

# 揮発性有機化合物（VOC）成分自動測定機 データ取扱要領書

環境省 水・大気環境局

大気環境課

令和2年3月5日

## 目次

1. 測定地点について	1
2. 自動測定機について	2
2-1. 測定対象物質	2
2-2. 自動測定機の概要及び測定条件	4
2-3. 定量及び精度管理	5
2-4. 測定開始日及び測定頻度	6
3. データの見方	6
3-1. 測定値	6
3-2. 下限値コード	6
3-3. フラグ	7
4. 公表様式	8
5. 参考情報	10

環境省では、平成 29 年 5 月より、原則として 1 日 2 回、2 時と 14 時に VOC 成分の定期測定を行う機器（以下「自動測定機」という）を全国 5 ヲ所に設置し、測定を行っています。

ここでは、自動測定機の概要とデータの取扱いについて、解説します。

## 1. 測定地点について

測定地点は、図 1 及び表 1 のとおりです。



図 1 測定地点

表 1 測定地点及びその概要

名称	略称	住所	自動測定機の設置場所
国設篁岳大気環境測定所	篁岳	宮城県遠田郡涌谷町 小塚字桜清水 2-1-5	局舎内
群馬県衛生環境研究所	群馬	群馬県前橋市上沖町 378	3F 実験室 3
埼玉県環境科学国際センター	埼玉	埼玉県加須市上種足 914	大気モニタリング室
東京都環境科学研究所	東京	東京都江東区新砂 1-7-5	5F チャンバー 実験室
長崎県上対馬総合センター	対馬	長崎県対馬市上対馬町 比田勝 575 番地 1	1F

## 2. 自動測定機について

### 2-1. 測定対象物質

測定対象物質は、表2のとおりです。

表2(1) 測定対象物質 (VOC成分 56物質)

公表様式の成分名	IUPAC名
イソブタン	2-メチルプロパン
ブタン	ブタン
1-ブテン	1-ブテン
<i>trans</i> -2-ブテン	<i>trans</i> -2-ブテン
<i>cis</i> -2-ブテン	<i>cis</i> -2-ブテン
2-メチルブタン	2-メチルブタン
1-ペンテン	1-ペンテン
イソプレン	2-メチル-1,3-ブタジエン
ペンタン	ペンタン
<i>trans</i> -2-ペンテン	<i>trans</i> -2-ペンテン
<i>cis</i> -2-ペンテン	<i>cis</i> -2-ペンテン
2,2-ジメチルブタン	2,2-ジメチルブタン
シクロペンタン	シクロペンタン
2,3-ジメチルブタン	2,3-ジメチルブタン
2-メチルペンタン	2-メチルペンタン
3-メチルペンタン	3-メチルペンタン
2-メチル-1-ペンテン	2-メチル-1-ペンテン
ヘキサン	ヘキサン
メチルシクロペンタン	メチルシクロペンタン
ベンゼン	ベンゼン
シクロヘキサン	シクロヘキサン
2-メチルヘキサン	2-メチルヘキサン
2,4-ジメチルペンタン	2,4-ジメチルペンタン
2,3-ジメチルペンタン	2,3-ジメチルペンタン
3-メチルヘキサン	3-メチルヘキサン
2,2,4-トリメチルペンタン	2,2,4-トリメチルペンタン
ヘプタン	ヘプタン
メチルシクロヘキサン	メチルシクロヘキサン
2,3,4-トリメチルペンタン	2,3,4-トリメチルペンタン
トルエン	トルエン
2-メチルヘプタン	2-メチルヘプタン

表 2(2) 測定対象物質 (VOC 成分 56 物質)

