

# リスク評価書

**No.92 (初期)**

## 1, 2-酸化ブチレン (Butylene Oxide)

### 目次

本文	1
別添1 有害性総合評価表	10
別添2 有害性評価書	15
別添3 ばく露作業報告集計表	27
別添4 測定分析法	28

2019年3月

厚生労働省

化学物質のリスク評価検討会

1 1 物理化学的性質（別添2参照）

2 (1) 化学物質の基本情報

3 名 称：1, 2-酸化ブチレン

4 別 名：ブチレンオキシド、BUTYLENE OXIDE、1,2-Butene oxide、1,2-Epoxybutane、  
5 Ethyloxirane

6 化 学 式：C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O

7 構 造 式：



10  
11  
12 分 子 量：72.12

13 CAS番号：106-88-7

14 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  
15 害物）第193号

16  
17 (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.）：-22℃
比重（水=1）：0.83	発火点：439℃
沸点：63.3℃	爆発限界（空気中）：3.9～20.6 vol%
蒸気圧：18.8 Pa（20℃）	溶解性（水）：9.5 g/100 mL（25℃）
蒸気密度（空気=1）：2.2	オクターン/水分配係数 log Pow：0.416
融点：-130℃	換算係数：1 ppm=2.95 mg/m <sup>3</sup> （25℃） 1 mg/m <sup>3</sup> =0.399 ppm（25℃）

18  
19 (3) 生産・輸入量、使用量、用途

20 製造・輸入量：617トン（平成25年度）

21 用 途：トリクロロエタンの安定剤、塩ビコンパウンドの特殊溶剤、医薬品・農薬・  
22 界面活性剤の原料

23 製造業者：調査した範囲で情報は得られなかった。

24  
25 2 有害性評価の結果（別添1及び別添2参照）

26 (1) 発がん性

27 ○ヒトに対する発がん性が疑われる

28 根拠：F344/Nラット（1群雌雄各50匹）に、0、200、400 ppmの1, 2-酸化  
29 ブチレンを6時間/日、5日/週、103週間吸入ばく露させた試験で、雄に  
30 鼻腔の乳頭状腺腫、肺胞/細気管支腺がん及び肺胞/細気管支腺腫又は腺  
31 がん（合計）の発生率の増加が、また、雌に鼻腔の乳頭状腺腫の発生率の  
32 増加がみられた。IARCはヒトではデータはないが、実験動物で発がん性  
33 の限定的な証拠があるとし、ヒトに対する発がんの可能性があると2B

34 に区分している。DFGは動物実験の結果及び遺伝毒性の結果からヒトに発  
35 がんが予想されるとして2に区分している。

36  
37 (各評価区分)

38 国際がん研究機関 (IARC) : 2B (1999年設定)

39 日本産業衛生学会 : 第2群B (2001年設定)

40 EU CLP規則 : Carc. 2

41 米国国家毒性プログラム (NTP) 14th: 情報なし

42 米国産業衛生専門家会議 (ACGIH) : 情報なし

43 ドイツ研究振興協会 (DFG) : 2 (1990年設定)

44  
45 ○閾値の有無 : なし

46 根拠 : 「遺伝毒性」の判断を根拠とする。

47  
48 ○調査した範囲ではユニットリスクに関する情報は得られていない。

49  
50 (2) 発がん性以外の有害性

51 ○急性毒性

52 致死性

53 ラット

54 吸入毒性 :  $LC_{50}=2,050$  ppm 超 6,550 ppm未満 (4時間)

55 経口毒性 :  $LD_{50}=500$  mg/kg体重

56  
57 マウス

58 吸入毒性 :  $LC_{50}=944$  ppm (C.L. 540~1,516 ppm) (4時間)

59  
60 ウサギ

61 経皮毒性 :  $LD_{50}=2,100$   $\mu$ L/kg体重

62  
63 ○皮膚刺激性/腐食性 : あり

64 根拠 :

