

結果報告書

眞田巧様邸

分析の結果を下記のとおり御報告致します。

計量証明事業登録 愛媛県 第環 14 号 特定計量証明事業登録 愛媛県 第環 42 号 特定計量証明事業者 認定番号 N-0131-01 作業環境測定機関 登録番号 38-15	報告書承認者 三木芳恵 
事業者: 三浦工業株式会社 愛媛県松山市堀江町 7 番地 事業所: 三浦環境科学研究所 愛媛県松山市北条辻 864 番地 〒799-2430 電話: 089-960-2350 フaxシミリ: 089-960-2351	

試料情報

測定場所(住所) : リビング(愛媛県松山市久米塙田町 958-1)
 業務名 : エアみる法による室内空気測定業務
 試料採取日時 : 2025年10月2日 15:00 ~ 2025年10月3日 19:00
 試料受付日 : 2025年10月14日
 検体番号 : C59608001A
 採取者 : 有限会社 アーキテクト工房 Pure 正岡遼平
 受付方法 : 持ち込み

方法

サンプリング : 拡散式固相吸着法
 測定 : ガスクロマトグラフ質量分析法

結果(TVOC(総揮発性有機化合物))

No.	対象	結果	下限値	単位
1	TVOC	920	40	μg/m ³

備考

結果は、沸点 69~280°C の VOC(揮発性有機化合物) を対象にし、トルエン換算によって求めた。
ただし、室内空气中に存在する全ての VOC が含まれるわけではない。

結果(指針値物質)

No.	対象	結果	下限値	単位
1	トルエン	< 20	20	μg/m ³
2	キシレン	< 20	20	μg/m ³
3	エチルベンゼン	< 30	30	μg/m ³
4	スチレン	< 20	20	μg/m ³
5	パラジクロロベンゼン	< 20	20	μg/m ³
6	テトラデカン	< 30	30	μg/m ³

《参考》

TVOC(総揮発性有機化合物)について

TVOCとは、空気中のVOCの総和であり、空気質の汚れを表します。また、TVOCには、接着剤、防腐剤、塗料などの人為的(汚染)原因の他、木材等の天然由来の成分も含まれます。

ただし、TVOCには、空気中の全てのVOCが含まれるわけではありません。

また、令和7年医薬発0117第1号において、TVOCの暫定目標値は $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ となっています。TVOC暫定目標値は、室内空気質の個別の揮発性有機化合物(VOC)を総合的に考慮した目安として利用されることが期待されますが、毒性学的知見から決定したものではなく、含まれる物質の全てに健康影響が懸念されるわけではありません。

室内濃度指針値について

室内濃度指針値とは、現時点で入手可能な毒性に係る科学的知見から、人がその濃度の空気を一生涯にわたって摂取しても、健康への有害な影響は受けないと判断される値を算出したものです。

指針値

No.	対象	指針値	単位
1	トルエン	260	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
2	キシレン	200	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
3	エチルベンゼン	370	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
4	スチレン	220	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
5	パラジクロロベンゼン	240	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
6	テトラデカン	330	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
7	ホルムアルデヒド	100	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
8	アセトアルデヒド	48	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
9	クロルピリホス	1	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
10	フェノブカルブ	33	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
11	ダイアジノン	0.29	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
12	フタル酸ジ-n-ブチル	17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
13	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	100	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

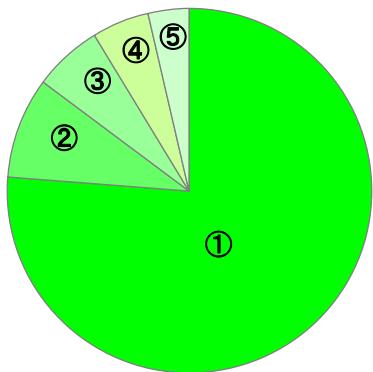
備考

指針値は令和7年1月17日医薬発0117第1号による。

真田巧様邸
採取者 有限会社 アーキテクト工房Pure 正岡遼平
試料採取日時 2025年10月2日 15:00 ~ 2025年10月3日 19:00
測定場所(住所) リビング(愛媛県松山市久米窪田町958-1)

