行うこととする。

ミネラルスピリットについては、上記のヒアリング調査において接着剤及びゴム溶剤用途での使用実態を把握できなかったため、塗料用途の製品のみ成分分析を行い、接着剤及びゴム溶剤の平均組成はこの結果を代用することとしたい。

(3) 対象製品

前項で示した成分分析の対象となる石油系混合溶剤(クリーニング溶剤以外)に該当する製品の国内シェアを表 2 に示す。なお、シェアについては別添2に示す考え方に従い算出した。

今年度の成分分析では、サンプルの提供が可能なすべての製品を対象にすることを考えている(表 2 の網掛け以外)。分析対象とする製品の合計シェアは各溶剤において 70%以上となるため、国内に流通する溶剤の平均的な組成とみなすことができると考えられる。

表 2 石油系混合溶剤の国内シェア(平成 28 年度)(1/2)

溶剤名	主な製品	シェア	備考
ミネラルスピリット	製品 A	40%	<ul style="list-style-type: none"> ● 製造事業者は 4 社 ● 該当製品は 5 製品(グレード) ● 分析の対象(案)はサンプル提供可能な製品 A~D(合計シェア 88%)
	製品 B	30%	
	製品 C	5%	
	製品 D	13%	
	製品 E	13%	
	合計	100%	
ソルベントナフサ	製品 A	30%	<ul style="list-style-type: none"> ● 製造事業者は 4 社 ● 該当製品は 7 製品(グレード) ● 分析の対象(案)はサンプル提供可能な製品 A~F(合計シェア 86%)
	製品 B	10%	
	製品 C	10%	
	製品 D	10%	
	製品 E	13%	
	製品 F	13%	
	製品 G	13%	
	合計	100%	
印刷用 高沸点溶剤	製品 A	40%	<ul style="list-style-type: none"> ● 製造事業者は 2 社 ● 該当製品は 6 製品(グレード) ● 分析の対象(案)はサンプル提供可能な製品 A~D(合計シェア 70%)
	製品 B	10%	
	製品 C	10%	
	製品 D	10%	
	製品 E	15%	
	製品 F	15%	
	合計	100%	
ゴム揮発油 (接着剤用途)	製品 A~J(10 製品)	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 製造事業者は 1 社 ● 該当製品は 10 製品(グレード) ● 分析の対象(案)はサンプル提供可能な製品 A~J(合計シェア 100%) ※製品別の販売量が不明なため、シェアは均等配分で算出(各 10%)
ゴム揮発油 (ゴム溶剤用途)	製品 A	40%	<ul style="list-style-type: none"> ● 製造事業者は 1 社 ● 該当製品は 6 製品(グレード) ● 分析の対象(案)はサンプル提供可能な製品 A~F(合計シェア 100%)
	製品 B	20%	
	製品 C	10%	
	製品 D	10%	
	製品 E	10%	
	製品 F	10%	
	合計	100%	

注1: 溶剤の製造事業者等へのヒアリング調査により作成した。

注2: 平成 28 年度の時点で国内に流通する主要な製品を対象とした。

注3: 組成が同じ製品を複数のブランド名で販売している場合はひとつの製品とみなした。

注4: 販売量が僅かでシェアに影響しない製品は対象外とした。

注5: 網掛けはサンプル提供が不可能な製品を示す。

5. 成分分析に係る留意事項

組成が経年変化する可能性があるため、毎年溶剤の製造事業者は製品の統廃合 (あるいは新製品の販売開始) について確認を行った上で、適宜、再分析を行い、平均組成を更新することとしたい。また、法規制等により状況の変化が確認された場合についても同様の方針としたい。

平成 28 年度の分析方法について

平成 28 年度の分析では、定量精度に優れる GC-FID を用いて各物質の組成の大きさを把握し(定量分析)、定性精度に優れる GC-MS を用いて物質の同定を行った(定性分析)。分析方法の概要を表 3 に示す。

また、表 4 に示すとおり、光化学オキシダント生成能が高いと考えられる MIR 値の高い物質や、二重結合を有する物質、炭素数の大きい物質を成分分析の対象とした。その他の物質については、効率的に成分分析を進めるため、組成の大きさが 1%以上を成分分析の対象とした。

