

リスク評価書 (案)

ビニルトルエン (Vinyl toluene)

目 次

本文	1
別添 1 有害性総合評価表	12
別添 2 有害性評価書	16
別添 3 ばく露作業報告集計表	30
別添 4 測定分析表	31

1 1 物理化学的性質

2 (1) 化学物質の基本情報

3 名 称：ビニルトルエン（異性体混合物）

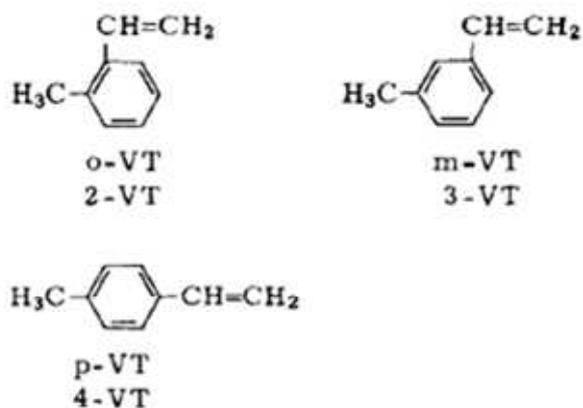
4 別 名：ビニルトルエン、メチルスチレン、メチル（ビニル）ベンゼン、

5 Vinyl toluene (mixed isomers)、Methyl styrene (mixed isomers)、

6 Ethenylmethylbenzene (mixed isomers)

7 化学式：C₉H₁₀

8 構造式：



9

10 分子量：118.2

11 CAS番号：25013-15-4

12 置換CAS番号：1321-45-5

13 労働安全衛生法施行令別表第9（名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物）
14 第464号

15

16 ビニルトルエンの3つの異性体のCAS番号及び名称を以下に示す。

17 CAS番号：611-15-4

18 CAS名称：1-Ethenyl-2-methylbenzene

19 IUPAC名称：ortho-Methylstyrene

20 別名：2-Ethenylmethylbenzene、2-methylstyrene、1-methyl-2-vinylbenzene、

21 2-vinyltoluene、ortho-vinyltoluene

22

23 CAS番号：100-80-1

24 CAS名称：1-Ethenyl-3-methylbenzene

25 IUPAC名称：meta-Methylstyrene

26 別名：3-Ethenylmethylbenzene、3-methylstyrene、1-methyl-3-vinylbenzene、

27 3-vinyltoluene、meta-vinyltoluene

28

29 CAS番号：622-97-9
30 CAS名称：1-Ethenyl-4-methylbenzene
31 IUPAC名称：para-Methylstyrene
32 別名：4-Ethenylmethylbenzene、4-methylstyrene、1-methyl-4-vinylbenzene、
33 1-para-tolyethene、4-vinyltoluene、para-vinyltoluene
34

35 (2) 物理的・化学的性状

外観：特徴的な臭気のある無色の液体 引火点 (C.C.)：45～53℃
発火点：489～515℃
比重 (水=1)：0.90～0.92
沸点：170～173℃ 溶解性 (水)：0.0089 g/100 g (25℃)
蒸気圧：0.15 kPa (20℃) オクタノール/水分配係数 log Pow：3.58
蒸気密度 (空気=1)：4.1 換算係数：1 ppm=4.83 mg/m³ (25℃)
1 mg/m³=0.207 ppm (25℃)
融点：-77℃
嗅覚閾値：—

36
37 (3) 生産・輸入量、使用量、用途
38 製造・輸入数量：情報なし
39 用途：塗料用改質剤、絶縁強化剤、医薬品、農薬中間体
40 製造業者：情報なし
41 輸入業者：ダウ・ケミカル日本 (ダウ・ケミカル)
42

43 2 有害性評価の結果 (別添1及び別添2参照)

44 (1) 発がん性

45 ○ヒトに対する発がん性は判断できない
46 根拠：ビニルトルエンの発がん性に関してヒトの知見はないが、ラット、マウスを
47 用いた吸入試験では発がん性を示唆する結果は得られていない。IARCはグルー
48 プ3に、ACGIHはA4に分類している。

49 (各評価区分)