室内から検出された物質

上位5成分の内訳



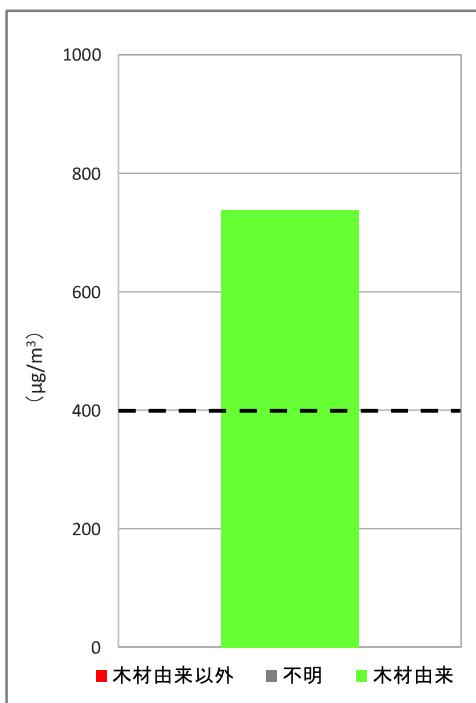
TVOC濃度
($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 920

検出された上位5成分

番号	物質名※	建築での使用例 ¹⁾²⁾³⁾⁷⁾
①	α -ピネン	木材
②	カラメネン	木材
③	α -ムウロレン	木材
④	3-カレン	木材
⑤	D-リモネン	木材

※物質名は「NIST質量スペクトルデータベース」との照合による推定である

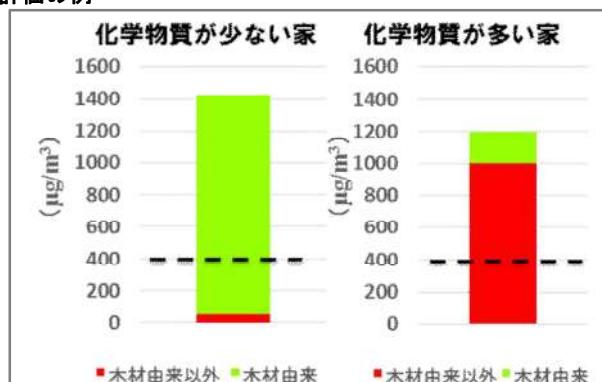
影響評価



・評価の見方

左図は、検出された上位5成分を木材由来の成分、木材由来以外の成分、不明に分けて示しています。空気中のTVOC濃度は、400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下が望ましいとされております(これを暫定目標値といいます⁴⁾)。木造住宅では、塗料や接着剤などの成分の他に木材から発生する成分が多く含まれます。

・評価の例



室内濃度指針値物質濃度

健康影響評価(指針値物質の濃度)

	建築での 使用例	評価	指針値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
トルエン	溶剤	○	260
キシレン	溶剤	○	200
エチルベンゼン	溶剤	○	370
スチレン	溶剤	○	220
パラジクロロベンゼン	防虫剤 芳香剤	○	240
テトラデカン	溶剤	○	330

用語解説

室内濃度指針値	毒性に係る科学的知見から、ヒトがその濃度の空気を一生涯にわたって摂取しても、健康への有害な影響は受けないと判断される値を算出したもの ⁴⁾
TVOC	空気中に気体で存在する有機化合物の総和をTVOCと呼びます。TVOCには、接着剤、防腐剤、塗料などの人為的(汚染)原因の他、木材等の天然由来成分も含まれます。ただし、TVOCには、空気中の全ての有機化合物が含まれるわけではありません。
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ は、空気中に含まれる物質の割合を示します。1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ は、六畳の部屋(25m^3)に、0.000025gの化学物質が含まれることになります。東京ドーム(124万m^3)の空気中では約1g(1円玉1枚分の重量)の化学物質が含まれることを表しています。
木材由来の成分	森林大気中の木材由来の成分の濃度は多くても約5500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下 ²⁾ 、森林中の α -ピネンは20~200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度であるといわれております ⁵⁾ 。またドイツでは新築時の室内の α -ピネン濃度の指針値を2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ としています。 ⁶⁾