表 3 成分分析の方法

項目	概要
使用した装置名	・ Agilent Technologies 社「GC6890N」/GC-FID ・ 同社「5975C」/GC-MS
同定方法(GC-MS)	ライブラリ検索

表 4 成分分析の対象物質

判断基準	対象となる目安
① 光化学オキシダント生成能 ^{注1}	MIR 値 ^{注3} が 5 以上(SAPRC-11 ² のデータを利用)
② 二重結合等の有無 ^{注1}	二重結合(または三重結合)を有する物質
③ 炭素数 ^{注1}	炭素数が 15 以上の物質
④ 組成の大きさ ^{注2}	組成が 1%以上の物質

注1:①～③に該当する・しないは GC-MS による定性分析で始めに機械的にライブラリと照合した際の同定結果に基づく。対象とした物質はその後、個別に物質の同定を行い成分分析結果とした。

注2:GC-FID による定量分析結果に基づき、把握可能な組成の合計値が少なくとも 6 割程度になるように対象範囲を設定した。

注3:MIR 値 = オゾン増加量(mg)/VOC 増加量(mg)

表 5 用語の解説

用語	解説
ガスクロマトグラフィー	気体又は揮発性の高い物質を同定し、その濃度を測定するための分析手法のこと。試料中の成分が「カラム」と呼ばれる装置で分離され、成分ごとの濃度が測定される仕組みになっている。
ガスクロマトグラフ(GC) (いわゆるガスクロ)	ガスクロマトグラフィーで使われる分析装置のことで、キャリアーガスボンベやカラム、検出器などから構成されている。 GC は混合物の分離能力に優れているが、定性能力は高くない。
GC-FID	検出器として水素炎イオン化検出器(FID; flame ionization detector)を用いたガスクロマトグラフ(GC)のことで、有機化合物(炭化水素等)の分析に用いられる。
GC-MS (いわゆるガスマス)	ガスクロマトグラフ(GC)と質量分析計(MS; mass spectrometer)を一体化させた分析装置のこと。MS 部で質量スペクトルを測定することによって物質を同定し、ガスクロマトグラフ(GC)の定性能力の低さを補う形になっている。

2 <http://www.engr.ucr.edu/~carter/SAPRC/> (2016 年 12 月 19 日閲覧)

シェア・組成の経年変化に関するヒアリング調査の結果

石油系混合溶剤のシェアや組成の経年変化を把握するために、溶剤の製造事業者等 (6 社) に対してヒアリング調査を実施した。その結果を整理したものを以下に示す。

《国内シェアの算出方法》

- 溶剤の製造事業者等へのヒアリング調査で把握した情報 (国内販売量等) をベースに算出
 ※ただし、溶剤によっては製造事業者から自社製品の当該用途向けの販売量に関する情報 (= 確度の高い情報) が得られた製品と、得られなかった製品があるため、国内全体の販売量 (市場規模) は確度の高い情報と低い情報を含む推計値となる
- 確度の高い情報が得られた製品については、販売量と市場規模の推計値に基づき個別にシェアを算出 (下記のミネラルスピリットの例では製品 A~C が該当)
 ※上記のとおりシェアの推計結果は確度の低い情報も含まれるため、シェアは 5% 刻みで数字を丸めた
- その他の製品については残りのシェアを均等配分 (同様に下記の例では製品 D, E が該当)

＜シェアの算出方法の例: ミネラルスピリット (塗料用途) ＞

主な製品	情報の確度 ^{注1}	販売量 ^{注2} (kL/年)	国内シェア (確度の高い情報の製品は個別に算出)	国内シェア (その他の製品は残りのシェアを均等配分)
製品 A	高	423	40%	40%
製品 B	高	280	30%	30%
製品 C	高	52	5%	5%
製品 D	低①	190	25%	13%
製品 E	低②	55		13%
合計 (国内全体)		1,000	100%	100%

