

# 開放型暖房器具使用時の室内空気環境調査（第3報）

## 報告書

### 目 次

1.	はじめに-----	P.3
2.	調査概要-----	P.4
	2. 1 調査項目	
	2. 2 調査方法	
	2. 3 建物概要及び調査居室	
	2. 4 測定方法、測定器具	
3.	調査結果-----	P.6
	3. 1 室内の温湿度	
	3. 2 灯油消費量	
	3. 3 換気量	
	3. 4 揮発性有機化合物（VOC）濃度	
4.	まとめ-----	P.10

### 要 旨

一昨年、昨年に引き続き石油ファンヒーター（開放型暖房器具）使用時における室内空気汚染度の調査を実施した。本年の調査は、石油ファンヒーター（開放型暖房器具）使用時に発生する揮発性有機化合物（VOC）に特に注力し試験を行った。石油ファンヒーター（開放型暖房器具）を使用し、2条件の換気条件（①24時間換気稼働、②24時間換気稼働＋窓開け換気）でデータの収集を行った。結果として24時間換気稼働のみの条件化で石油ファンヒーター（開放型暖房器具）を使用すると化学物質の種類によっては、当協会の推奨する評価値を上回る値であった。石油ファンヒーター（開放型暖房器具）を使用の際、当協会が推奨する評価値を満足させるには24時間換気と窓開け換気の併用が必要であると結論付ける。

2015年4月



日本健康住宅協会

空気環境部会

## 専門委員からのコメント

東 賢一

開放型暖房器具使用時の室内空気質を実空間で調査した3年目の研究成果である。今年度は、開放型石油ファンヒーターから放散される揮発性有機化合物（VOC）に焦点を絞った実験が実施された。実験の結果、石油ファンヒーターの稼働により、ベンゼン、ノナン、デカン、ウンデカン、ドデカン、トリデカンの濃度が上昇し、石油ファンヒーターが排出源であることが明らかとなった。また、トルエン、酢酸エチル、ノルマルヘキサンの濃度も上昇したが、石油ファンヒーターの稼働から少し遅れて徐々に濃度が上昇しており、室温上昇に伴った室内建材からの放散が増大したものと思われた。本研究では、石油ファンヒーターの稼働でどのような物質がどのような原因で発生する可能性があるか把握することができ、貴重なデータが得られたといえる。特に、石油ファンヒーターの稼働によって、総揮発性有機化合物（TVOC）の濃度が稼働直後から厚生労働省の暫定指針値を超過しており、室内空気の汚染源となっていることが明らかとなった。

昨年までの実験から、開放型暖房器具の使用により、二酸化窒素が世界保健機関の室内空気質ガイドラインを大幅に超過することが明らかとなっており、今年度の実験結果からも、居住者への健康影響を防止するうえで適切な換気等の対策が必要である。本研究では、24時間機械換気と3cm程度の窓開け換気の併用で、TVOC濃度が暫定目標値を下回り、適切な室内温度の確保も可能であることも明らかとなった。

今回の実験は冬場の日中であることから、今後は、より外気温度が低下する夜間や寒冷地での対策としても有効かなど、対策として適用可能な範囲を把握し、それぞれの地域や気候に応じた対処方法を提案することが望まれる。

## メンバー

	所属	氏名
専門委員	近畿大学医学部	東 賢一
部会長	株式会社大阪環境技術センター	片家 弘義
副部会長	株式会社MC エバテック	藤井 信太朗
部会員 (順不同)	三菱電機株式会社	青木 裕樹
	住江織物株式会社	大澤 まゆみ
	YKK AP 株式会社	大寺 克昌
	ダイキン工業株式会社	坂本 雅子
	大和ハウス工業株式会社	祖父江 伊吹
	株式会社アクタス	福村 勉
事務局	日本健康住宅協会	安藤 研治