次の書籍を参考としました

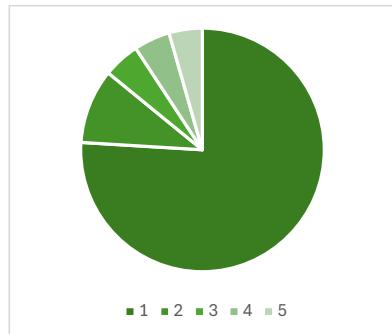
- 1) 東他(2006), 建築に使われる化学物質辞典, 風土社
- 2) 谷田貝光克(1991), 樹木揮発性微量成分の化学と効用, 木材学会誌, 37, 583~589, α -ピネン濃度に換算
- 3) 塔村真一郎他, 木質建材から放散される揮発性有機化合物の評価と快適性増進効果の解明 (独)森林総合研究所
- 4) 指針値は令和7年1月17日医薬発0117第1号による
- 5) 谷田貝光克, 大平辰朗, 雲林院源治, A.K. アジゾール, 林良興, 大原誠資(1988), 樹木が放出するテルペニン類(第2報)森林大気中テルペニン類, 木材学会誌, 34, 42~47
- 6) ドイツ連邦環境庁, http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/bilder/dateien/0_ausschuss_fuer_innenraumrichtwerte.empfehlungen_und_richtwerte20160309_en.pdf
- 7) 厚生労働省医薬・生活衛生局企画課化学物質安全対策室, 第20回シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会 配布資料1-1
- 8) 森林総合研究所, 交付金プロジェクト研究 成果集5 木質建材から拡散される揮発性有機化合物の評価と快適性増進効果の解明

室内空気の主成分調査結果

眞田巧様邸

住所 リビング（愛媛県松山市久米窪田町958-1）

1. 空気中の構成成分比率（上位5物質※1）



円グラフの配色

緑系	木材由来
赤系	木材由来以外（石油由来）
灰色系	不明（※2）

【総合評価】※3



室内空気が自然素材由來の化学物質で構成され、良好な空気質を反映しています。

【下の表中で特に注意が必要な物質】

該当成分無し

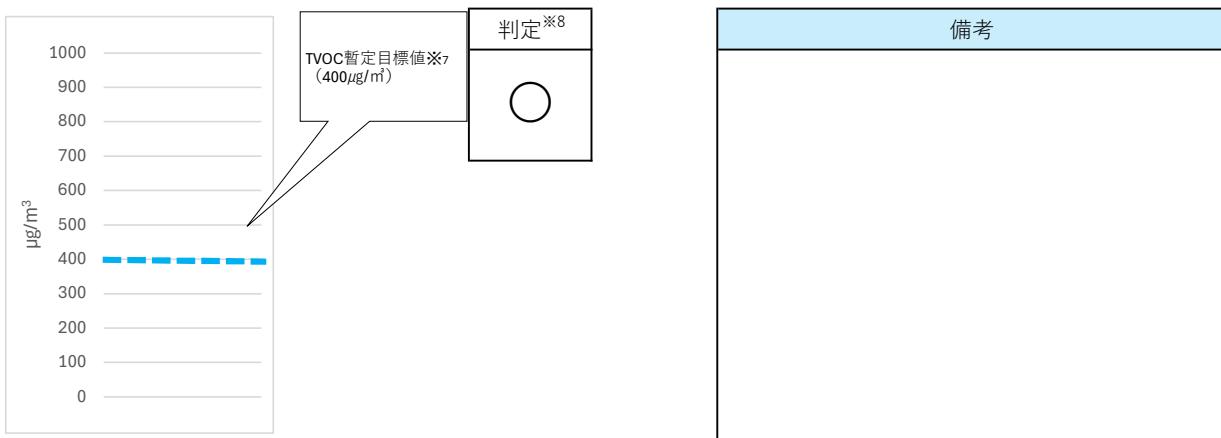
2. 空気中の構成成分濃度※4

（濃度40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の成分は影響なしと判断しています。）

No.	物質名	濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	建築での使用例※5、備考
1	α -ピネン	550	木材
2	カラメネン	72	木材
3	α -ムロレン	35	木材
4	3-カレン	35	木材
5	D-リモネン	32	木材からの発生が主（塗料・ワックスなどに含まれる場合もある）

「エアミー」※6を使用した最新の空気測定技術により、室内空気中の124種類以上の化学物質を測定し、室内空気中に存在する主な成分を見る化します。自然素材の住宅では、主成分として自然由来の成分が検出されることが多いですが、接着剤や塗料が使用されている場合は、それらの成分も検出されます。上に示した表に、今回の測定で検出された主な成分を示します。以下には木材由来成分以外の成分の総量を示します。

3. 木材由来成分以外の化学物質の検出量



補足資料3 (TVOC濃度解析の備考)