注1: 販売量に関する情報の確度 (高・低) は以下のとおりである。なお、確度の低い情報の内容については溶剤ごとに異なる。

高 → 製造事業者から自社製品の当該用途向けの販売量に関する情報が得られた

低① → 他社情報により販売量に関する情報が得られた

低② → 塗料以外の用途の販売量も含まれる

注2: 溶剤の販売量は非公開情報であるため、実際の販売量は表に示した値と異なる。

《石油系混合溶剤の国内シェアの経年変化に関するヒアリング結果のまとめ》

企業が製造を中止するような特異な状況にならない限りは、国内シェアはほとんど変わらないことが示唆された。

《石油系混合溶剤の組成の経年変化に関するヒアリング結果のまとめ》

- 石油系混合溶剤は一般的に蒸留範囲で使用される用途が決まっている。例えば、蒸留範囲が 150~200℃ の石油系混合溶剤は業界では「ターペン」と呼ばれる (インベントリの「ミネラルスピリット」に該当)。
- 原料であるナフサ等の輸入先の変更等により、石油系混合溶剤の組成は変化している可能性はあるが、労安法の規制対象物質などを除き、物質別の組成を把握していないため、定量的な裏付けはない。

混合検体の分析で把握可能な組成の試算結果

表 6 昨年度のクリーニング溶剤 7 製品の成分分析結果と平均組成(1/10)

分類名	炭素数	物質名	組成(重量%)							平均組成(重量%)
			検体 A	検体 B	検体 C	検体 D	検体 E	検体 F	検体 G	
アルカン	8	3,3-ジメチルヘキサン							2.8	0.1
	9	n-ノナン	6.3	17.7		3.4	6.2	6.5	3.6	8.3
		2-メチルオクタン		2.6						0.6
		3-メチルオクタン		2.2			1.0			0.5
		2,3,4-トリメチルヘキサン		1.1						0.2
		2,4,4-トリメチルヘキサン							0.3	0.01
		n-デカン	9.9	14.3	12.1	17.6	9.9	9.7	3.7	11.0
	10	2-メチルノナン	1.9	5.3	2.3	2.7	1.9	1.9		2.6
		3-メチルノナン	2.3	3.9	3.3	2.7	2.3	2.3		2.6
		4-メチルノナン	1.7	2.6	2.1	2.3	1.7	1.7		1.9
		5-メチルノナン		1.3						0.3
		1-ヨード-2-メチルノナン		1.6						0.4
		2,2-ジメチルオクタン							1.7	0.07
		2,5-ジメチルオクタン		1.7						0.4
		2,6-ジメチルオクタン	1.8	2.2			1.8	2.0		1.7
		2,7-ジメチルオクタン		1.3						0.3
		3,6-ジメチルオクタン			1.2	1.7				0.1
		3-エチルオクタン		0.5						0.4
		4-エチルオクタン			0.7					0.03
		2,2,4-トリメチルヘプタン							0.2	0.009

注1:昨年度に実施したクリーニング溶剤の分析結果及び国内シェアに基づき算出した平均組成を示す。

注2:別添1の表5の判断基準に該当しない物質は、GC-MS分析で始めに機械的にライブラリと照合した結果(対象物質を決める際に使用)と、その後の物質ごとに同定を行った結果(表中に示した結果)が異なる場合。

注3:網掛けはオキシダント生成能が高くないと考えられる物質(詳細は別添1を参照)、且つ混合検体を分析した場合に定量下限値未満(0.1%未満)となる値。

表 6 昨年度のクリーニング溶剤 7 製品の成分分析結果(2/10)

分類名	炭素数	物質名	組成(重量%)							平均組成(重量%)
			検体 A	検体 B	検体 C	検体 D	検体 E	検体 F	検体 G	
アルカン	10	3,3,5-トリメチルヘプタン							1.8	0.08
		2-メチル-3-エチルヘプタン	1.3							0.7
		3-エチル-2-メチルヘプタン				1.1	1.3	1.2		0.1
	11	n-ウンデカン	6.3	3.9	6.4	3.0	6.4	8.2	2.5	5.6
		2-メチルデカン	1.4	3.2	2.1		1.4	1.4	0.9	1.8
		3-メチルデカン	1.5	2.4	2.1	1.8	1.6	1.5		1.7
		4-メチルデカン	1.5	1.7	1.8		1.5	1.3		1.4
		5-メチルデカン	1.1	1.7	1.7		1.1	1.1		1.2
		2,5-ジメチルノナン		1.1						0.3
		2,6-ジメチルノナン	1.6	1.1	2.9	2.9	1.6	1.6		1.5
		3,7-ジメチルノナン	1.1		1.4		1.1			0.7
		4,5-ジメチルノナン				0.3				0.01
		2,4,6-トリメチルオクタン							0.9	0.04
		5-エチル-2-メチルオクタン	0.7		0.8			0.2		0.5
	C11 アルカン(詳細構造不明)							10.1	0.4	
	12	n-ドデカン							0.1	0.006
		2-メチルウンデカン	0.3						4.4	0.4
		4-メチルウンデカン			0.2					0.007
		6-メチルウンデカン			0.2					0.009
		5-メチルウンデカン						0.1		0.006
		2,2-ジメチルデカン							0.2	0.009
		C12 アルカン(詳細構造不明)							12.4	0.5
	13	2,4-ジメチルウンデカン					0.2		1.4	0.07
		2,6-ジメチルウンデカン							2.5	0.1