50 IARC：3 (ヒト発がん性について分類できない) (1994年設定)

51 産衛学会：情報なし

52 EU CLP：情報なし

53 NTP 14th：情報なし

54 ACGIH：A4 (ヒト発がん性因子として分類できない) (1996年設定)

55 根拠：雌雄のF334ラットとB6C3F1マウスを用いたビニルトルエンの生涯吸入試

57 験が実施された。ラットは100及び300 ppm、マウスは10及び25 ppmのビニ
58 ルトルエンにばく露された。ビニルトルエンの発がん性の証拠はなかった。
59 NTPは、“発がん性がみられなかった理由は不明であるが、ラット及びマ
60 ウスの鼻腔にみられた毒性と体重減少から、ラット及びマウスが高濃度に
61 耐容性があるため発がん性がみられなかったとは考えられない”と述べて
62 いる。したがって、ビニルトルエンに、A4 “ヒト発がん性因子として分類
63 できない”の発がん性の表記が指定された。

64
65 DFG MAK：情報なし

66
67 (2) 発がん性以外の有害性

68 ○急性毒性

69 致死性

70 ラット

71 吸入：>3,500 ppm/4h

72 経口：LD₅₀ = 2,255 mg/kg体重、4,000 mg/kg体重

73 経皮：LDLo=4,500 mg/kg体重

74
75 マウス

76 吸入：LC₅₀ = 3,020 mg/m³(625 ppm)/4h ~29,500 mg/m³ (6,107 ppm)/4h

77 経口：LD₅₀ = 3,160 mg/kg体重

78 経皮：LDLo=4,500 mg/kg体重

79
80 ウサギ

81 経皮毒性：LD₅₀=4,500 mg/kg体重

82
83 ○皮膚刺激性／腐食性：あり

84 根拠：

- 85 ・ヒトで400 ppmより高い濃度で皮膚への刺激性がある。
86 ・ウサギの皮膚に100%のビニルトルエンを塗布した結果、中程度の刺激性がみられ
87 た。

88
89 ○眼に対する重篤な損傷性／刺激性：あり

90 根拠：

- 91 ・ヒトで400 ppmで眼に刺激を感じる。
92 ・ウサギの眼に90 mgのビニルトルエンを適用した結果、軽度の刺激性がみられた。

93

94 ○皮膚感作性：判断できない
95 根拠：スチレンの皮膚アレルギー患者において、ビニルトルエンの3つの異性体すべ
96 てに交差反応がみられた。
97 3-及び4-ビニルトルエンの混合物を用いた、モルモット15匹での maximization
98 試験での陰性結果が報告されている。2.5%及び5%の本混合物アセトン溶液で、
99 皮内及び局所誘導を行った。0.5%混合物溶液でトリガーした時、15匹のいずれ
100 も陽性反応を示さなかった。

101
102 ○呼吸器感作性：調査した範囲内では、報告は得られていない。

103
104 ○反復投与毒性（生殖毒性／遺伝毒性／発がん性／神経毒性は別途記載）

105 LOAEL= 10 ppm

106 根拠：B6C3F1マウス（雌雄各50匹/群）に0、10、25 ppmのビニルトルエン（純度、
107 約99%; 65~71% メタ体、32~35% パラ体）を、6時間/日、5日/週、103週間
108 吸入ばく露させた。生存率に変化は無く、8週後に25 ppm群の平均体重は対照
109 群に比べ、10~23%低い値となった。一方、10 ppm群では体重減少は10%未満
110 であった。25 ppm群の雄の生存率は対照群に比し有意に高かった。25 ppm群
111 の雌及び10 ppm群の雌雄の生存率は対照群と差はなかった。両ばく露群で、鼻
112 腔粘膜の炎症性変化の発生数が増加し、これらの病変には呼吸上皮の限局性慢
113 性活動性炎症やびまん性の過形成が含まれる。ばく露群の多くのマウスに細気
114 管支の慢性活動性炎症が見られたが、対照群ではそれらの変化はみられなかつ
115 た。

116
117 不確実係数 UF = 100

118 根拠：種差 (10)、LOAEL→NOAEL (10)

119 労働補正：労働時間補正6/8

120 評価レベル = 0.075 ppm (0.36 mg/m³)

121 計算式：10×6/8×1/100= 0.075 ppm

122
123 ○生殖毒性：判断できない

124 根拠：モルモットを用いた吸入ばく露試験で奇形がみられたとの報告やラットを用
125 いた腹腔内投与試験で胚の死亡が増加したとの報告、さらに経口投与試験で母
126 動物の体重抑制や胎児の体重減少の報告があるが、明確な生殖毒性を示す情報
127 が少なく判断できない。

128
129 (参考)