## 1. はじめに

一昨年、昨年に実施した、石油ストーブ、石油ファンヒーター使用時における室内空気の調査は空気汚染度の総合的指標となる二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）等を中心に行った。

本年は石油ファンヒーターから発生する揮発性有機化合物（VOC）の人体への影響度を推し量る為、NPO法人日本健康住宅協会が推奨する、Well・Air・30、厚生労働省が暫定目標値として示している総揮発性有機化合物（T-VOC（トルエン換算値））を用い、健康阻害要因となっていないか確認するとともに換気方法等で簡単に対処しうることが可能か検証した。表1. にWell・Air・30の評価値、表2. に室内空気汚染に係るガイドライン暫定目標値を示す。

表1. Well・Air・30評価値一覧

化学物質名		CAS No.	評価値
類型等	化合物名等		AC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
アルデヒド類	ホルムアルデヒド	50-00-0	100
アルデヒド類	アセトアルデヒド	75-07-0	48
芳香族炭化水素	トルエン	108-88-3	260
芳香族炭化水素	キシレン	1330-20-7	870
芳香族炭化水素	エチルベンゼン	100-41-4	3800
芳香族炭化水素	スチレン	100-42-5	220
芳香族炭化水素	ベンゼン	71-43-2	3
芳香族炭化水素	1,2,4-トリメチルベンゼン	95-63-6	22
芳香族炭化水素	1,2,3-トリメチルベンゼン	526-73-8	90
芳香族炭化水素	1,3,5-トリメチルベンゼン	108-67-8	4.4
アルコール類	1-ブタノール	71-36-3	27
エステル類	酢酸エチル	141-78-6	3000
エステル類	酢酸ブチル	123-86-4	400
ケトン類	メチルエチルケトン	78-93-3	5000
ケトン類	メチルイソブチルケトン	108-10-1	330
ケトン類	アセトン	67-64-1	30000
脂肪族炭化水素	n-ヘキサン	110-54-3	100
脂肪族炭化水素	オクタン	111-65-9	330
脂肪族炭化水素	ノナン	111-84-2	330
脂肪族炭化水素	デカン	124-18-5	330
脂肪族炭化水素	ウンデカン	1120-21-4	330
テルペン類	D-リモネン	138-86-3	10000
テルペン類	$\alpha$ -ピネン	80-56-8	2000
ハロゲン化合物	1,4-ジクロロベンゼン	106-46-7	240
ハロゲン化合物	テトラクロロエチレン	127-18-4	200
ハロゲン化合物	トリクロロエチレン	79-01-6	200
ハロゲン化合物	クロロホルム	67-66-3	18
ハロゲン化合物	1,2-ジクロロエタン	107-06-2	1.6
ハロゲン化合物	1,2-ジクロロプロパン	78-87-5	4
ハロゲン化合物	ジブロモクロロメタン	124-48-1	71

- CAS No.:個々の化学物質に固有の識別番号（Chemical Abstracts Service が登録）
- 国際機関及び諸外国の空气中濃度の基準値や指針値、あるいは有害性評価結果をもとに毒性的知見から導出した値（望ましい値）

表 2. 厚生労働省：室内空気汚染に係るガイドライン暫定目標値

総揮発性有機化合物（T-VOC（トルエン換算値））	400 $\mu$ g/m <sup>3</sup>
---------------------------	----------------------------