公表様式の成分名	IUPAC 名
3-メチルヘプタン	3-メチルヘプタン
オクタン	オクタン
エチルベンゼン	エチルベンゼン
<i>m</i> -キシレン	<i>m</i> -キシレン
<i>p</i> -キシレン	<i>p</i> -キシレン
<i>o</i> -キシレン	<i>o</i> -キシレン
スチレン	スチレン
ノナン	ノナン
クメン	クメン
<i>n</i> -プロピルベンゼン	プロピルベンゼン
$\alpha$ -ピネン	2,6,6-トリメチルビシクロ[3.1.1]-2-ヘプテン
$\beta$ -ピネン	6,6-ジメチル-2-メチレンビシクロ[3.1.1]ヘプタン
1,3,5-トリメチルベンゼン	1,3,5-トリメチルベンゼン
1,2,4-トリメチルベンゼン	1,2,4-トリメチルベンゼン
<i>m</i> -エチルトルエン	1-エチル-3-メチルベンゼン
<i>p</i> -エチルトルエン	1-エチル-4-メチルベンゼン
<i>o</i> -エチルトルエン	1-エチル-2-メチルベンゼン
デカン	デカン
1,2,3-トリメチルベンゼン	1,2,3-トリメチルベンゼン
<i>m</i> -ジエチルベンゼン	1,3-ジエチルベンゼン
<i>p</i> -ジエチルベンゼン	1,4-ジエチルベンゼン
ウンデカン	ウンデカン
カンフェン	2,2-ジメチル-3-メチレンビシクロ[2.2.1]ヘプタン
リモネン	1-メチル-4-(1-メチルエテニル)シクロヘキセン
<i>p</i> -シメン	1-メチル-4-(1-メチルエチル)ベンゼン

※ 公表様式の成分名は、米国 Environmental Protection Agency (EPA)の Substance Registry Services (SRS)に示される Registry Name を用いた。

※ *m*-キシレンと *p*-キシレンの測定値、*m*-エチルトルエンと *p*-エチルトルエンの測定値は、それぞれ合計値で報告される。

## 2-2. 自動測定機の概要及び測定条件

揮発性有機化合物オンライン分析装置（低温濃縮-ガスクロマトグラフ質量分析計）を用い、基本的には「環境大気中の揮発性有機化合物（VOC）濃度モニタリングに係る測定方法マニュアル」（平成20年3月 環境省水・大気環境局大気環境課）の「第II章 トルエン等14物質の測定方法（容器採取-ガスクロマトグラフ質量分析法）」に準拠して測定を行っています。