注1:昨年度に実施したクリーニング溶剤の分析結果及び国内シェアに基づき算出した平均組成を示す。

注2:別添1の表5の判断基準に該当しない物質は、GC-MS分析で始めに機械的にライブラリと照合した結果(対象物質を決める際に使用)と、その後の物質ごとに同定を行った結果(表中に示した結果)が異なる場合。

注3:網掛けはオキシダント生成能が高くないと考えられる物質(詳細は別添1を参照)、且つ混合検体を分析した場合に定量下限値未満(0.1%未満)となる値。

表 6 昨年度のクリーニング溶剤 7 製品の成分分析結果(3/10)

分類名	炭素数	物質名	組成(重量%)							平均組成(重量%)
			検体 A	検体 B	検体 C	検体 D	検体 E	検体 F	検体 G	
アルカン	13	3,3-ジメチルウンデカン							0.2	0.006
		3,6-ジメチルウンデカン							2.0	0.08
		3,8-ジメチルウンデカン							2.6	0.1
		5-エチルウンデカン							0.2	0.007
		2,2,4-トリメチルデカン							1.2	0.05
		2,5,6-トリメチルデカン				1.2				0.05
		2,6,8-トリメチルデカン							1.6	0.07
		5-(2-メチルプロピル)ノナン							0.2	0.01
		5-ブチルノナン						0.4		0.02
		5-イソブチルノナン			1.3					0.05
	14	2,2,3,4,6,6-ヘキサメチルヘプタン							0.5	0.02
		2,2,3,3,5,6,6-ヘプタメチルヘプタン							0.1	0.006
	15	2,7,10-トリメチルドデカン		2.1						0.5
		1-シクロヘキシル-1-(4-メチルシクロヘキシル)エタン			0.1					0.004
	16	2,2,11,11-テトラメチルドデカン		0.1						0.03
		2-メチル-6-プロピルドデカン		0.2						0.04
	17	3-メチルヘキサデカン							0.5	0.02
	18	1-クロロオクタデカン							0.6	0.03
		7,9-ジメチルヘキサデカン		0.7						0.2
	19	2,6-ジメチルヘプタデカン							1.1	0.05
20	2,6,10,14-テトラメチルヘキサデカン		0.2				0.3		0.05	
アルカン 小計			40.9	76.7	42.8	40.8	41.1	41.2	60.3	49.9(49.1)

注1: 昨年度に実施したクリーニング溶剤の分析結果及び国内シェアに基づき算出した平均組成を示す。

注2: 別添1の表5の判断基準に該当しない物質は、GC-MS分析で始めに機械的にライブラリと照合した結果(対象物質を決める際に使用)と、その後の物質ごとに同定を行った結果(表中に示した結果)が異なる場合。

注3: 網掛けはオキシダント生成能が高くないと考えられる物質(詳細は別添1を参照)、且つ混合検体を分析した場合に定量下限値未満(0.1%未満)となる値。

注4: 小計のカッコ内の数字は0.1%未満(網掛け)を除いた数値。

表 6 昨年度のクリーニング溶剤 7 製品の成分分析結果(4/10)