## 2. 調査概要

### 2.1 調査項目

- ①室内の温湿度
- ②灯油の使用量
- ③換気回数
- ④発生した揮発性有機化合物（VOC）濃度

### 2.2 調査方法

以下の手順で実施した。

① **8:30～**

24 時間換気システム稼動。

② **9:34～9:44**

室内測定（ブランク測定）。

③ **10:00～12:53**

石油ファンヒーター（開放型燃焼器具）を運転する（22℃設定）。

↓10 分間隔で 5 回、30 分間隔で 4 回の空気採取を行う（計 3 時間）。

④ **13:00～16:00**

24 時間換気と窓開け換気の併用（2 箇所窓を 3 c m 開ける）。

↓10 分間隔で 5 回、30 分間隔で 4 回の空気採取を行う（計 3 時間）。



## 調査状況

### 2.3 建物概要及び調査居室

調査施設の概要を以下に示す。

積水ハウス株式会社 総合住宅研究所内

アネックスラボ 2階 洋室

調査日 平成27年1月19日、平成27年1月20日

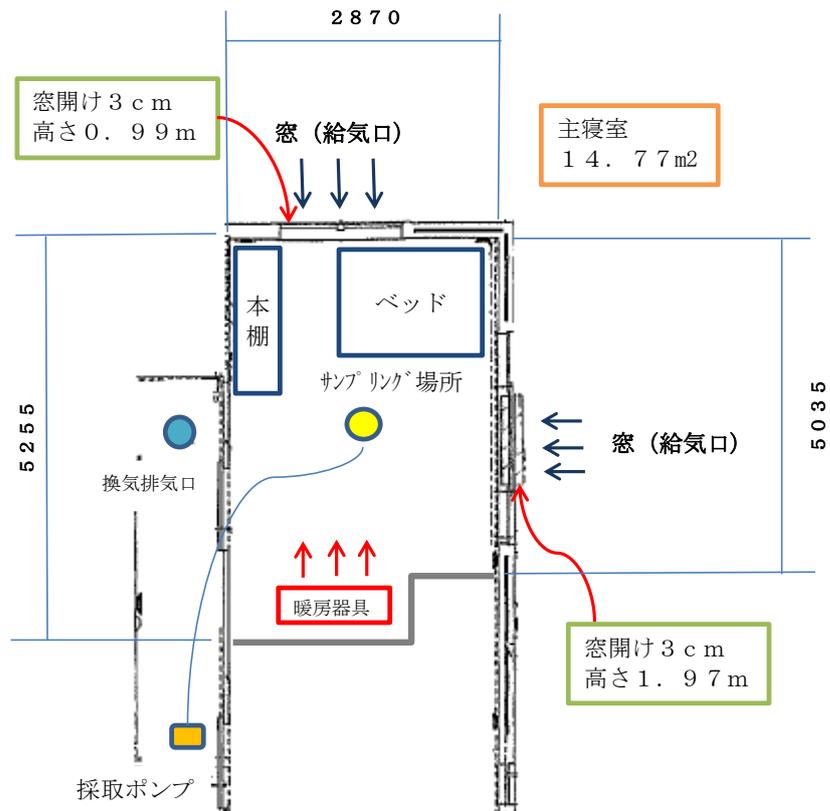


図1. 調査居室状況

### 2.4 測定方法、測定器具

外気、及び室内空気を捕集管に採取ポンプを用いて採取し、ガスクロマトグラフ質量分析計で測定した。捕集器具、測定方法を表3に示す。

表3. 捕集器具、測定方法

捕集器具	シグマアルドリッチジャパン合同会社製 Glass Prepacked ATD Tube
捕集ポンプ	ガステック製GSP-400FT
測定方法	加熱脱着ーガスクロマトグラフー質量分析法
測定器具	アジレントテクノロジー製7890A/5975C

### 3. 調査結果

#### 3.1 室内の温湿度

図2に対象室の温度と湿度の変化を示す。図3に外気温のデータ（気象庁から引用）を示す。快適な温度、湿度を維持できるか、また揮発性有機化合物（VOC）は温度の影響を強く受けるためデータを記録した。石油ファンヒーター（開放型暖房器具）の設定温度22℃に対し26℃まで上昇したが、12:00頃をピークに石油ファンヒーター（開放型暖房器具）の制御機能が働き、それ以上の温度にはならなかった。窓開け時でも外気温の影響はなく、25℃前後と安定していた。湿度は調査開始からは減少傾向にあった。

