

株式会社 渡辺製作所 様

# 試験結果報告書

2010年10月6日

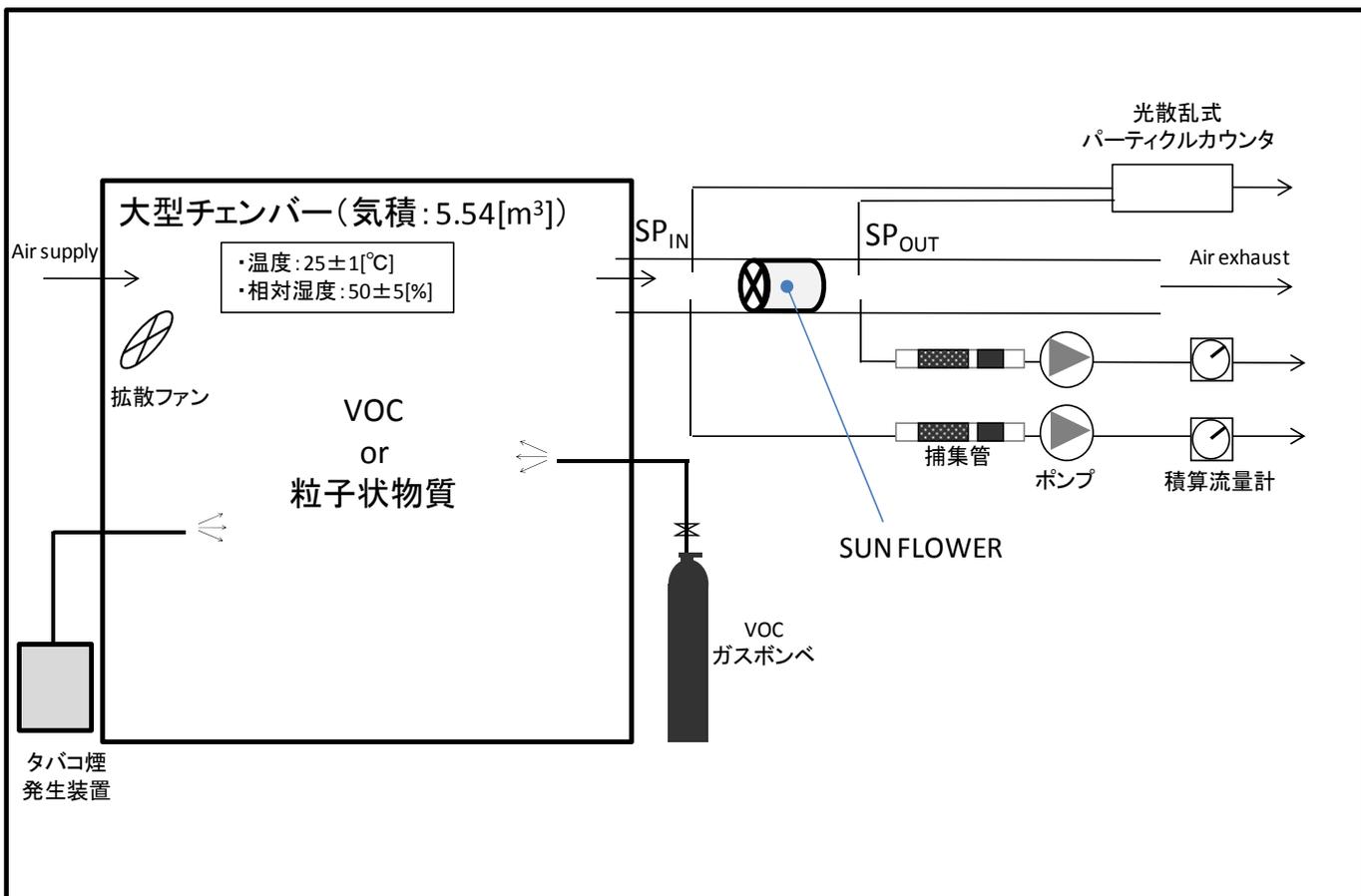
暮らしの科学研究所株式会社

## 試験概要

- ◆試験対象機器: SUN FLOWER
- ◆粒子状物質(タバコ煙粒子)、試験対象物質: VOC(35成分)、
- ◆試験方法: ワンパス法
- ◆測定・分析方法  
 VOC: 固相捕集ーガスクロマトグラフ/質量分析法  
 粒子状物質: 光散乱式パーティクルカウンタ