分類名	炭素数	物質名	組成(重量%)							平均組成(重量%)
			検体 A	検体 B	検体 C	検体 D	検体 E	検体 F	検体 G	
アルケン	8	4-メチル-3-ヘプテン	0.3							0.2
	10	4-デセン					0.1			0.005
		(4Z)-3-メチル-4-ノネン	0.3		0.5					0.2
		(Z)-3-メチル-4-ノネン						0.4		0.02
		2,2-ジメチル-3-オクテン				0.3				0.01
		2,6-ジメチル-2-オクテン				0.6	0.3			0.04
		[S-(E)]-2,6-ジメチル-4-オクテン			0.3					0.01
		4-プロピル-3-ヘプテン			0.6					0.02
		(3E)-3-エチル-2,5-ジメチル-3-ヘキセン				1.5				0.06
	3-エチル-2,5-ジメチル-3-ヘキセン						0.2		0.01	
	11	5-ウンデセン					0.3			0.01
		(E)-5-ウンデセン						0.4		0.02
	12	4-メチル-1-ウンデセン			0.1					0.005
		(Z)-4-メチル-4-ウンデセン						0.2		0.007
		5-メチル-2-ウンデセン						0.3		0.01
18	5-オクタデセン	0.3							0.2	
アルケン 小計			0.9	0	1.5	2.4	0.8	1.5	0	0.8(0.8)
シクロアルカン	7	エチルシクロペンタン	0.1							0.07
	8	エチリデンシクロヘキサン	0.3				0.3			0.2
		cis,trans-1,3-ジメチルシクロヘキサン			0.8					0.03
		trans-1,4-ジメチルシクロヘキサン			2.1			1.3		0.1

注1: 昨年度に実施したクリーニング溶剤の分析結果及び国内シェアに基づき算出した平均組成を示す。

注2: 別添1の表5の判断基準に該当しない物質は、GC-MS分析で始めに機械的にライブラリと照合した結果(対象物質を決める際に使用)と、その後の物質ごとに同定を行った結果(表中に示した結果)が異なる場合。

注3: 網掛けはオキシダント生成能が高くないと考えられる物質(詳細は別添1を参照)、且つ混合検体を分析した場合に定量下限値未満(0.1%未満)となる値。

注4: 小計のカッコ内の数字は0.1%未満(網掛け)を除いた数値。

表 6 昨年度のクリーニング溶剤 7 製品の成分分析結果(5/10)

分類名	炭素数	物質名	組成(重量%)							平均組成(重量%)
			検体 A	検体 B	検体 C	検体 D	検体 E	検体 F	検体 G	
シクロアルカン	9	1,2,4-トリメチルシクロヘキサン					0.3			0.01
		cis,trans,trans-1,2,4-トリメチルシクロヘキサン	1.4				1.4			0.9
		1-メチル-trans-2-エチルシクロヘキサン	1.8							1.0
		cis-1-エチル-2-メチルシクロヘキサン					0.2	0.1		0.01
		trans-1-エチル-2-メチルシクロヘキサン					1.8	1.7		0.1
		1-エチル-3-メチルシクロヘキサン	2.0							1.1
		1-エチル-4-メチルシクロヘキサン						1.3		0.05
		cis-1-エチル-4-メチルシクロヘキサン					2.0			0.08
		n-プロピルシクロヘキサン	1.4				1.4	1.6		0.9
		2-エチル-1,1-ジメチルシクロペンタン				0.1				0.004
	1-メチル-2-プロピルシクロペンタン				0.2				0.007	
	10	1,1,2,3-テトラメチルシクロヘキサン	0.1						0.1	0.08
		trans-1,1,3,5-テトラメチルシクロヘキサン			0.2				0.2	0.02
		1-エチル-1,4-ジメチルシクロヘキサン	0.7							0.4
		trans-1-エチル-1,4-ジメチルシクロヘキサン					0.3			0.01
		trans-1-エチル-1,3-ジメチルシクロヘキサン						0.4		0.02
		1-エチル-2,3-ジメチルシクロヘキサン	0.4		1.6					0.3
		cis-1-メチル-4-(1-メチルエチル)シクロヘキサン						0.2		0.01
		trans-1-メチル-4-(1-メチルエチル)シクロヘキサン			1.2			1.2		0.1
		1,2-ジエチルシクロヘキサン					0.5			0.02
1-メチル-2-プロピルシクロヘキサン		1.0		1.1				0.6	0.6	

注1: 昨年度に実施したクリーニング溶剤の分析結果及び国内シェアに基づき算出した平均組成を示す。

注2: 別添1の表5の判断基準に該当しない物質は、GC-MS分析で始めに機械的にライブラリと照合した結果(対象物質を決める際に使用)と、その後の物質ごとに同定を行った結果(表中に示した結果)が異なる場合。