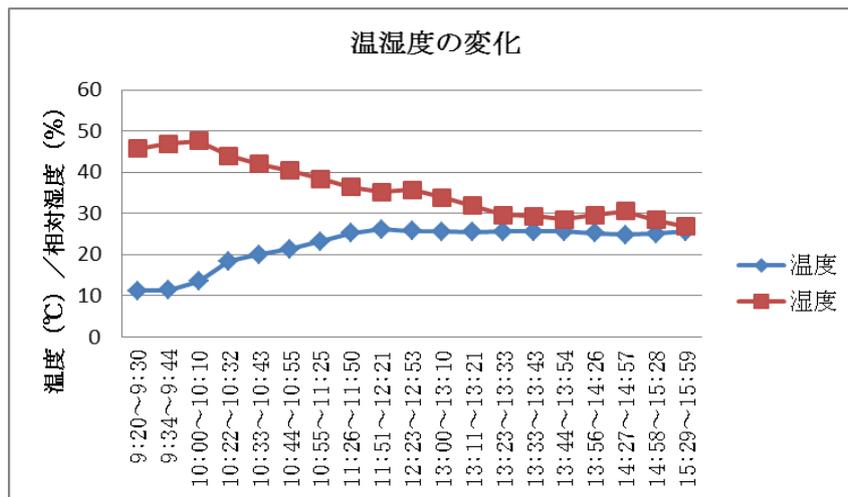


図2. 対象室の温度と湿度の変化

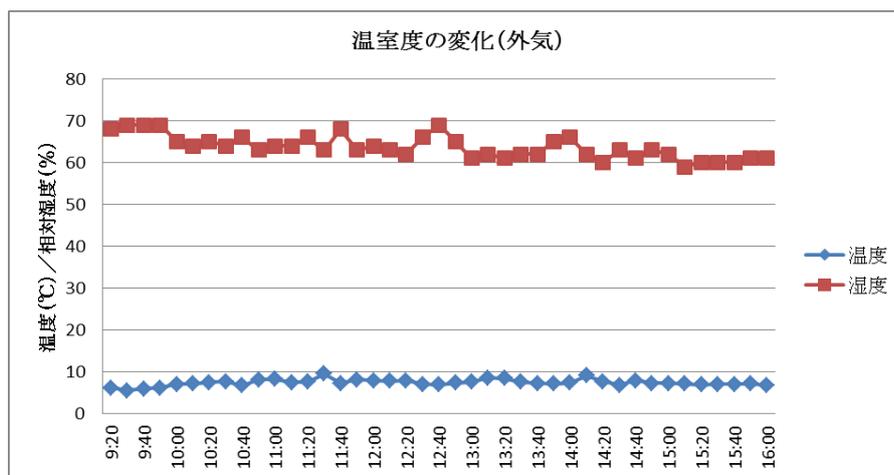


図3. 外気の温度と湿度の変化 (奈良市 気象庁データ)

### 3.2 灯油消費量

石油ファンヒーター（開放型燃焼器具）の灯油消費量の変化を図4に示す。灯油消費量の消費曲線は12：00頃から緩やかになる（10：00～12：00と12：00～16：00を比較する消費量は38%ダウン）。これは室内の温度が安定したため、石油ファンヒーター（開放型燃焼器具）の出力が抑えられたためだと考えられる。時間的に外気温度が上がっている影響もある。また窓開け3cm実施し、換気量が約5倍になっても灯油消費量は増加しない結果となった。