VOCおよび粒子状物質の除去性能をワンパス法により評価する。粒子状物質の評価にはタバコ煙粒子を用いる。

環境条件が制御された大型チェンバー内に、VOCまたはタバコ煙粒子を供給し、ある一定濃度を再現する。試験対象機器「SUN FLOWER」は大型チェンバーに接続されており、同機器の運転により、タバコ煙またはVOCが機器内を通過する。その際に、機器の上流側(SP<sub>IN</sub>)と下流側(SP<sub>OUT</sub>)で各濃度の測定を行い、機器の除去性能を評価する。



試験装置

## 試験手順

試験は以下の手順により行う。

- ①チェンバーの運転を開始する。環境条件(温度、相対湿度、換気回数、気流速度、空気清浄度)を調整し、状態を安定させる。
- ②ガスボンベおよびタバコ煙発生装置を用いて、ある一定量の対象汚染物質(VOC or 粒子状物質)をチェンバー内に供給する。チェンバー内では、拡散ファンを運転し、汚染物質がチェンバー内に一様に拡散されるようにする。
- ③供給終了後、一定時間放置し、チェンバー内の汚染物質濃度を安定させる。
- ④対象機器の運転を開始し、チェンバー内の汚染ガスを機器に供給する。
- ⑤機器の吸入口と排出口の対象汚染物質濃度を測定する。対象物質がVOCの場合は炭素系捕集管にて試料空気の捕集を行い、粒子状物質の場合は、光散乱式パーティクルカウンタにて濃度を測定する。
- ⑥VOCの捕集試料はガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)に導入して、精密化学分析を行う。



ガスクロマトグラフ/質量分析計



光散乱式パーティクルカウンタ

## 試験の評価

機器性能は除去率 $\eta$ [%]により評価する。除去率 $\eta$ [%]は、測定濃度から以下の(1)式にて算出される。

$$\eta[\%] = \frac{C_{\text{in}} - C_{\text{out}}}{C_{\text{in}}} \times 100 \quad \text{---(1)}$$

ここで、

$C_{\text{in}}$ : 機器の吸入口における対象汚染物質濃度 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、 $[\text{個}/\text{L}]$

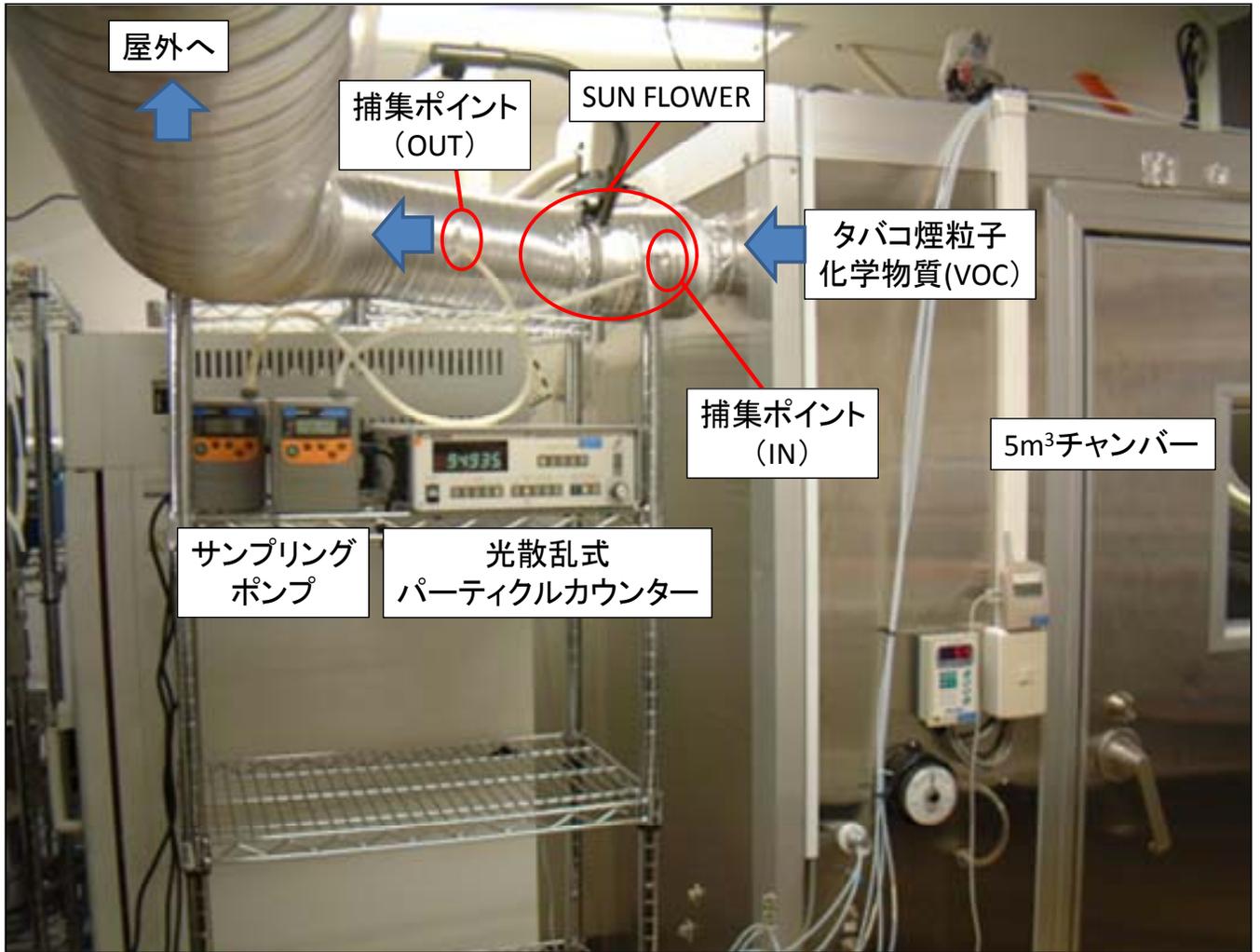
$C_{\text{out}}$ : 機器の排出口における対象汚染物質濃度 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、 $[\text{個}/\text{L}]$