注3: 網掛けはオキシダント生成能が高くないと考えられる物質(詳細は別添1を参照)、且つ混合検体を分析した場合に定量下限値未満(0.1%未満)となる値。

表 6 昨年度のクリーニング溶剤 7 製品の成分分析結果(6/10)

分類名	炭素数	物質名	組成(重量%)							平均組成(重量%)
			検体 A	検体 B	検体 C	検体 D	検体 E	検体 F	検体 G	
シクロアルカン	10	1-メチル-3-プロピルシクロヘキサン	1.4		1.9		1.3			0.9
		1-イソプロピル-1-メチルシクロヘキサン					0.4			0.02
		(1-メチルプロピル)シクロヘキサン			2.1		1.1	1.1		0.2
		n-ブチルシクロヘキサン	1.9		3.1					1.2
		sec-ブチルシクロヘキサン	1.1							0.6
		ブチルシクロヘキサン				1.9	1.9	1.7		0.2
		ブチリデンシクロヘキサン	0.4							0.2
		2-イソプロピル-1,3-ジメチルシクロペンタン						0.1		0.006
		1-メチル-1-(2-メチル-2-プロペニル)シクロペンタン	0.5							0.3
		(3-メチルブチル)シクロペンタン					1.1			0.05
	イソペンチルシクロペンタン	1.1							0.6	
	テトラメチル(1-メチルエチリデン)シクロプロパン			0.2					0.008	
	デカヒドロナフタレン	1.0							0.6	
	trans-デカヒドロナフタレン			1.3		1.0			0.1	
	C10 シクロアルカン(詳細構造不明)							0.9	0.04	
	11	(1-メチルブチル)シクロヘキサン	0.3		0.3					0.2
		1,2-ジエチル-3-メチルシクロヘキサン	0.1					0.1		0.07
		ヘキシルシクロペンタン			0.4					0.02
1,2-ジブチルシクロプロパン					0.2				0.008	
(1-エチルプロピル)シクロヘキサン							0.4		0.02	

注1: 昨年度に実施したクリーニング溶剤の分析結果及び国内シェアに基づき算出した平均組成を示す。

注2: 別添1の表5の判断基準に該当しない物質は、GC-MS分析で始めに機械的にライブラリと照合した結果(対象物質を決める際に使用)と、その後の物質ごとに同定を行った結果(表中に示した結果)が異なる場合。

注3: 網掛けはオキシダント生成能が高くないと考えられる物質(詳細は別添1を参照)、且つ混合検体を分析した場合に定量下限値未満(0.1%未満)となる値。

表 6 昨年度のクリーニング溶剤 7 製品の成分分析結果(7/10)

分類名	炭素数	物質名	組成(重量%)							平均組成(重量%)
			検体 A	検体 B	検体 C	検体 D	検体 E	検体 F	検体 G	
シクロアルカン	12	シクロドデカン						0.1		0.005
		(1-メチルプロピル)シクロオクタン					0.5			0.02
		3-エチル-5-メチル-1-プロピルシクロヘキサン						0.2		0.01
		(1 α , 2 β , 5 α)-1,4-ジメチル-2-(2-メチルプロピル)シクロヘキサン					0.1			0.006
		cis-1-ヘキシル-2-プロピルシクロプロパン					0.1			0.005
	18	1,3-ジメチル-5-n-デシルシクロヘキサン					0.6			0.02
シクロアルカン 小計			17.1	0	16.2	2.4	16.4	13.4	0	11.7(10.9)
シクロアルケン	7	1-メチルシクロヘキセン				0.2				0.008
		3-メチル-1-シクロヘキセン			0.2					0.007
	8	1,2-ジメチル-1-シクロヘキセン			0.4					0.02
	9	3,5,5-トリメチルシクロヘキセン				0.2				0.007
	10	4-メチル-1-(1-メチルエチル)シクロヘキセン			0.3					0.01
		1,3-(D2)メンタ-2-エン							0.2	0.009
シクロアルケン 小計			0	0	0.9	0.3	0	0	0.2	0.1(0.1)
芳香族	8	1,2-ジメチルベンゼン				0.5			0.2	0.03
		1,3-ジメチルベンゼン				0.5			0.1	0.03
		1,4-ジメチルベンゼン				0.2				0.007
		エチルベンゼン				0.2				0.01
	9	1,2,3-トリメチルベンゼン				2.1			0.5	0.1
		1,2,4-トリメチルベンゼン				4.6			1.7	0.3
1,3,5-トリメチルベンゼン					1.7			0.6	0.1	