- ※1 空気測定で最も検出量が多かった5つの化学物質の解析結果です。
- ※2 木材やそれ以外のものにも含まれる物質や、用途が限定できない物質は不明としています。
- ※3 評価基準 木材由来成分の割合80%以上：◎、50%以上：○、50%以下：△。TVOC濃度が $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の場合は◎（ただし不明は除いて評価）
- ※4 室内から検出された主要5成分です。濃度が $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の場合は影響なしと判断します。
- ※5 東賢一, 他『建築に使われる化学物質事典』(風土社、2006年)を参考にしています。
- ※6 エアミルは三浦工業社製の空気測定の捕集キットです。
- ※7 一般的な既存住宅の平均的な空気の汚れ具合は厚生労働省の暫定目標値として $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であると考えられております。既存住宅よりも化学物質の濃度が高い状態にある新築住宅において石油由来成分がこの暫定目標値を下回ることは、石油由来の化学物質が特に少ない状態を示していることになります。なお、暫定目標値は、毒性学的知見から決定したものではなく、含まれる物質の全てに健康影響が懸念されるわけではありません。
- ※8 ○：溶剤や接着剤などの石油由来成分が暫定目標値 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回る状態
△：溶剤や接着剤などの石油由来成分が暫定目標値 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回る状態

よくある質問

Q1. α -ピネンの数値が大きいのですが、問題ないのでしょうか。

A. α -ピネンは新築時の木造住宅において高濃度で検出される木材由来の成分です。日本では特定の基準値は設定されていませんが、ドイツでは新築時の α -ピネンに対するガイドライン値として $2000\mu\text{g}/\text{m}^3$ が設定されています。ただし、この濃度を超える場合でも快適に過ごされている方が多く、健康への有害性は明らかにされていません。気になる場合は定期的な換気が推奨されます。

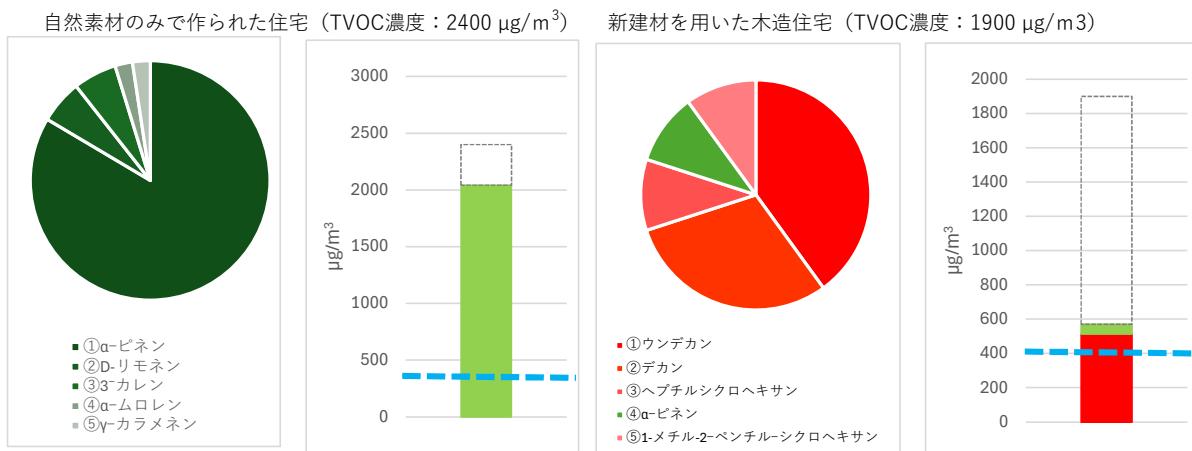
Q2. 濃度の単位「 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 」とはどのくらいの量ですか。

A. $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ は、6畳の部屋（ 25m^3 ）に 0.000025 g の化学物質が含まれていることになります。

東京ドームの空気中では約 1 g 、つまり1円玉1枚分の重量に相当します。

Q3. 自然素材のみで作られた住宅と、新建材を使って建てられた住宅の比較データはありますか？

A. 以下が比較データです。建材が空気の質を決めているのが明らかです。



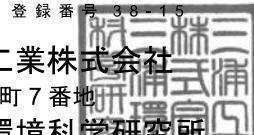
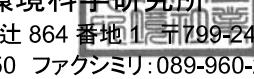
棒グラフ緑色：木材由来成分、赤色：木材由来以外の成分、点線部分：TVOCを構成する上位5成分以外の成分