とする。

表 VOCの一覧

Classification	Substances	Chemical formula	Molecular weight	Boiling point	Specific gravity
Alkanes	Decane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$	142.3	174.0	0.730
	Undecane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{CH}_3$	156.3	195.6	0.740
	Dodecane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$	170.3	213.0	0.749
	Tridecane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_3$	184.4	225.5	0.755
	Tetradecane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CH}_3$	198.4	253.5	0.765
	Pentadecane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{CH}_3$	212.4	270.5	0.776
	Hexadecane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$	226.5	286.5	0.773
	Heptane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	100.2	98.43	0.684
	Octane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	114.2	125.6	0.703
	Nonane	$\text{C}_9\text{H}_{20}$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	128.3	150.7	0.722
	Dichloromethane	$\text{CH}_2\text{Cl}_2$	84.90	40.00	1.300
	Hexane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	86.20	69.00	0.700
	2,4-dimethylpentane	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	100.2	80.00	1.382
	2,4-trimethylpentane	$\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	114.3	99.00	0.690
	Bromodichloromethane	$\text{BrCHCl}_2$	163.8	88.4~88.6	1.925
Dibromochloromethane	$\text{CHBr}_2\text{Cl}$	208.3	118~122	2.451	
Aromatics	Benzene	$\text{C}_6\text{H}_6$	78.11	80.10	0.879
	Toluene	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	92.13	110.7	0.866
	Ethylbenzene	$\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$	106.2	136.2	0.867
	Styrene	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$	104.1	145.0	0.900
	o-xylene	$1,2-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	106.2	144.0	0.880
	m-xylene	$1,3-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	106.2	138.8	0.868
	p-xylene	$1,4-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	106.2	138.5	0.861
	o-ethyltoluene	$2-(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3$	120.2	165.2	0.887
	m-ethyltoluene	$3-(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3$	120.2	161.3	0.865
	p-ethyltoluene	$4-(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3$	120.2	162.0	0.860
	1,2,4-trimethylbenzene	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3$	120.2	236.0	0.957
	1,2,3-trimethylbenzene	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3$	120.2	176.0	0.894
	1,2,4,5-tetramethylbenzene	$\text{C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3)_4$	120.2	196.0	0.838
1,3,5-trimethylbenzene	$\text{C}_9\text{H}_{12}$	120.2	164.6	0.863	
Halogenes	Chloroform	$\text{CHCl}_3$	119.4	62.00	1.480
	Carbon tetrachloride	$\text{CCl}_4$	153.8	76.50	1.590
	Trichloroethylene	$\text{CHCl}:\text{CCl}_2$	131.4	86.70	1.456
	Tetrachloroethylene	$\text{Cl}_2\text{C}:\text{CCl}_2$	165.8	121.0	1.625
	p-dichlorobenzene	$\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$	147.0	173.7	1.458
	1,2-dichloropropane	$\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$	113.0	96.00	1.160
	1,2-dichloroethane	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$	98.96	83.50	1.235
	1,1,1-trichloroethane	$\text{CH}_3\text{CCl}_3$	133.4	74.00	1.340
Terpens	$\alpha$ -pinene	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$	136.2	155~156	0.859
	$\beta$ -pinene	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$	136.2	164~166	0.865
	Limonene	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$	136.2	176.4	0.842
Esters	Ethylacetate	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	88.10	77.00	0.895
	Butylacetate	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	116.2	126.3	0.883
Ketones	Acetone	$\text{CH}_3\text{COCH}_3$	58.08	56.20	0.792
	Methylethylketone	$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$	72.10	80.00	0.800
	Methylisobutylketone	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COCH}_3$	100.2	117~118	0.800
Alcohols	Ethanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	46.07	78.30	0.816
	2-propanol	$(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$	60.10	83.00	0.790
	Butanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CHOH}$	74.10	117.0	0.800
Aldehydes	Nonanal	$\text{C}_8\text{H}_{17}\text{CHO}$	146.2	-	0.830
	Decanal	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_2\text{OH}$	160.3	232.9	0.829