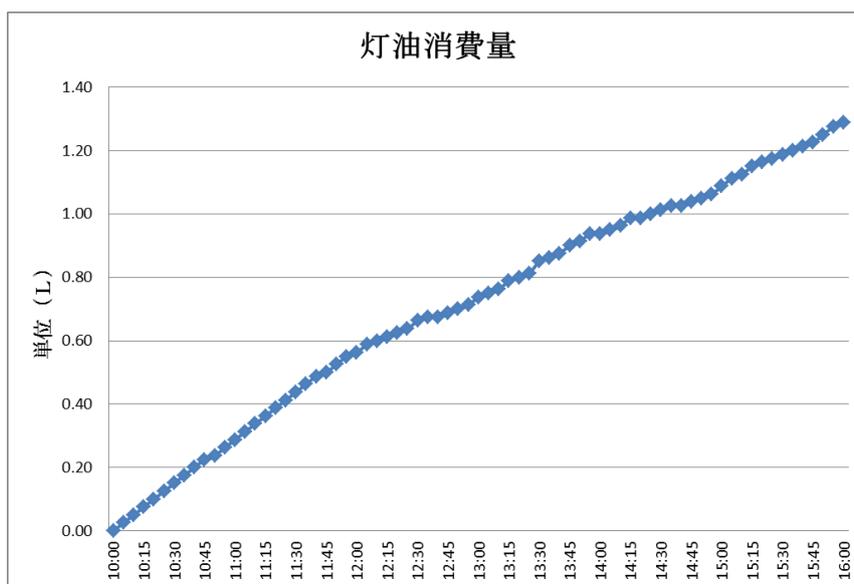


図4. 灯油消費量

### 3.3 換気量

濃度測定結果を図5に、減衰曲線より求めた換気量を表4に示す。事前に調査居室の換気回数をトレーサーガス減衰法を用いて調査した。CO<sub>2</sub>ガスを対象室内に放散させて扇風機で攪拌し、CO<sub>2</sub>濃度を1分ごとに測定し減衰曲線より求めた。条件は「自然換気（24時間換気なし）」と「機械換気（24時間換気あり）」と「機械換気（24時間換気あり）+窓開け換気」の3条件とした（ただしトイレの局所換気は連続運転している）。自然換気だけの換気回数は1.1回/時であった。調査した建物の換気システムがハイブリッド換気（自然換気と機械換気のシステムの併用）となっており、外気温が低く、室内温度が高いと温度差の影響を強く受けて自然換気量が多くなる。また自然換気が多いと機械換気は作動しない。そのため機械換気稼動時の換気回数は自然換気時と大差はない結果となった。

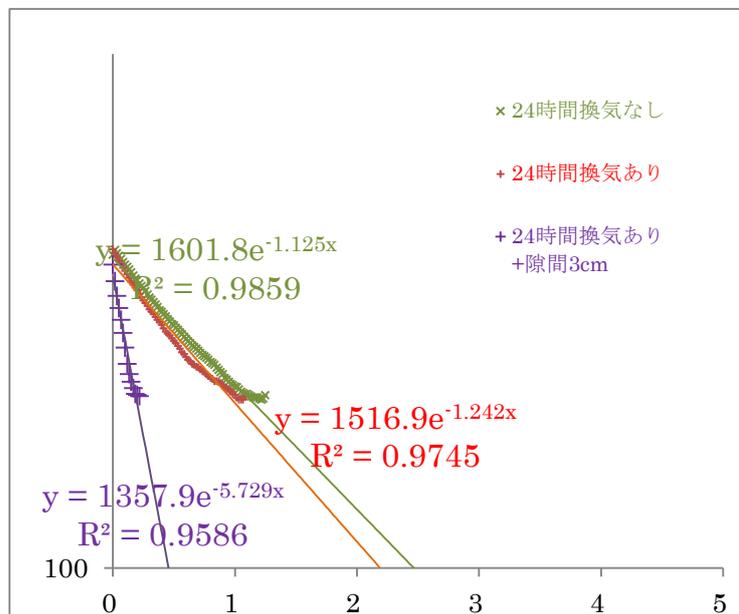


図5. CO<sub>2</sub>ガス濃度測定結果

表4. 換気回数と換気量

対象室容積	36.3 [m <sup>3</sup> ]	
	換気回数 [回/時]	換気量 [m <sup>3</sup> /時]
24時間換気なし	1.13	40.8
24時間換気あり	1.24	45.1
24時間換気あり+隙間3cm	5.73	208.0