※石坂ら：室内空气中総揮発性有機化合物（TVOC）測定用パッシブサンプラーの開発研究, 環境化学, Vol.28, No.1, pp.9-17(2018)Fig. 7より引用し作成

結果報告書

福田俊介様邸

分析の結果を下記のとおり御報告致します。

計量証明事業登録 感度 14 号 特定計量証明事業登録 感度 42 号 特定計量証明事業者 認定番号 N-0131-01 作業環境測定機関 登録番号 38-15 事業者:三浦工業株式会社  事業所:三浦環境科学研究所  感度県松山市北条辻 864 番地 1 TEL: 089-960-2350 電話: 089-960-2350 フax: 089-960-2351	報告書承認者 三木芳恵 
--	---

試料情報

測定場所(住所)	:リビング(愛媛県松山市善應寺甲 90 番)
業務名	:エアミル法による室内空気測定業務
試料採取日時	:2025年4月15日 15:33 ~ 2025年4月16日 16:49
試料受付日	:2025年4月22日
検体番号	:C53693001A
採取者	:有限会社 アーキテクト工房 Pure 正岡
受付方法	:持ち込み

方法

サンプリング	:拡散式固相吸着法
測定	:ガスクロマトグラフ質量分析法

結果(TVOC(総揮発性有機化合物))

No.	対象	結果	下限値	単位
1	TVOC	460	40	μg/m ³

備考

結果は、沸点 69~280°C の VOC(揮発性有機化合物) を対象にし、トルエン換算によって求めた。
ただし、室内空气中に存在する全ての VOC が含まれるわけではない。

結果(指針値物質)

No.	対象	結果	下限値	単位
1	トルエン	< 20	20	μg/m ³
2	キシレン	< 20	20	μg/m ³
3	エチルベンゼン	< 30	30	μg/m ³
4	スチレン	< 20	20	μg/m ³
5	パラジクロロベンゼン	< 20	20	μg/m ³
6	テトラデカン	< 30	30	μg/m ³

《参考》

TVOC(総揮発性有機化合物)について

TVOCとは、空気中のVOCの総和であり、空気質の汚れを表します。また、TVOCには、接着剤、防腐剤、塗料などの人為的(汚染)原因の他、木材等の天然由来の成分も含まれます。

ただし、TVOCには、空気中の全てのVOCが含まれるわけではありません。

また、令和7年医薬発0117第1号において、TVOCの暫定目標値は $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ となっています。TVOC暫定目標値は、室内空気質の個別の揮発性有機化合物(VOC)を総合的に考慮した目安として利用されることが期待されますが、毒性学的知見から決定したものではなく、含まれる物質の全てに健康影響が懸念されるわけではありません。

室内濃度指針値について

室内濃度指針値とは、現時点で入手可能な毒性に係る科学的知見から、人がその濃度の空気を一生涯にわたって摂取しても、健康への有害な影響は受けないと判断される値を算出したものです。

指針値

No.	対象	指針値	単位
1	トルエン	260	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
2	キシレン	200	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
3	エチルベンゼン	370	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
4	スチレン	220	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
5	パラジクロロベンゼン	240	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
6	テトラデカン	330	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
7	ホルムアルデヒド	100	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
8	アセトアルデヒド	48	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
9	クロルピリホス	1	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
10	フェノブカルブ	33	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
11	ダイアジノン	0.29	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
12	フタル酸ジ-n-ブチル	17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
13	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	100	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

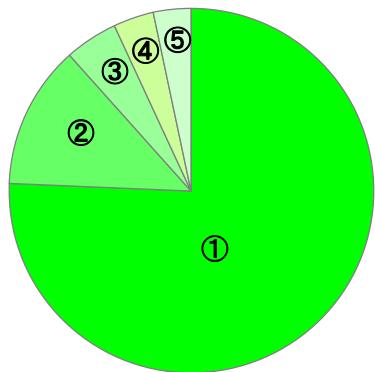
備考

指針値は令和7年1月17日医薬発0117第1号による。

福田俊介様邸
採取者 有限会社 アーキテクト工房Pure 正岡
試料採取日時 2025年4月15日 15:33 ~ 2025年4月16日 16:49
測定場所(住所) リビング(愛媛県松山市善応寺甲90番)