- 65 ・ヒトで刺激性があり、皮膚に発赤を生じる。
- 66 ・気道刺激性が報告されている。
- 67 ・ウサギ (2匹) の皮膚に1, 2-酸化ブチレン原液を0.5 mLを4時間、半  
68 閉塞適用した結果、刺激性はみられなかった。
- 69 ・ウサギ (4匹) の剃毛した皮膚に1, 2-酸化ブチレン原液を0.5 mLを1  
70 時間、閉塞適用した結果、2匹のウサギで8日後の皮膚の全層に壊死がみ  
71 られ、腐食性が認められた。

72  
73 ○眼に対する重篤な損傷性/刺激性 : あり

74 根拠：  
75 ・ヒトで眼に入ると発赤、痛みを生じる。  
76 ・ウサギ（2匹）の眼に1，2-酸化ブチレン原液を0.5 mLを適用した結果、  
77 1時間後に軽度の発赤と浮腫、24時間後には混濁がみられ、8日後には回  
78 復した。  
79 ・F344ラット（1群雌雄各5匹）に1,400 ppmを4時間吸入ばく露した結果、  
80 眼に刺激性がみられた。  
81 ・B6C3F1マウス（1群雌雄各5匹）に1,420 ppmを4時間吸入ばく露した結  
82 果、眼に刺激性がみられた。

83  
84 ○皮膚感作性：なし

85 根拠：Hartley系モルモットのマキシマイゼーションテストで感作性はみられな  
86 かった。

87  
88 ○呼吸器感作性：調査した範囲では報告は得られていない。

89  
90 ○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）

91 LOAEL = 50 ppm

92 根拠：B6C3F1マウス（1群雌雄各50匹）に、0、50、100 ppmの1，2-酸化  
93 ブチレンを6時間／日、5日／週、102週間吸入ばく露させた試験で、ばく  
94 露群の鼻腔病変として、化膿性炎症、上皮過形成、びらん、再生及び扁平  
95 上皮化生がみられたほか、病変は、嗅上皮と鼻涙管においても観察された。  
96 IRISは、上気道の病変を基にLOAELを50 ppmとしている。

97  
98 不確実係数 UF = 100

99 根拠：種差（10）、LOAEL→NOAEL（10）

100 評価レベル=0.38 ppm

101 計算式：50 ppm × 6/8（時間補正） × 1/100 = 0.38 ppm

102

103 ○生殖毒性：判断できない

104 根拠：生殖毒性に関する情報は少なく、親動物への毒性影響（致死）が強い用  
105 量におけるウサギ胎児への影響を示した実験結果があるだけで、明確な生殖  
106 発生毒性を示した実験結果がないことから「判断できない」とする。

107

108 ○遺伝毒性：あり

109 根拠：

110 *in vitro*試験結果

111 ・細菌を用いた試験ではネズミチフス菌、大腸菌に遺伝子突然変異及びDNA  
112 傷害を誘発し、動物細胞を用いた試験では、マウスリンパ腫細胞に遺伝子  
113 突然変異を、チャイニーズハムスター卵巣細胞に染色体異常及び姉妹染色

114 分体交換を誘発した。  
115 ・ヒト胎性腸管細胞及びラット肝細胞（初代培養）で不定期DNA 合成を誘  
116 発しなかった。

117 *in vivo*試験結果

- 118 ・経口投与又は注射した場合に、ショウジョウバエに伴性劣性致死、染色体  
119 の相互転座を誘発した。  
120 ・吸入ばく露の場合は、ショウジョウバエに伴性劣性致死突然変異、ラット  
121 に優性致死突然変異、ラット骨髄細胞に染色体異常をいずれも誘発せず、  
122 ラット小核試験は陰性であった。  
123 ・NTPはラット優性致死試験の陰性結果は、1, 2-酸化ブチレンの精巣内  
124 濃度が低かったためと考察している。  
125 ・IARCは発がん性分類の総合評価において、1, 2-酸化ブチレンがアルキ  
126 ル化剤として直接作用することを考慮に入れており、NTPは1, 2-酸化  
127 ブチレンを明らかな変異原性物質とし、DFGは1, 2-酸化ブチレンが遺  
128 伝毒性を有するとしている。