注1: 昨年度に実施したクリーニング溶剤の分析結果及び国内シェアに基づき算出した平均組成を示す。

注2: 別添1の表5の判断基準に該当しない物質は、GC-MS分析で始めに機械的にライブラリと照合した結果(対象物質を決める際に使用)と、その後の物質ごとに同定を行った結果(表中に示した結果)が異なる場合。

注3: 網掛けはオキシダント生成能が高くないと考えられる物質(詳細は別添1を参照)、且つ混合検体を分析した場合に定量下限値未満(0.1%未満)となる値。

注4: 小計のカッコ内の数字は0.1%未満(網掛け)を除いた数値。

表 6 昨年度のクリーニング溶剤 7 製品の成分分析結果(8/10)

分類名	炭素数	物質名	組成(重量%)							平均組成(重量%)
			検体 A	検体 B	検体 C	検体 D	検体 E	検体 F	検体 G	
芳香族	9	1-メチル-2-エチルベンゼン				1.2				0.05
		1-メチル-3-エチルベンゼン				1.5			0.7	0.09
		1-メチル-4-エチルベンゼン				0.8			0.5	0.05
		(1-メチルエチル)ベンゼン				0.1				0.006
		プロピルベンゼン				0.6			0.2	0.04
		インダン				0.6				0.03
	10	1,2,4,5-テトラメチルベンゼン				0.2				0.01
		1,2,3,5-テトラメチルベンゼン				0.3				0.01
		1,2-ジメチル-3-エチルベンゼン				0.5				0.02
		1,3-ジメチル-2-エチルベンゼン				0.2				0.007
		1,3-ジメチル-4-エチルベンゼン				0.9				0.04
		1,3-ジメチル-5-エチルベンゼン				0.9			0.2	0.05
		2-エチル-1,4-ジメチルベンゼン				1.1				0.05
		1,2-ジエチルベンゼン				0.4				0.02
		1,3-ジエチルベンゼン				1.0				0.04
		1-メチル-2-n-プロピルベンゼン				1.3				0.06
		1-メチル-3-n-プロピルベンゼン				1.3				0.06
		1-メチル-3-イソプロピルベンゼン				0.8				0.03
		1-メチル-4-イソプロピルベンゼン				0.8				0.03
		1-メチル-4-プロピルベンゼン				0.7				0.03
		n-ブチルベンゼン				0.7				0.03
イソブチルベンゼン				0.3				0.01		

注1:昨年度に実施したクリーニング溶剤の分析結果及び国内シェアに基づき算出した平均組成を示す。

注2:別添1の表5の判断基準に該当しない物質は、GC-MS分析で始めに機械的にライブラリと照合した結果(対象物質を決める際に使用)と、その後の物質ごとに同定を行った結果(表中に示した結果)が異なる場合。

注3:網掛けはオキシダント生成能が高くないと考えられる物質(詳細は別添1を参照)、且つ混合検体を分析した場合に定量下限値未満(0.1%未満)となる値。

表 6 昨年度のクリーニング溶剤 7 製品の成分分析結果(9/10)