室内から検出された物質

上位5成分の内訳



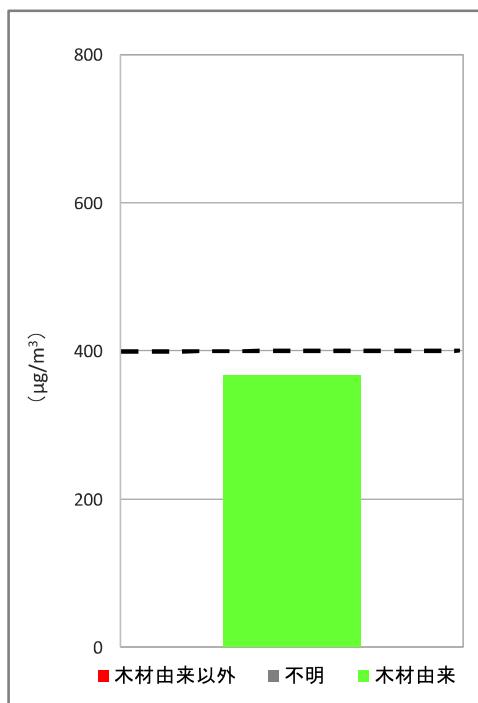
検出された上位5成分

番号	物質名※	建築での使用例 ¹⁾²⁾³⁾⁷⁾
①	α -ピネン	木材
②	3-カレン	木材
③	カラメネン	木材
④	β -ピネン	木材
⑤	α -ムウロレン	木材

※物質名は「NIST質量スペクトルデータベース」との照合による推定である

TVOC濃度
($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 460

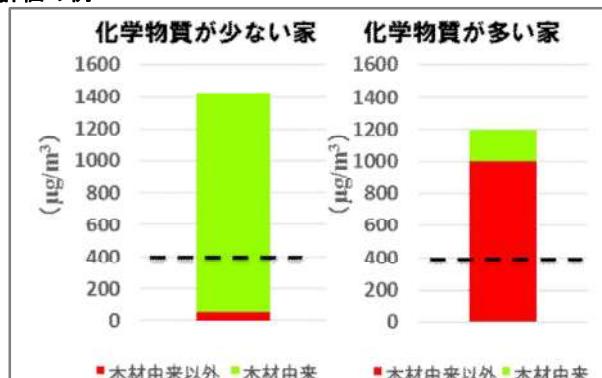
影響評価



・評価の見方

左図は、検出された上位5成分を木材由来の成分、木材由来以外の成分、不明に分けて示しています。空気中のTVOC濃度は、400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下が望ましいとされております(これを暫定目標値といいます⁴⁾)。木造住宅では、塗料や接着剤などの成分の他に木材から発生する成分が多く含まれます。

・評価の例



室内濃度指針値物質濃度

健康影響評価(指針値物質の濃度)

	建築での 使用例	評価	指針値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
トルエン	溶剤	○	260
キシレン	溶剤	○	200
エチルベンゼン	溶剤	○	370
スチレン	溶剤	○	220
パラジクロロベンゼン	防虫剤 芳香剤	○	240
テトラデカン	溶剤	○	330

用語解説

室内濃度指針値	毒性に係る科学的知見から、ヒトがその濃度の空気を一生涯にわたって摂取しても、健康への有害な影響は受けないと判断される値を算出したもの ⁴⁾
TVOC	空気中に気体で存在する有機化合物の総和をTVOCと呼びます。TVOCには、接着剤、防腐剤、塗料などの人為的(汚染)原因の他、木材等の天然由来成分も含まれます。ただし、TVOCには、空気中の全ての有機化合物が含まれるわけではありません。
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ は、空気中に含まれる物質の割合を示します。1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ は、六畳の部屋(25 m^3)に、0.000025gの化学物質が含まれることになります。東京ドーム(124万 m^3)の空気中では約1g(1円玉1枚分の重量)の化学物質が含まれることを表しています。
木材由来の成分	森林大気中の木材由来の成分の濃度は多くても約5500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下 ²⁾ 、森林中の α -ピネンは20~200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度であるといわれております ⁵⁾ 。またドイツでは新築時の室内の α -ピネン濃度の指針値を2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ としています。 ⁶⁾