### 3.4 揮発性有機化合物（VOC）濃度

開放型暖房器具の選定に当たっては、石油ファンヒーターからの揮発性有機化合物（VOC）の発生量が多い（シックハウス診断士 受験テキスト（下））ワーストケースとして石油ファンヒーターを選定して行った。

揮発性有機化合物（VOC）の濃度一覧を表5に示す。検出された物質を図6に示す。検出物質の濃度変化を図7、8に示す。

表6より、24時間換気稼動時の総揮発性有機化合物（T-VOC（トルエン換算））は暫定目標値の400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える値であり、窓開け10分経過後には暫定目標値以下となった。石油ファンヒーター（開放型燃焼器具）稼動前と稼動後を比較したところ、ベンゼン、ノナン、デカン、ウンデカン、ドデカン、トリデカンが検出された。これらの物質は石油ファンヒーター（開放型燃焼器具）稼動時に排出される物質であることがわかる。

表5. 揮発性有機化合物（VOC）濃度一覧

		単位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$											
	測定時間	トルエン	アセトン	酢酸エチル	ヘキサン	ベンゼン	ヘプタン	ノナン	デカン	ウンデカン	ドデカン	トリデカン	T-VOC
外気	13:23~13:53	<5	6	<5	<5	2	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<40
ブランク測定	9:34~9:44	8	13	8	<5	<1	16	<5	<5	<5	<5	<5	78
24時間換気あり	10:00~10:10	8	24	11	<5	2	10	9	22	26	24	<5	530
	10:10~10:20	7	18	10	<5	2	8	9	19	31	35	17	570
	10:22~10:32	8	19	8	5	2	8	7	20	34	41	19	640
	10:33~10:43	7	18	7	<5	2	8	9	25	37	49	35	690
	10:44~10:55	8	14	10	<5	2	8	9	20	36	52	39	740
	10:55~11:25	10	28	22	7	2	16	8	18	21	24	17	510
	11:26~11:50	11	13	14	<5	2	11	8	17	23	30	22	540
	11:51~12:21	12	10	14	<5	2	12	8	13	19	26	19	530
12:23~12:53	12	29	24	9	2	10	8	15	18	20	19	490	
24時間換気あり 2箇所3cm窓開け	13:00~13:10	10	22	12	7	2	<5	7	12	18	27	31	500
	13:11~13:21	9	17	10	<5	2	<5	6	10	16	21	23	380
	13:23~13:33	8	11	8	<5	2	<5	<5	6	10	16	18	320
	13:33~13:43	8	14	9	5	2	<5	<5	<5	12	14	16	290
	13:44~13:54	7	15	<5	4	2	<5	<5	<5	9	14	13	250
	13:56~14:26	8	24	5	<5	2	<5	<5	5	11	12	10	260
	14:27~14:57	7	12	<5	<5	2	<5	5	6	9	11	7	260
	14:58~15:28	7	43	20	6	2	<5	<5	<5	9	11	10	240
15:29~15:59	8	25	11	<5	2	<5	<5	<5	8	7	5	190	
定量下限値		5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	40
評価値および基準値		260	30000	3000	100	3	—	330	330	330	—	—	400