図2 揮発性有機化合物オンライン分析装置

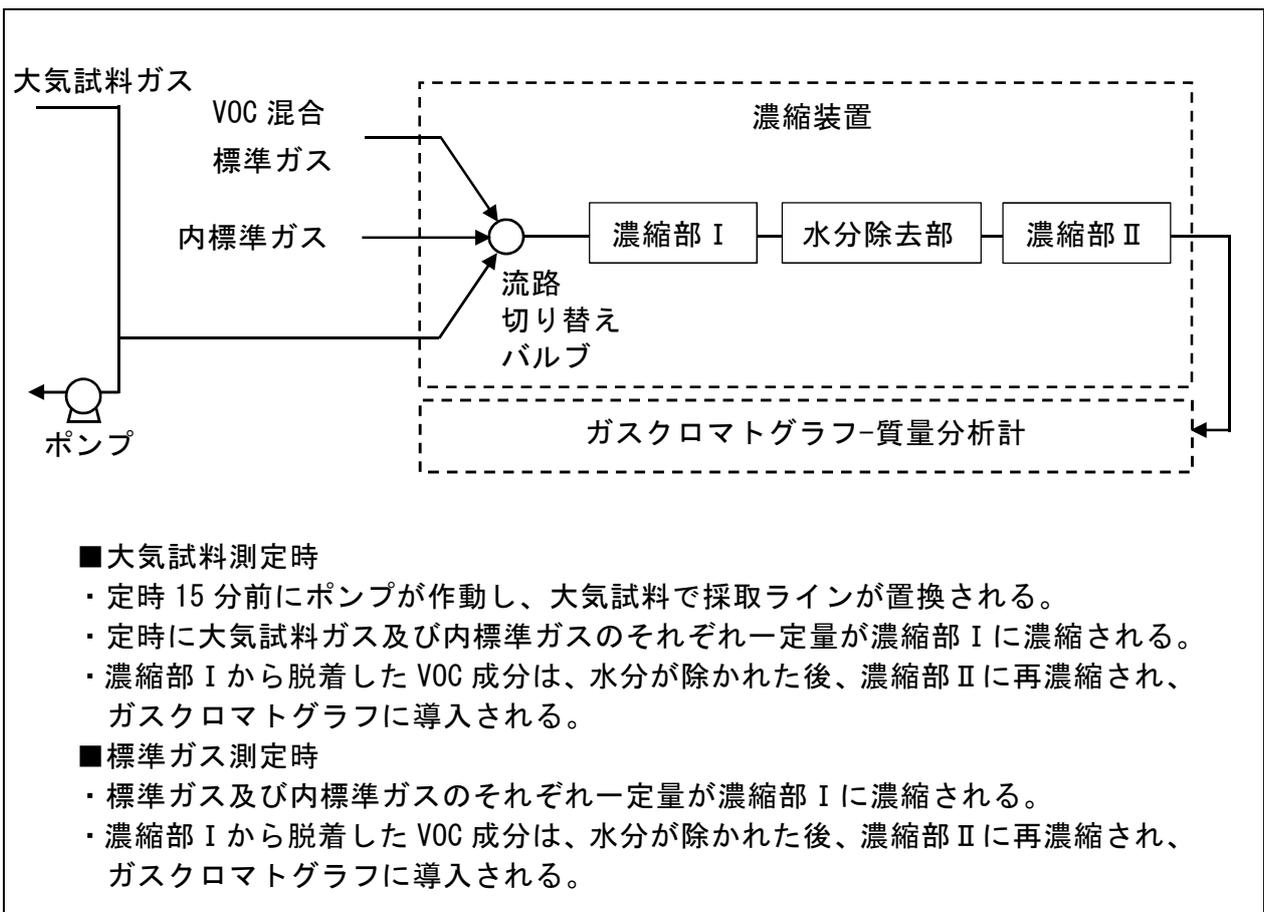


図3 測定の概要図

また、測定条件は表3のとおりです。質量分析計における検出法は選択イオン検出法（SIM法）とし、できるだけ夾雑成分の影響を受けにくいと思われるイオンを定量イオンに設定しています。

表3 測定条件

濃縮装置：GLサイエンス社製 CC2110					
試料ガス捕集流量	： 65 mL/min				
内標準ガス濃縮量	： 100 mL				
実試料濃縮量	： 200 mL				
ガスクロマトグラフ：島津製作所社製 GC-2010plus					
GCカラム	： AQUATIC 0.25 mm×60 m、1 μm				
カラム温度	： 40°C(5 min)－3.5°C/min－60°C(0 min)－6°C/min －120°C(0 min)－16°C/min－200°C(12 min)				
インターフェース温度	： 210°C				
質量分析計：島津製作所社製 GCMS-QP2020					
検出法	： SIM				
定量イオン(m/z) <sup>*1</sup>	：				
イソブタン	43	ベンゼン	78	クメン	105
ブタン	43	シクロヘキサン	84	n-プロピルベンゼン	91
1-ブテン	56	2-メチルヘキサン	85	α-ピネン	93
trans-2-ブテン	56	2,4-ジメチルペンタン	85	β-ピネン	93
cis-2-ブテン	56	2,3-ジメチルペンタン	56	1,3,5-トリメチルベンゼン	105
2-メチルブタン	72	3-メチルヘキサン	70	1,2,4-トリメチルベンゼン	105
1-ペンテン	70→55	2,2,4-トリメチルペンタン	57	m、p-エチルトルエン	105
イソブレン	67	ヘプタン	71	o-エチルトルエン	105
ペンタン	43→42	メチルシクロヘキサン (56 <sup>*2</sup> )→83		デカン	57
trans-2-ペンテン	55	2,3,4-トリメチルペンタン	71	1,2,3-トリメチルベンゼン	105
cis-2-ペンテン	70	トルエン	91	m-ジエチルベンゼン	134
2,2-ジメチルブタン	71	2-メチルヘプタン	99→57	p-ジエチルベンゼン	134
シクロペンタン	70	3-メチルヘプタン	85	ウンデカン	57
2,3-ジメチルブタン	71	オクタン	85	カンフェン	93
2-メチルペンタン	57→71	エチルベンゼン	91	リモネン	93
3-メチルペンタン	57	m、p-キシレン	91	p-シメン	119
2-メチル-1-ペンテン	84	o-キシレン	91→106	(内標準)	
ヘキサン	56	スチレン	104	フルオロベンゼン	96
メチルシクロペンタン	56	ノナン	85		

\*1：「→」は、平成30年4月初旬以降に定量イオンを変更したことを示す  
\*2：「群馬県衛生環境研究所」のみにおいて、メチルシクロヘキサンではトリクロロエチレンによる妨害が大きかったため、平成29年度は56を使用