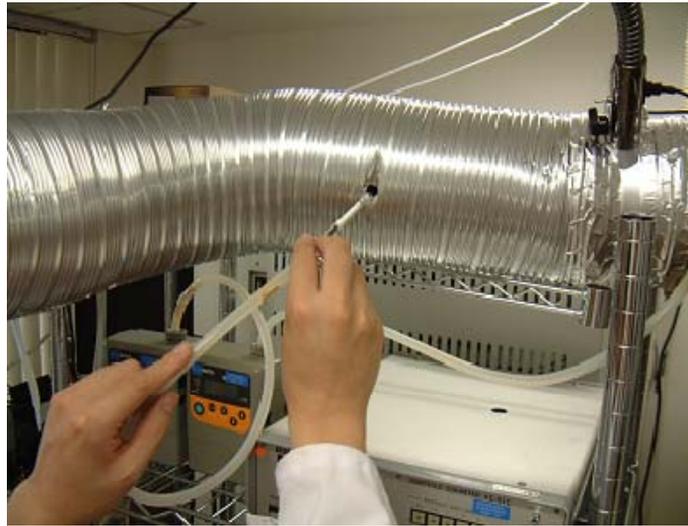
試験風景



## 試験風景



バック内の汚染ガスを大型チャンバー（気積：5.54[m<sup>3</sup>]）に供給する。



炭素系捕集管をサンプリングポイントにセットし、機器の吸入・排出口の空気を捕集する。



パーティクルカウンターを用いて、機器の吸入・排出口における粒径別粉じん濃度を測定する。

## 試験結果(粒子状物質)

粒径[ $\mu$ m]	試験No.	IN [個/0.01CF]	OUT [個/0.01CF]	除去率[%]	Ave.[%]
0.3	1	1230548	1253205	-1.8	12.2
	2	1257664	1248339	0.7	
	3	1251359	1230524	1.7	
	4	1221299	1098867	10.0	
	5	665385	445347	33.1	
	6	259943	187769	27.8	
	7	138632	118947	14.2	
0.5	1	758580	581557	23.3	26.9
	2	477568	382859	19.8	
	3	390452	317122	18.8	
	4	293304	187889	35.9	
	5	67746	36434	46.2	
	6	18856	12471	33.9	
	7	8557	7674	10.3	
1	1	34818	15723	54.8	30.6
	2	9774	6135	37.2	
	3	6526	4578	29.8	
	4	3992	1815	54.5	
	5	735	356	51.6	
	6	417	228	45.3	
	7	216	343	-58.8	
2	1	163	70	57.1	7.8
	2	96	68	29.2	
	3	60	68	-13.3	
	4	61	28	54.1	
	5	77	34	55.8	
	6	115	49	57.4	
	7	35	100	-185.7	
5	1	2	0	100.0	-
	2	1	3	-200.0	
	3	0	1	-	
	4	0	2	-	
	5	1	0	100.0	
	6	2	0	100.0	
	7	0	0	-	