次の書籍を参考としました

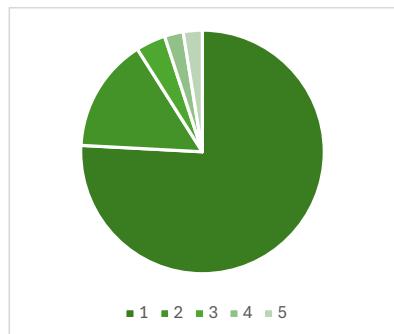
- 1) 東他(2006), 建築に使われる化学物質辞典, 風土社
- 2) 谷田貝光克(1991), 樹木揮発性微量成分の化学と効用, 木材学会誌, 37, 583-589, α -ピネン濃度に換算
- 3) 塔村真一郎他. 木質建材から放散される揮発性有機化合物の評価と快適性増進効果の解明 (独)森林総合研究所
- 4) 指針値は令和7年1月17日医薬発0117第1号による
- 5) 谷田貝光克, 大平辰朗, 雲林院源治, A.K. アジゾール, 林良興, 大原誠資(1988), 樹木が放出するテルペニ類(第2報)森林大気中テルペニ類, 木材学会誌, 34, 42-47
- 6) ドイツ連邦環境庁, http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/bilder/dateien/0_ausschuss_fuer_innenraumrichtwerte_empfehlungen_und_richtwerte20160309_en.pdf
- 7) 厚生労働省医薬・生活衛生局企画課化学物質安全対策室, 第20回シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会 配布資料1-1
- 8) 森林総合研究所, 交付金プロジェクト研究 成果集5 木質建材から拡散される揮発性有機化合物の評価と快適性増進効果の

室内空気の主成分調査結果

福田俊介様邸

住所 リビング（愛媛県松山市善応寺甲90番）

1.空気中の構成成分比率（上位5物質^{※1}）



円グラフの配色

緑系	木材由来
赤系	木材由来以外（石油由来）
灰色系	不明（※2）

【総合評価】^{※3}



室内空気が自然素材由來の化学物質で構成され、良好な空気質を反映しています。

【下の表中で特に注意が必要な物質】

該当成分無し

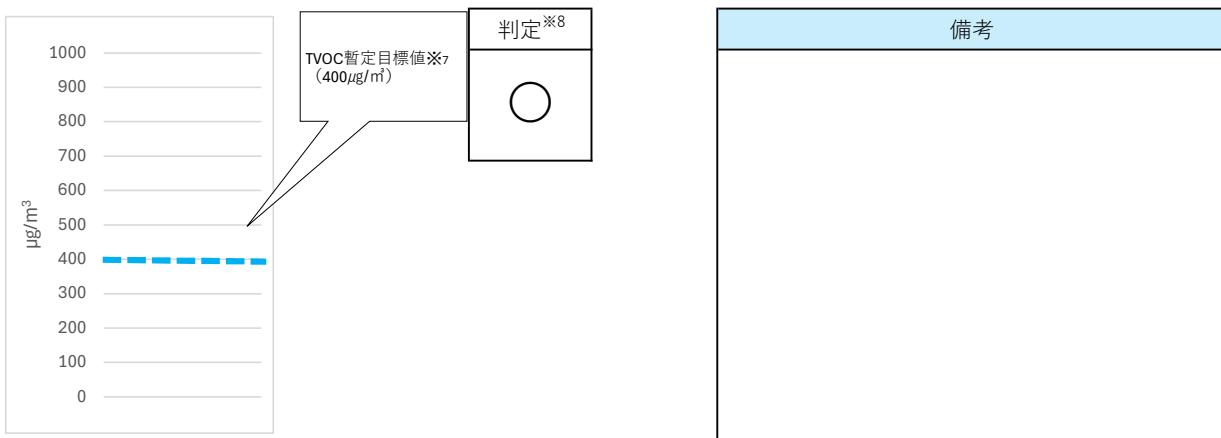
2.空気中の構成成分濃度^{※4}

（濃度40 µg/m³以下の成分は影響なしと判断しています。）

No.	物質名	濃度 (µg/m ³)	建築での使用例 ^{※5} 、備考
1	α -ピネン	270	木材
2	3-カレン	54	木材
3	カラメネン	14	木材
4	β -ピネン	9	木材
5	α -ムクロレン	9	木材

「エアミー」^{※6}を使用した最新の空気測定技術により、室内空気中の124種類以上の化学物質を測定し、室内空気中に存在する主な成分を見る化します。自然素材の住宅では、主成分として自然由来の成分が検出されることが多いですが、接着剤や塗料が使用されている場合は、それらの成分も検出されます。上に示した表に、今回の測定で検出された主な成分を示します。以下には木材由来成分以外の成分の総量を示します。

3.木材由来成分以外の化学物質の検出量



補足資料3 (TVOC濃度解析の備考)