130 LOAEL= 50 mg/kg

131 根拠：妊娠 COBS-CD ラット（25匹/群）に、4-ビニルトルエン0、50、300、600
132 mg/kg 体重/日を妊娠6日から19日に強制経口投与した。母動物は用量依存的に
133 体重増加が抑制され、胎児は用量依存的に平均体重が低かったことから、4-ビ
134 ニルトルエンの LOAEL は50 mg/kg とされた。

135

136 不確実係数 UF = 100

137 根拠：種差 (10)、LOAEL→NOAEL (10)

138 評価レベル = 0.621 ppm

139 計算式：50 mg/kg 体重/日 × 60 kg 体重/10 m³ × 1/100 = 3 mg/m³ (0.621 ppm)

140

141 ○遺伝毒性：判断できない

142 根拠：*In vitro* でネズミチフス菌を用いた復帰突然変異試験は S9 mix 添加の有無に
143 関わらず陰性、チャイニーズハムスター卵巣細胞を用いた染色体異常試験及び
144 姉妹染色分体交換試験も陰性であった。一方、マウスリンパ腫 L5178Y 細胞を
145 用いた TK 試験で S9非添加の最高濃度で陽性、ヒトリンパ球を用いた染色体異
146 常試験及び姉妹染色分体交換試験も S9非添加で陽性であった。また、ビニルト
147 ルエンのメタ体及びパラ体もヒトリンパ球を用いた姉妹染色分体交換試験で陽
148 性であった。*In vivo* ではマウス小核試験は陽性であったが、ショウジョウバエ
149 の伴性劣性致死突然変異試験は陰性であった。

150

151 ○神経毒性：あり

152 根拠：ヒトにおいて、400 ppm より高い濃度の長期ばく露で中枢神経系を抑制する。
153 ラットを用いた吸入試験において、知覚及び運動神経伝導速度の低下、軸索の
154 変性がみられている。

155 NOAEL = 50 ppm

156 根拠：Wistar ラットに、50、100、300 ppm のビニルトルエン（メタ体70%、パラ体
157 30%）を、6時間/日、5日/週、15週間の吸入試験で、100 ppm 以上の群で軸索の
158 変性を示す電気泳動の変化と及び軸索タンパクの変化がみられた。50 ppm 群で
159 はこれらの変化はみられなかった。

160

161 不確実係数 UF = 10

162 根拠：種差 (10)

163 評価レベル = 3.75 ppm (18.11 mg/m³)

164 計算式：50 × 6/8 × 1/10 = 3.75 ppm

165

166 (3) 許容濃度等

167 ACGIH TLV-TWA : 50 ppm (242 mg/m³) (1981年設定)

168 TLV-STEL : 100 ppm (483 mg/m³) (1981年設定)

169 根拠：ビニルトルエンの毒性はスチレンの毒性と似ており、TLV-TWA: 50 ppm、
170 TLV-STEL 100 ppmはスチレンとの類似性とビニルトルエンとのデータの一貫
171 性及びビニルトルエンの特性から勧告された。これらの勧告は、ばく露労働
172 者における粘膜と眼の刺激を最小化し、職場においてビニルトルエンばく露
173 によって生じる臭いによる不快感を減少させる。ビニルトルエンを吸入した
174 ラットでみられた軸索タンパクの変性は、ビニルトルエンと同程度の濃度の
175 スチレンを吸入したラットでみられた軸索たんぱくの変性より顕著であるこ
176 と、及びスチレンのTLV-TWAが20 ppm、TLV-STELが40 ppmに改訂された根
177 拠の一つが、スチレンの職業ばく露による神経学的変化の報告であったこと
178 から、ビニルトルエンのTLVをスチレンとの類似性に基づいて再検討中であ
179 る。