## 2-3. 定量及び精度管理

### (1) 検量線の作成及び濃度の算出

原則として1ヶ月につき1回程度の頻度で標準ガスを分析して検量線を作成し、フルオロベンゼンを内標準物質とする内標準法で定量しています。

## (2) 検出下限値及び定量下限値

各物質について、検量線作成時の最低濃度の標準ガスを5回以上測定して得られた標準偏差と、内標準ガスのみを測定して得られたブランク値の標準偏差の大きいほうを大気濃度に換算し、その3倍を検出下限値、10倍を定量下限値としています。

## (3) 感度変動の確認

検量線作成から7～10日毎に1回、相対感度変動の確認のために標準ガスの測定を行っています。

## 2-4. 測定開始日及び測定頻度

測定開始日は、表4のとおりです。なお、平成30年度に各地点で濃縮装置の交換が行われています（装置の仕様は同じ）。

原則として1日2回、2時と14時に定期測定を実施しています。ただし、それ以外の時刻に測定を実施する場合があります。

測定毎の大気試料の採取時間は、約3分です。

表4 各地点における測定開始日及び濃縮装置交換日

測定地点	測定開始日	濃縮装置交換日
国設箕岳大気環境測定所	平成29年6月1日	平成30年8月2日
群馬県衛生環境研究所	平成29年5月13日	平成30年9月18日
埼玉県環境科学国際センター	平成29年5月12日	平成30年8月8日
東京都環境科学研究所	平成29年5月12日	平成30年6月21日
長崎県上対馬総合センター	平成29年6月7日	平成30年9月5日

## 3. データの見方

### 3-1. 測定値

測定値、検出下限値及び定量下限値は、単位をppbとして表示しています。表示する有効桁数は、「有害大気汚染物質等測定方法マニュアル」（平成31年3月改訂環境省水・大気環境局大気環境課）の「第1編第1部第1章 6.2.数値の取扱い」に従っています。

検出下限値未満の測定値は、検出下限値の2分の1の値を代入しています。

### 3-2. 下限値コード

検出下限値及び定量下限値は定期的に算出するため、年間を通して複数存在します。測定値と検出下限値及び定量下限値との対応関係を明らかにするために、それぞれに下限値コードを付与しています。

### 3-3. フラグ

フラグ(Flag)は、測定値に関する情報をユーザーに提供することを目的に付与しています。

表5 自動測定機の測定値に付与されるフラグー覧

フラグ	内容
ND	検出下限値未満であることを意味します。 (測定値は、検出下限値の 1/2 の値で置換しています。)
Tr	検出下限値以上、かつ、定量下限値未満であることを意味します。
Ov	検量線の最高濃度を超過したことを意味します。
#	<ul style="list-style-type: none"> <li>・クロマトグラム上で、対象物質のピーク付近に未知物質等の夾雑ピークが見られたが、定量に大きな影響を与えないと判定されたことを意味します。</li> <li>・感度変動試験を正しく実施できなかったが、装置の異常等はないと判定されたことを意味します。</li> </ul>
MD	欠測扱いとしたことを意味します。

※ 1つの測定値に2つのフラグが付与される場合は、次のように表示する：  
「ND#」、「Tr#」、「Ov#」

また、測定値が欠測となる主な要因は、表6のとおりです。

表6 欠測となる主な要因

分類	測定値が欠測となる主な要因	対象
測定精度の不良	<ul style="list-style-type: none"> <li>・内標準ガスの測定ラインに汚染があり、ブランクが大きい(検量線最低濃度の4倍程度以上)</li> <li>・キャニスタ内壁への吸着により、検量線作成用の標準ガスの濃度が70%程度以下に減衰したため、検量線の傾きが正確ではない。</li> <li>・装置内の試料濃縮機能の不良により、標準ガスの濃縮量に比例したピーク面積値が得られない。</li> <li>・感度変動が30%を超過している。</li> <li>・定量イオンに夾雑ピークによる妨害があり、定量に大きな影響を与える。</li> </ul>	個々のVOC成分
メンテナンス	維持管理作業、メーカーメンテナンス	全VOC成分
装置の不調	GC/MS エラー、フィラメント切れ、保持時間の大幅な変動、通信やアプリケーションエラー	全VOC成分
外部の要因によるもの	電気設備点検、停電	全VOC成分
その他	液体窒素不足	全VOC成分