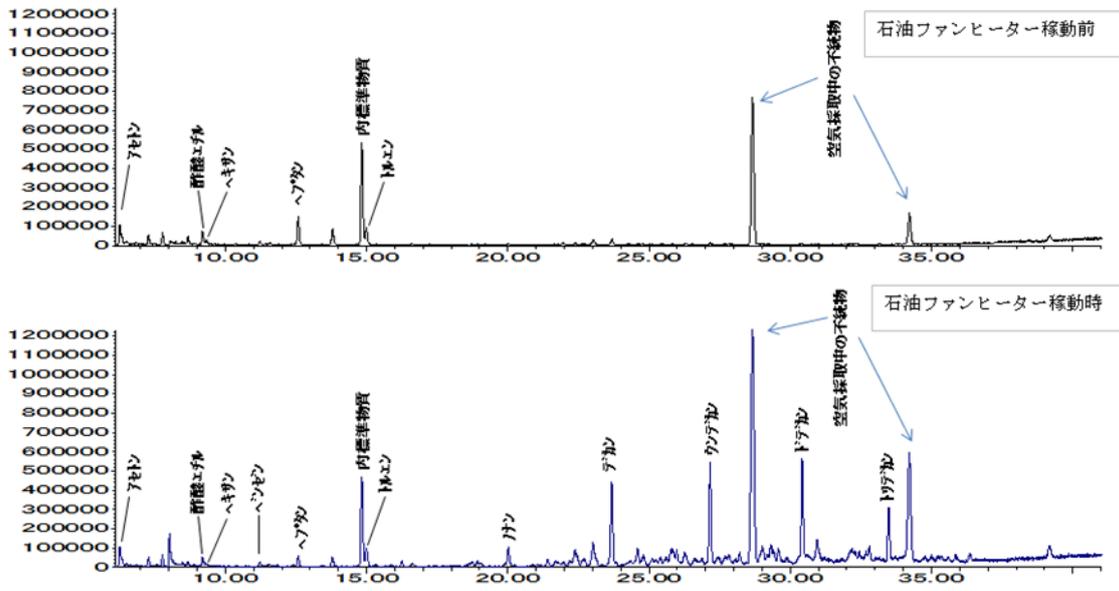


図6. 検出物質

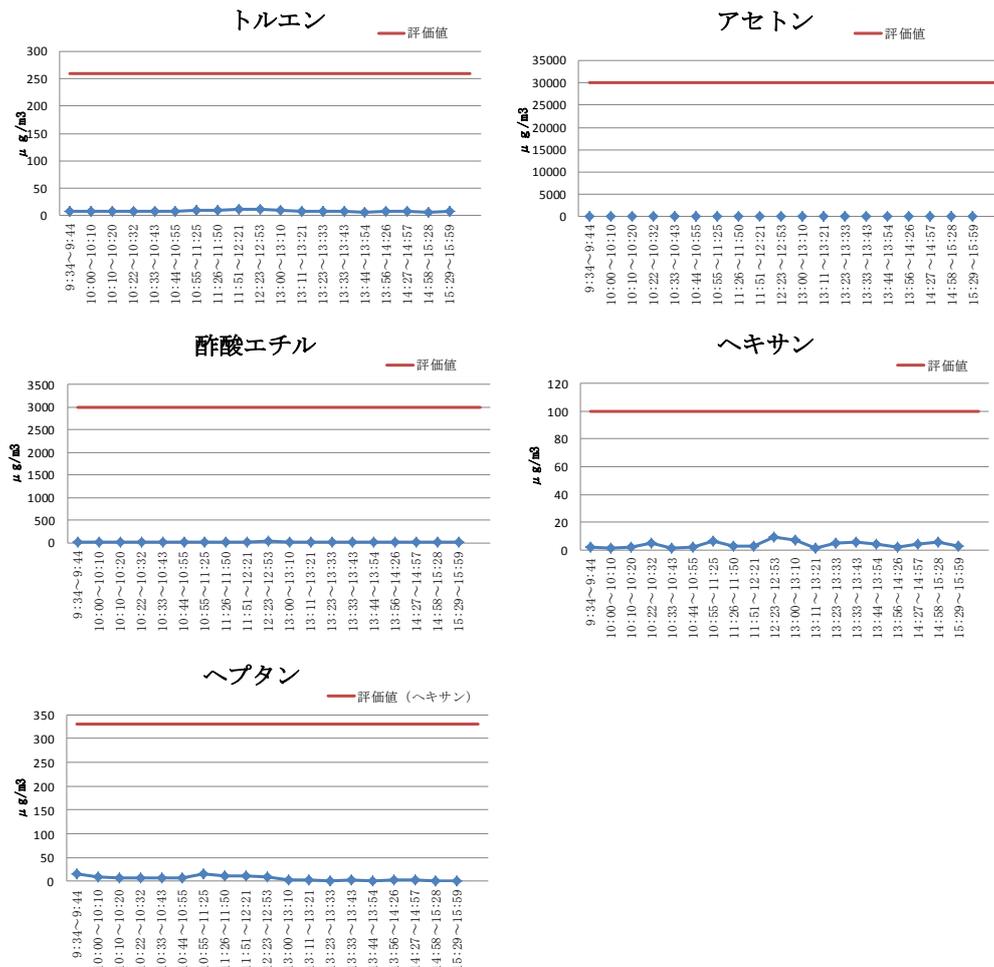


図7. 検出物質の濃度変化1

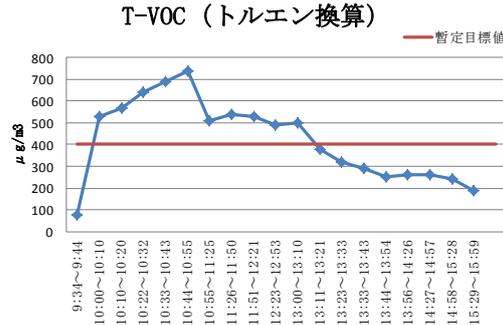
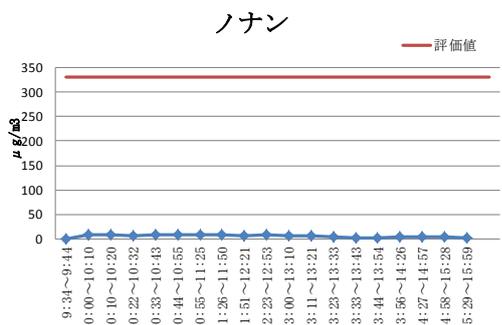
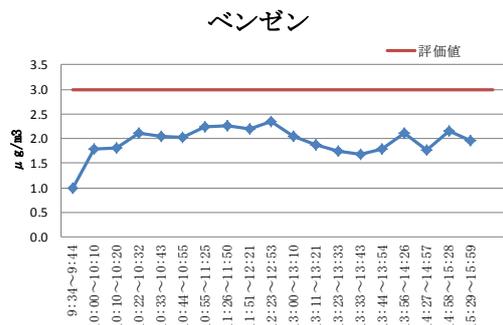


図8. 検出物質の濃度変化2

#### 4. まとめ

今回の測定結果より、24時間換気の稼働のみの条件である総揮発性有機化合物（T-VOC（トルエン換算））の値が当協会の推奨する評価値を上回る値であった。しかし24時間換気と3cm程度の窓開け（2カ所）を行うことで十分な換気量が得られ、総揮発性有機化合物（T-VOC（トルエン換算））の値が当協会の推奨する評価値を下回ることが確認できた。また、24時間換気と3cm程度の窓開け（2カ所）の条件化であっても室内の温度が大きく下がることがないことも確認でき、灯油の消費量も変わらないことを確認できた。調査を実施するまで窓を開けた状態で石油ファンヒーター（開放型燃焼器具）を使用すると「室内の化学物質の濃度は下がる」「室内の温度があがらない」「灯油の消費が増加する」という印象をもっていた。しかし今までの調査を総括すると「室内の化学物質の濃度は下がる」「室内の温度変化はない」「灯油の消費量は変わらない」ということが分かった。このことより石油ファンヒーター（開放型燃焼器具）を使用する際、機械換気と窓開け換気の使用を推奨していきたいと考える。