180

181 日本産業衛生学会：設定なし

182

183 DFG MAK : 20 ppm (98 mg/m³) (2016年設定)

184 根拠：マウスでのビニルトルエンによる2年間の吸入試験での最低濃度10 ppmは、
185 呼吸器上皮における炎症及び過形成及び肺又は細気管支における炎症を、そ
186 してラットでの100 ppmは、嗅覚器官及び気道上皮における嚢胞及び過形成
187 をもたらす。次に高い濃度であるマウスの25 ppm又はラットの300 ppmでは体
188 重増加の抑制が見られるため、全身性NOAECはマウスでは10 ppm、ラットで
189 は100 ppmである。ビニルトルエンの代謝はスチレンの代謝と同様である。ス
190 チレンに関して記述されているように、鼻でのスチレンのエポキシドへの酸
191 化はラットとマウスでほぼ同じ速度であるが、ラットでは加水分解酵素とグ
192 ルタチオンによるエポキシドの解毒は約10倍速い。また*in vitro*でのヒト鼻組
193 織との比較では、ヒトでは酸化はほとんど起こらないが、エポキシド加水分
194 解酵素及びグルタチオン-S-トランスフェラーゼの活性はラットのそれにほぼ
195 相当することを示している。したがって、ヒトはラット及びマウスよりも鼻
196 への影響に対して感受性が低い。これらの種差はビニルトルエンについても
197 想定される。ラットにおける局所的影響についての、ビニルトルエンの
198 LOAEC 100 ppmに基づいて、NAEC 33 ppmが算出される。この試験は長期試
199 験であるため、経時的な影響の増加については考慮されない。おそらくヒト
200 の鼻では、ラットに対しはるかに敏感ではないので、この場合、NAECは2で
201 除算されない。したがってNAEC 33 ppmからのより安全側のアプローチによ
202 り、ビニルトルエン(すべての異性体)のMAK値 20 ppmが得られる。1956
203 年の課題研究で、ビニルトルエン及びスチレンは400 ppmで強い刺激性があっ
204 たが、200 ppmでは過度の不快感を引き起こさないことから、臭気閾値は50

205 ppmとしている。ヒトではスチレン及びビニルトルエンの感覚刺激影響は類
206 似していると結論付けることができる。またスチレンのMAK値は、20 ppmで
207 あり、これはビニルトルエンのMAK値を追加的に支持する。

208

209 NIOSH REL : 100 ppm (480 mg/m³)

210 OSHA PEL : 100 ppm (480 mg/m³)

211 UK HSE : 設定なし

212 OARS : 設定なし

213

214 (4) 評価値

215 ○一次評価値 : 0.075 ppm (0.36 mg/m³)

216 反復投与毒性の欄参照

217 ※一次評価値 : 労働者が勤労生涯を通じて週40時間、当該物質にばく露した場合に、それ
218 以下のばく露については健康障害に係るリスクは低いと判断する濃度。

219 ○二次評価値 : 20 ppm (98mg/m³)

220 ドイツ研究振興協会 (DFG) が勧告している MAK を二次評価値とした。

221 ※二次評価値 : 労働者が勤労生涯を通じて週40時間、当該物質にばく露した場合にも、当該
222 ばく露に起因して労働者が健康に悪影響を受けることはないであろうと推測される濃度で、
223 これを超える場合はリスク低減措置が必要。「リスク評価の手法」に基づき、原則として日
224 本産業衛生学会の許容濃度又はACGIHのばく露限界値を採用している。

225

226 3 ばく露実態評価

227 (1) 有害物ばく露作業報告の提出状況 (詳細を別添3に添付)

228 ビニルトルエンの有害物ばく露作業報告については、13事業所から計23作業について報
229 告があり、対象物質の主な用途は、「他の製剤等の原料」、「対象物の製造」で、主な作業
230 の種類は、「計量、配合、注入、投入又は小分けの作業」、「サンプリング、分析、試験又
231 は研究の業務」、「ろ過、混合、攪拌、混練又は加熱の作業」、「吹付けの作業」であった。

232 対象物質の年間製造・取扱量は、「500kg未満」が13%、「500kg以上1t未満」が9%、「1t
233 以上10t未満」が61%、「10t以上100t未満」が4%、「100t以上1000t未満」が4%、「1000t以
234 上」が9%で、作業1回当たりの製造・取扱量は、「1kg未満又は1L未満」が17%、「1kg以
235 上1t未満又は1L以上1kL未満」が83%、「1t以上又は1kL以上」が0%であった。

236 また、当該作業従事労働者数は、「5人未満」が87%、「5人以上10人未満」が13%、「10
237 人以上20人未満」が0%、「20人以上」が0%であった。

238 さらに、1日当たりの作業時間は、「15分未満」が22%、「15分以上30分未満」が22%、
239 「30分以上1時間未満」が13%、「1時間以上3時間未満」が39%、「3時間以上5時間未満」
240 が4%、「5時間以上」が0%で、発散抑制措置として、密閉化設備が設置されている作業は
241 17%、局所排気装置が設置されている作業は83%、プッシュプルが設置されている作業は