## 試験結果(VOC)

	1回目			2回目			3回目		
	1~7[min]			8~14[min]			15~21[min]		
	IN	OUT	除去率R[%]	IN	OUT	除去率R[%]	IN	OUT	除去率R[%]
ethanol	559	429	23.3	282	266	5.40	181	195	-8.04
acetone	192	142	26.4	71.7	61.7	14.0	42.2	45.7	-8.10
2-propanol	2.97	1.99	33.1	1.82	1.76	3.12	2.22	2.02	9.15
dichloromethane	413	367	11.2	171	157	8.21	73.5	74.2	-0.96
1-propanol									
methyl ethyl ketone	94.6	53.0	44.0	27.8	27.1	2.23	13.6	18.8	-38.5
ethyl acetate	180	131	26.8	87.3	81.1	7.06	45.5	51.5	-13.4
hexane	1232	1061	13.9	522	503	3.61	212	226	-6.24
chloroform	316	266	15.8	120	108	9.77	52.6	62.8	-19.4
1,2-dichloroethane	201	165	17.9	84.7	69.5	17.9	37.7	45.1	-19.5
2,4-dimethylpentane	975	792	18.7	390	381	2.37	142	166	-16.9
1,1,1-trichloroethane									
butanol	50.8	36.4	28.4	39.8	36.7	7.83	29.8	31.8	-6.67
benzene	145	130	10.4	72.1	70.1	2.72	37.2	39.3	-5.52
carbon tetrachloride									
1,2-dichloropropane	141	110	22.2	60.3	57.3	4.97	26.1	29.7	-14.0
bromodichloromethane									
trichloroethylene	125	106	15.0	61.8	57.2	7.35	33.4	33.4	0.27
2,2,4-trimethylpentane									
heptane	253	179	29.1	114	104	8.77	54.3	59.7	-10.0
methyl isobutyl ketone	30.7	19.3	37.1	12.5	10.8	13.6	5.11	6.81	-33.2
toluene	53.5	38.8	27.5	48.0	39.6	17.5	41.4	38.1	8.03
dibromochloromethane	16.8	12.5	25.6	9.14	7.91	13.4	6.22	5.29	14.9
butyl acetate	6.02	4.90	18.7	3.15	3.92	-24.7	1.75	3.72	-112.8
octane	29.5	19.8	33.0	16.5	13.4	19.1	11.3	10.8	4.59
tetrachloroethylene	26.0	19.0	27.2	14.5	12.5	13.7	10.5	9.89	5.69
ethyl benzene	5.88	5.99	-1.87	5.05	5.56	-10.1	4.41	5.54	-25.5
m,p-xylene	9.06	14.6	-60.7	8.19	14.7	-79.5	7.40	14.1	-90.2
styrene	9.52	4.83	49.3	7.77	4.72	39.3	6.33	4.47	29.4
o-xylene	3.16	4.05	-28.2	2.88	3.99	-38.6	2.53	3.91	-54.7
nonane	7.62	6.36	16.5	6.43	5.95	7.41	5.41	5.41	-0.06
a-pinene	17.9	15.5	13.1	16.32	13.6	16.5	12.8	12.2	5.01
m,p-ethyltoluene	2.14	1.89	11.7	2.05	1.91	7.14	1.57	1.82	-16.1
1,3,5-trimethylbenzene	1.10	0.60	45.2	1.28	0.67	47.8	1.23	0.70	43.2
o-ethyltoluene	0.67	0.50	25.9	0.66	0.56	15.7	0.53	0.49	6.92
b-pinene	0.95	0.58	38.6	0.69	0.27	60.4	0.40	0.27	31.7
1,2,4-trimethylbenzene	2.89	1.64	43.3	2.50	1.55	38.0	1.97	1.35	31.6
decane	4.36	2.08	52.4	3.72	1.89	49.1	3.10	1.69	45.6
p-dichlorobenzene	1.68	0.33	80.2	1.64	0.34	79.3	1.53	0.55	64.2
1,2,3-trimethylbenzene	0.85	0.30	65.0	0.88	0.38	56.8	0.76	0.32	57.6
limonene	5.64	2.90	48.6	4.70	2.09	55.5	3.63	1.78	51.0
nonanal	7.07	4.14	41.4	7.54	4.92	34.7	8.05	3.69	54.2
Undecane	2.08	0.91	56.3	1.83	0.63	65.6	1.55	0.64	59.0
1,2,4,5-tetramethylbenzene									
decanal									
dodecane									
tridecane									
tetradecane									
pentadecane	0.57	0.34	40.9	1	0	52.2	2	0	100
hexadecane									
TVOC	5126	4151	19.0	2283	2133	6.6	1125	1214	-8