#### 4. 公表様式

ファイルは、測定地点毎に、2時及び14時の定期測定値、検出下限値及び定量下限値が入った csv ファイル形式となっています（図4）。

また、定期測定以外の測定値については、全測定地点分をまとめて記載しています（図5）。

作成日:2020/3/4														
測定地点名称：国設箕岳大気環境測定所														
						成分名	イブタン		ブタン		1-ブテン		trans-2-ブテン	
						CAS	75-28-5		106-97-8		106-98-9		624-64-6	
						炭素数	4		4		4		4	
						分子式	C4H10		C4H10		C4H8		C4H8	
						分子量	58.12		58.12		56.11		56.11	
						成分名	イブタン	イブタン_Flag	ブタン	ブタン_Flag	1-ブテン	1-ブテン_Flag	trans-2-ブ	trans-2-ブ
地点	年	月	日	時	下限値コード	ppb	Flag	ppb	Flag	ppb	Flag	ppb	Flag	
箕岳	2018	4	1	2	1 測定値	0.33		0.44		0.08		0.003	ND	
箕岳	2018	4	1	14	1 測定値	0.21		0.31		0.081		0.003	ND	
箕岳	2018	4	2	2	1 測定値	0.16		0.23		0.056		0.003	ND	
箕岳	2018	4	2	14	1 測定値	0.098		0.16		0.056		0.003	ND	
箕岳	2018	4	3	2	1 測定値	0.11		0.16		0.065		0.003	ND	
箕岳	2018	4	3	14	1 測定値	0.41		0.56		0.12		0.003	ND	
箕岳	2018	4	4	2	1 測定値	0.077		0.12		0.063		0.003	ND	
箕岳	2018	4	4	14	1 測定値	0.11		0.18		0.12		0.018	Tr	
箕岳	2018	4	5	2	1 測定値	0.11		0.2		0.045		0.003	ND	
箕岳	2018	4	5	14	1 測定値	0.097		0.17		0.048		0.003	ND	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
箕岳	2019	3	29	2	13 測定値	0.22		0.4		0.07		0.005	Tr	
箕岳	2019	3	29	14	13 測定値	0.22		0.41		0.072		0.0047	Tr	
箕岳	2019	3	30	2	13 測定値	0.22		0.39		0.07		0.0032	Tr	
箕岳	2019	3	30	14	13 測定値	0.16		0.28		0.067	Tr	0.0046	Tr	
箕岳	2019	3	31	2	13 測定値	0.17		0.29		0.067	Tr	0.0043	Tr	
箕岳	2019	3	31	14	13 測定値	0.16		0.27		0.07		0.0039	Tr	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
箕岳					1 検出下限値	0.006		0.008		0.01		0.006		
箕岳					2 検出下限値	0.008		0.006		0.009		0.006		
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
箕岳					12 検出下限値	0.0014		0.0015		0.007		0.003		
箕岳					13 検出下限値	0.0018		0.005		0.02		0.0026		
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
箕岳					1 定量下限値	0.021		0.028		0.032		0.019		
箕岳					2 定量下限値	0.025		0.021		0.031		0.018		
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
箕岳					12 定量下限値	0.0048		0.0051		0.025		0.012		
箕岳					13 定量下限値	0.0059		0.016		0.068		0.0085		