242 0%、全体換気装置が設置されている作業は13%であった。

243

244 (2) ばく露実態調査結果

245 有害ばく露作業報告のあった13事業場のうち、平成29年度に5事業場を選定してばく露
246 実態調査を実施した。対象事業場においては、製造・取扱作業に従事する8人について個
247 人ばく露測定を行うとともに、2単位作業場について作業環境測定のア測定、16地点につ
248 いてスポット測定を実施した。個人ばく露測定結果については、ガイドラインに基づき、
249 8時間加重平均濃度（8時間TWA）を算定した。

250

251 ○測定分析法（詳細な測定分析法は別添4に添付）

252 ・サンプリング：Anasorb CSC, Coconut Charcoal (t-butylcatechol) 226-73

253 (100mg/50mg) (SKC社製) を用いて捕集

254 ・分析法：ガスクロマトグラフ-FID分析法：脱着（トルエン 1mL 1時間放置）

255

256 ○対象事業場における作業の概要

257 対象事業場における、ビニルトルエンの主な用途は、「他の製剤等の原料」であった。

258 ビニルトルエンのばく露の可能性のある主な作業は、投入、製品の缶詰、タンクの洗
259 浄、混連した製品の移し替え、製品の秤量の作業で1回当たり4分から70分間の作業で
260 あった。

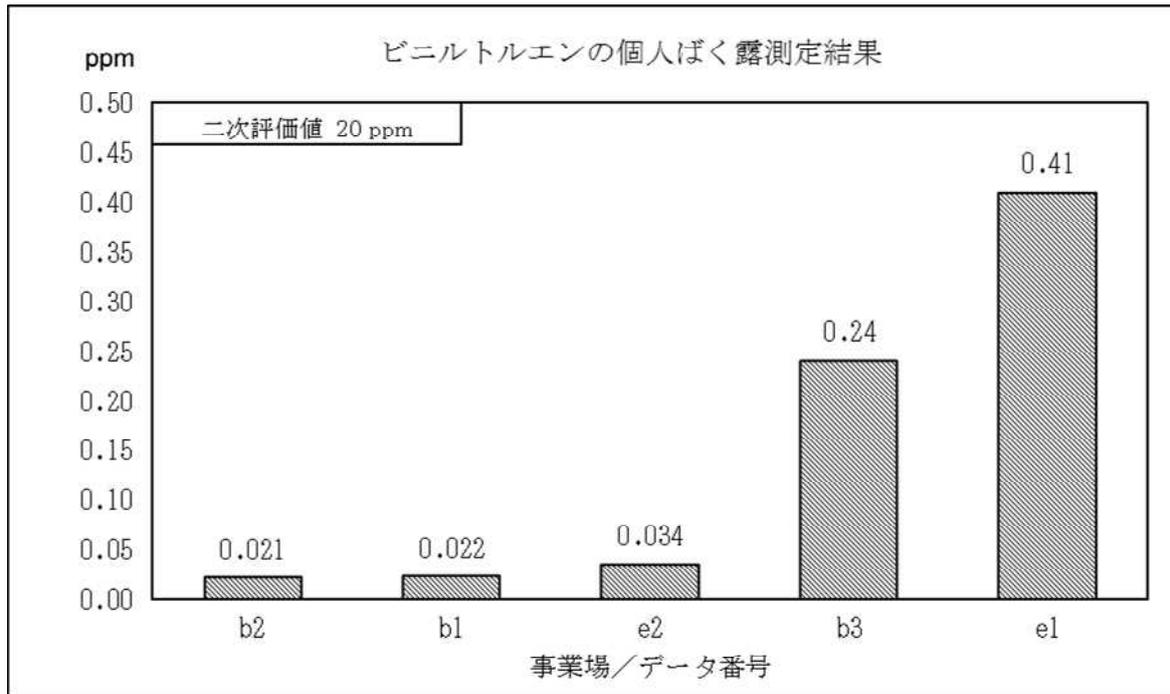
261 また、作業環境は、調査した作業は、一部を除き屋内で行われ、ばく露防止対策とし
262 て、58.8%の作業で局所排気装置が設置され、76.4%の作業で呼吸用保護具が使用され
263 ていた。

264 ○測定結果

265 測定は、8人の労働者に対し実施し、定量下限値未満の3データを除き、5データを評
266 価データとして採用した。個人ばく露測定の結果から、8時間TWAの最大値は、投入、
267 製品の缶詰、タンクの洗浄作業中に測定された0.41 ppmであった。また、全5データを用
268 いて区間推定を行ったところ、区間推定上側限界値（信頼率90%、上側5%）は、1.9
269 ppmとなった。