分類名	炭素数	物質名	組成(重量%)							平均組成(重量%)
			検体 A	検体 B	検体 C	検体 D	検体 E	検体 F	検体 G	
芳香族	10	sec-ブチルベンゼン				0.9				0.04
		1,2,3,4-テトラヒドロナフタレン				0.1			0.4	0.02
		C10 芳香族(詳細構造不明)				0.1				0.005
		1-メチル-4-(1-メチルプロピル)ベンゼン				0.2				0.007
		(1-エチルプロピル)ベンゼン				0.1				0.005
		(1-メチルブチル)ベンゼン				0.2				0.008
芳香族 小計			0	0	0	27.7	0	0	5.1	1.4(1.4)
その他物質	7	ヘキサヒドロ-1H-ピロリジン-1-オン							0.4	0.02
		1-メチル-2-シクロヘキセン-1-オール			0.4					0.02
	8	cis-5-オクテン-1-オール	0.3							0.1
		2-エチル-1-ヘキサノール							0.6	0.03
		(3E)-3-オクテン-2-オン			0.5					0.02
		(Z,Z)-3,4-ジメチル-2,4-ヘキサジエン				0.1				0.005
		エチルジメチルチオフエン	0.2					0.1		0.1
		イソプロピルメチルチオフエン			0.4					0.02
	7-メチル-1,6-オクタジエン					0.3	0.4		0.03	
	9	2-メチルオクタヒドロペンタレン				0.2				0.01
		2,6-ジメチル-6-ニトロ-2-ヘプテン-4-オン	1.0							0.6
		trans-オクタヒドロ-1H-インデン-1-オン				0.2				0.01
		1-(1-メチルシクロヘキシル)エタノン	1.4				1.4			0.9
	10	3-ブチルシクロヘキサノン	0.2							0.1
2-(4-メチルフェニル)-プロパナール					0.2				0.008	

注1: 昨年度に実施したクリーニング溶剤の分析結果及び国内シェアに基づき算出した平均組成を示す。

注2: 別添1の表5の判断基準に該当しない物質は、GC-MS分析で始めに機械的にライブラリと照合した結果(対象物質を決める際に使用)と、その後の物質ごとに同定を行った結果(表中に示した結果)が異なる場合。

注3: 網掛けはオキシダント生成能が高くないと考えられる物質(詳細は別添1を参照)、且つ混合検体を分析した場合に定量下限値未満(0.1%未満)となる値。

注4: 小計のカッコ内の数字は0.1%未満(網掛け)を除いた数値。

表 6 昨年度のクリーニング溶剤 7 製品の成分分析結果(10/10)

分類名	炭素数	物質名	組成(重量%)							平均組成(重量%)
			検体 A	検体 B	検体 C	検体 D	検体 E	検体 F	検体 G	
その他物質	10	イソゲラニアル			0.1					0.005
		2-メチル-5-(1-メチルプロピル)チオフェン	0.2		0.3					0.1
		3,3,4-トリメチルシクロヘキサ-1-エン-カルバルデヒド	0.2							0.1
		(Z,E)-2,4-ノナジエン酸メチル						0.2		0.01
	11	2-(4-ペンテニル)シクロヘキサ-1-オン	0.1							0.07
	13	1-トリデカノール			0.1					0.005
		シュウ酸ブチル-シクロヘキシルメチル			0.4					0.02
	14	亜硫酸ノニル-2-ペンチル							0.1	0.006
	16	2-ヘキシル-1-デカノール							0.2	0.008
	17	シュウ酸シクロヘキシルメチル-オクチル	0.5							0.3
	18	1-オクタデカノール	0.1							0.08
		シュウ酸ビス(2-エチルヘキシル)							0.3	0.01
	19	シュウ酸シクロヘキシルメチル-デシル	0.4							0.2
	21	3-メチルエイコサン	0.1							0.06
	23	亜硫酸シクロヘキシルメチル-ヘキサデシル	0.6							0.3
25	亜硫酸シクロヘキシルメチル-オクタデシル			0.3					0.01	
30	デカン二酸ジデシル							0.2	0.008	
その他物質 小計			5.5	0	2.6	0.8	1.7	1.3	1.2	3.4(3.4)
同定した物質の合計			64.4	76.7	64.0	74.3	59.9	57.3	66.9	67.2(65.6)
未同定の物質の合計			35.6	23.3	36.0	25.7	40.1	42.7	33.1	32.8(34.4)
合計			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

注1: 昨年度に実施したクリーニング溶剤の分析結果及び国内シェアに基づき算出した平均組成を示す。

注2: 別添1の表5の判断基準に該当しない物質は、GC-MS分析で始めに機械的にライブラリと照合した結果(対象物質を決める際に使用)と、その後の物質ごとに同定を行った結果(表中に示した結果)が異なる場合。

注3: 網掛けはオキシダント生成能が高くないと考えられる物質(詳細は別添1を参照)、且つ混合検体を分析した場合に定量下限値未満(0.1%未満)となる値。

注4: 小計及び合計のカッコ内の数字は0.1%未満(網掛け)を除いた数値。