図4 定期測定値の公表様式

作成日:2020/3/4															
定期測定以外															
						成分名		イブタン	ブタン	1-ブテン	trans-2-ブテン				
						CAS		75-28-5	106-97-8	106-98-9	624-64-6				
						炭素数		4	4	4	4				
						分子式		C4H10	C4H10	C4H8	C4H8				
						分子量		58.12	58.12	56.11	56.11				
						成分名		イブタン	イブタン_Flag	ブタン	ブタン_Flag	1-ブテン	1-ブテン_Flag	trans-2-ブ	trans-2-ブ
地点	年	月	日	時	下限値コード	ppb	Flag	ppb	Flag	ppb	Flag	ppb	Flag	ppb	Flag
箕岳	2018	5	9	15	2 測定値	0.032		0.056		0.026	Tr	0.003	ND		
箕岳	2018	5	10	8	2 測定値	0.085		0.15		0.079		0.014	Tr		
箕岳	2018	5	10	9	2 測定値	0.047		0.081		0.031		0.003	ND		
箕岳	2018	6	6	15	2 測定値	0.19		0.36		0.08		0.003	ND		
箕岳	2018	6	6	16	2 測定値	0.099		0.18		0.062		0.003	ND		
箕岳	2018	6	6	17	2 測定値	0.11		0.19		0.074		0.006	Tr		
箕岳	2018	6	6	18	2 測定値	0.14		0.28		0.086		0.008	Tr		
箕岳	2018	6	6	19	2 測定値	0.098		0.17		0.069		0.003	ND		
箕岳	2018	6	6	20	2 測定値	0.087		0.15		0.058		0.003	ND		
箕岳	2018	8	3	12	5 測定値	0.086		0.13	Tr	0.06	Tr	0.0075	ND		
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
対馬	2019	3	29	3	15 測定値	0.2		0.34		0.072		0.006	Tr		
対馬	2019	3	29	4	15 測定値	0.2		0.33		0.071		0.006	Tr		
対馬	2019	3	29	5	15 測定値	0.2		0.33		0.069		0.01	Tr		
対馬	2019	3	29	6	15 測定値	0.24		0.41		0.12		0.02			
対馬	2019	3	29	7	15 測定値	0.31		0.48		0.26		0.045			
対馬	2019	3	29	8	15 測定値	0.32		0.47		0.26		0.044			
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
箕岳					2 検出下限値	0.008		0.006		0.009		0.006			
箕岳					2 検出下限値	0.008		0.006		0.009		0.006			
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
対馬					11 検出下限値	0.006		0.007		0.017		0.005			
対馬					15 検出下限値	0.0027		0.003		0.012		0.004			
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
箕岳					2 定量下限値	0.025		0.021		0.031		0.018			
箕岳					2 定量下限値	0.025		0.021		0.031		0.018			
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
対馬					11 定量下限値	0.021		0.024		0.056		0.018			
対馬					15 定量下限値	0.0091		0.01		0.039		0.012			

図 5 定期測定以外の公表様式

## 5. 参考情報

以下に、環境省以外の VOC 自動測定機による測定事例や、手分析における連続測定事例に係る主な参考情報を示す。

### ■ VOC 自動測定機による測定事例

- 1) 梶原佑介, 力寿雄, 馬場義輝, 山村由貴, 中川修平, 濱村研吾 : Ox 及び PM<sub>2.5</sub> 生成に寄与する揮発性有機化合物 (VOC) の高時間分解能調査, 福岡県保健環境研究所年報, 45, 124-127(2018)
- 2) 相澤正樹, 矢野明子, 木村祐紀, 飯村文成, 鎌滝裕輝, 國領和夫, 星純也 : 連続測定による東京都内 VOC 大気環境濃度の解析, 第 55 回大気環境学会年会講演要旨集, p.483(2014)
- 3) 東京都ホームページ (有害大気汚染物質に係る揮発性有機化合物 16 物質の測定) : [https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/air/air\\_pollution/gas/monitoring\\_study.html](https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/air/air_pollution/gas/monitoring_study.html)

### ■ 手分析における連続測定事例

- 1) 福崎 有希子, 石倉 淳士, 星 純也, 小森 陽昇, 志村 徹, 松永 壮, 上野 広行 : 横浜市と東京都における夏季の揮発性有機化合物 (VOC) 同時観測調査, 大気環境学会誌, 53, 13-24 (2018)
- 2) 石倉淳士, 上野広行, 星 純也, 松永壮, 秋山薫, 齊藤伸治, 増田龍彦 : 都内 2 地点における大気中の有機化合物の濃度変動とその成分特性, 東京都環境科学研究所年報, 23-30 (2014)
- 3) 上野広行, 内田悠太, 秋山薫, 齊藤伸治, 鈴木智絵 : 光化学オキシダント対策の効率的な推進に関する研究(1)-東京都における大気中の揮発性有機化合物の濃度変動と発生源寄与-, 東京都環境科学研究所年報, 3-9 (2013)
- 4) 内田悠太, 上野広行, 石井康一郎, 齊藤伸治, 横田久司, 秋山薫, 鈴木智絵 : 東京都における夏・冬季の揮発性有機化合物の濃度変動について, 東京都環境科学研究所年報, 43-50 (2012).