270 このことから、ばく露最大値は、ばく露評価ガイドラインの規定（区間推定上側限界
271 値又はばく露最大値の高い方を最大値とする。）に準拠し、区間推定上側限界値の1.9
272 ppmとなるが、二次評価値（DFG MAK：20 ppm）を下回った。

273 また、スポット測定の実測データは、最大でビニルトルエンを含有する製剤の投入作
274 業で1.89 ppmであり、1回の作業時間は約60分間、1日に1回、1年に10回の作業であった。



275
276
277

被測定者	ばく露の可能性のある作業 (測定中の実施時間)
e1	混合タンクで製造した樹脂 (ビニルトルエン 30~40%含有) 投入作業(60分) ビニルトルエン (100%) 投入作業 成分検査合格後、缶詰作業 (19kg/缶、約 50 缶) 缶詰作業終了後、酢酸エチルで混合タンクの洗浄作業
b3	混練した製品の移し替え(4分) 製品の秤量 (70分) ニーダーの清掃(26分)
e2	硬化剤投入し硬化時間の測定 落下粘度計による粘度測定 硬化試験及び粘度試験で使用した検体は重合が促進しガス発生するため水で冷却する作業
b1	原料の仕込み (35分)
b2	対象物質を含む樹脂ペーストの加温 (36分)、投入 (6分)

278

279
280

表：最大ばく露濃度の推定

ビニルトルエン：ばく露濃度の区間推定上側限界値	
有効データ数	5
個人ばく露測定データの最大値(TWA値)	0.41 ppm
コルモゴロフ・スミルノフ検定 (KS検定)	P値 ≥ 0.10 対数正規分布に適合する
対数変換データで区間推定上側限界値 (信頼率90%、上側5%)	1.9ppm
二次評価値(DFG MAK)	20 ppm

281

(KS検定にはエクセル統計2012を用いた)

282

283 4 リスクの判定及び今後の対応

284 以上のことから、ビニルトルエンの製造・取扱事業所においては、最大ばく露量1.9
285 ppm（区間推定上側限界値）は二次評価値20 ppmを下回っており、経気道からのばく露
286 によるリスクは低いと考えられる。また、当該物質について、日本産業衛生学会又は
287 ACGIH等による経皮吸収の勧告はなされていない。

288 なお、当該物質は、労働安全衛生法においてリスクアセスメントの実施が義務付けら
289 れているが、神経毒性及び反復投与毒性を有することから、事業者は、その製造・取扱
290 作業に従事する労働者等を対象としてリスクアセスメントに基づくリスク低減措置を講
291 ずることが必要である。

292

293

ばく露実態調査集計表

	対象事業 場数 (※1)	個人ばく露測定結果 [ppm]				スポット測定結果 [ppm]			作業環境測定結果 (A測定準拠) [ppm]		
		測定数	平均 (※2)	8時間T WAの平 均 (※3)	最大 (※4)	単位作業 場所数	平均 (※5)	最大値 (※4)	単位作業 場所数	平均 (※6)	最大値 (※4)
ビニルトルエン											
2 ばく露作業報告対象物 を含有する製剤その他の物 の製造を目的とした原料と しての使用	5	14	0.118	0.082	0.410	14	0.547	1.893	2	0.687	-
1 2 その他	1	2	0.071	0.034	0.034	2	-	-	-	-	-
計	5	16	0.112	0.069	0.410	16	0.547	1.893	1	0.687	-
<p>集計上の注：定量下限未満の値及び個々の測定値は測定時の採気量（測定時間×流速）により有効桁数が異なるが集計にはこの値を用いて小数点以下3桁で処理した(1以上は有効数字3桁)</p> <p>※1：同一事業場で複数の作業を行っている場合があるので、対象事業場数とばく露実態調査を行った事業場数は一致しない。</p> <p>※2：測定値の幾何平均値</p> <p>※3：8時間TWAの幾何平均値</p> <p>※4：個人ばく露測定結果においては、8時間TWAの、それ以外については測定値の、最大値を表す</p> <p>※5：短時間作業を作業時間を通じて測定した値の単位作業場所ごとの算術平均を代表値とし、その幾何平均</p> <p>※6：単位作業ごとの幾何平均を代表値とし、その幾何平均</p>											