- ※1 空気測定で最も検出量が多かった5つの化学物質の解析結果です。
- ※2 木材やそれ以外のものにも含まれる物質や、用途が限定できない物質は不明としています。
- ※3 評価基準 木材由来成分の割合80%以上：◎、50%以上：○、50%以下：△。TVOC濃度が $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の場合は◎（ただし不明は除いて評価）
- ※4 室内から検出された主要5成分です。濃度が $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の場合は影響なしと判断します。
- ※5 東賢一, 他『建築に使われる化学物質事典』(風土社、2006年)を参考にしています。
- ※6 エアミルは三浦工業社製の空気測定の捕集キットです。
- ※7 一般的な既存住宅の平均的な空気の汚れ具合は厚生労働省の暫定目標値として $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であると考えられております。既存住宅よりも化学物質の濃度が高い状態にある新築住宅において石油由来成分がこの暫定目標値を下回ることは、石油由来の化学物質が特に少ない状態を示していることになります。なお、暫定目標値は、毒性学的知見から決定したものではなく、含まれる物質の全てに健康影響が懸念されるわけではありません。
- ※8 ○：溶剤や接着剤などの石油由来成分が暫定目標値 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回る状態
△：溶剤や接着剤などの石油由来成分が暫定目標値 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回る状態

よくある質問

Q1. α -ピネンの数値が大きいのですが、問題ないのでしょうか。

A. α -ピネンは新築時の木造住宅において高濃度で検出される木材由来の成分です。日本では特定の基準値は設定されていませんが、ドイツでは新築時の α -ピネンに対するガイドライン値として $2000\mu\text{g}/\text{m}^3$ が設定されています。ただし、この濃度を超える場合でも快適に過ごされている方が多く、健康への有害性は明らかにされていません。気になる場合は定期的な換気が推奨されます。

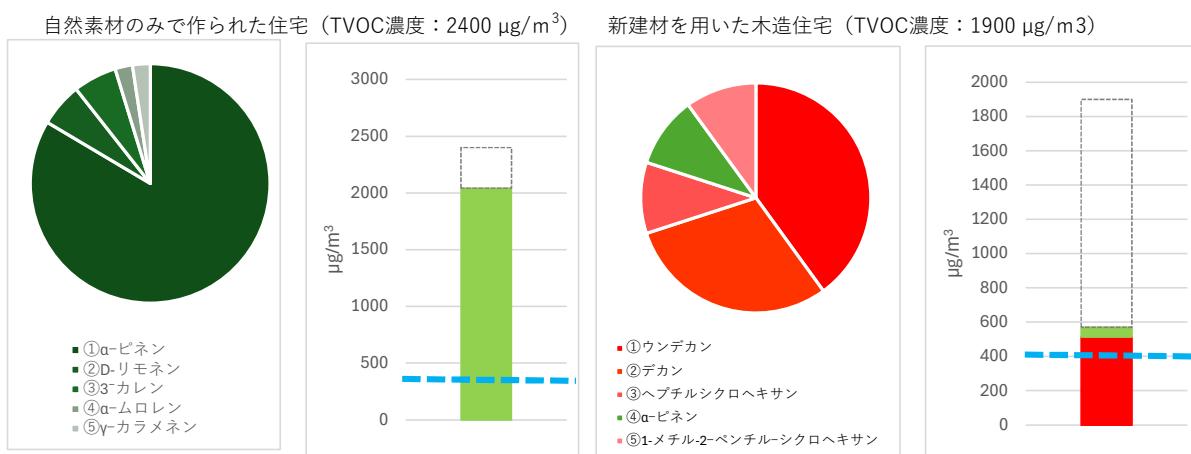
Q2. 濃度の単位「 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 」とはどのくらいの量ですか。

A. $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ は、6畳の部屋（ 25m^3 ）に 0.000025 g の化学物質が含まれていることになります。

東京ドームの空気中では約 1 g 、つまり1円玉1枚分の重量に相当します。

Q3. 自然素材のみで作られた住宅と、新建材を使って建てられた住宅の比較データはありますか？

A. 以下が比較データです。建材が空気の質を決めているのが明らかです。



棒グラフ緑色：木材由来成分、赤色：木材由来以外の成分、点線部分：TVOCを構成する上位5成分以外の成分

※石坂ら：室内空气中総揮発性有機化合物 (TVOC) 測定用パッシブサンプラーの開発研究, 環境化学, Vol.28, No.1, pp.9-17(2018)Fig. 7より引用し作成