129  
130 ○神経毒性：あり

131 根拠：

- 132 ・ヒトの急性毒性（吸入）として錯乱、めまい、頭痛、意識喪失を生じる。  
133 ・ラット、マウスにおいて、吸入ばく露による急性症状として、ラットに昏睡、  
134 マウスに不穏がみられた。  
135 ・ラット、マウスへの2週間反復吸入ばく露で、ラットに異常行動、マウスに活  
136 動性の低下がみられた。  
137 ・マウスの13週間反復吸入ばく露で活動性の低下がみられた。

138  
139 (3) 許容濃度等

140 ACGIH TLV-TWA：設定なし

141 日本産業衛生学会 許容濃度：設定なし

142 DFG MAK：設定なし、H（経皮吸収）（1990年設定）

143 米国国立労働安全衛生研究所（NIOSH）REL：設定なし

144 米国労働安全衛生庁（OSHA）PEL：設定なし

145 英国安全衛生庁（HSE）WEL：設定なし

146 米国産業衛生協会（AIHA）WEEL：TWA 2 ppm（2003年設定）

147 根拠：慢性試験において、マウスでは50 ppm、ラットでは200 ppmで呼吸器刺  
148 激性の組織学的証拠を示した。また、200及び400 ppmで、ラットにおい  
149 て発がん性を示し、鼻の腺腫及び肺胞／気管支肺がんの発生率が増加した。  
150 ラットにおける発がん影響は、鼻腔での再発性の変性／再生の影響が生じ  
151 た濃度で起こった。この非腫瘍性の変化は、50 ppm（LOAEL）の低濃度で  
152 観察された。In vitroの遺伝毒性試験で、アルキル化剤である本物質に予想  
153 される遺伝毒性が示された。

154 比較すると、酸化エチレンは、肺及び他の臓器において、本物質より低  
155 い用量レベルで2種の動物において発がん性があり、マウスでは50 ppm、  
156 雌ラットでは10 ppmで影響が見られた。ACGIHのTLVは1 ppmであり、  
157 OSHA PELは1 ppm、短時間（15分）ばく露限界は5 ppmである。酸化プロ  
158 ピレンは400 ppmでマウス及びラットの鼻腔内で発がん性を示し、TLVは2  
159 ppmである。

160 WEEL指針値2 ppmにより、発がんリスクを最小限に抑え、気道刺激の可  
161 能性に対する適切な防止策を提供する。

#### 163 (4) 評価値

164 ○一次評価値：なし

165 発がん性を示す可能性があり、遺伝毒性があり、閾値がない場合で、生涯過剰  
166 発がん  $1 \times 10^{-4}$  レベルに相当するばく露濃度が設定できないため。

167 ※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  
168 れ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。閾値のない  
169 発がん性の場合には過剰発生率 $10^{-4}$ に対応した濃度で設定する等、有害性に即して「リ  
170 スク評価の手法」に基づき設定している。

171  
172 ○二次評価値：2 ppm

173 日本産業衛生学会の許容濃度、ACGIHのTLVは設定されていないため、AIHA  
174 が勧告するTWAを二次評価値とした。

175 ※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、  
176 当該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  
177 れる濃度で、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  
178 づき、原則として日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  
179 ている。

### 181 3 ばく露実態評価

#### 182 (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）

183 1, 2-酸化ブチレンの有害物ばく露作業報告については、平成28年に17事  
184 業場から計24作業について報告があり、対象物質の主な用途は、「他の製剤等の  
185 原料として使用」、「洗浄を目的とした使用」で、作業の種類は、「計量、配合、  
186 注入、投入又は小分けの作業」、「サンプリング、分析、試験又は研究の業務」、  
187 「洗浄、払しょく、浸漬又は脱脂の作業」等であった。

188 対象物質の年間製造・取扱量は、「500kg未満」が21%、「500kg以上1t未満」  
189 が4%、「1t以上10t未満」が29%、「10t以上100t未満」が29%、「100t以上  
190 1000t未満」が17%、「1000t以上」が0%で、作業1回当たりの製造・取扱量は、  
191 「1kg未満又は1L未満」が17%、「1kg以上1t未満又は1L以上1kL未満」が  
192 56%、「1t以上又は1kL以上」が28%であった。

193 また、当該作業従事労働者数は、「5人未満」が67%、「5人以上10人未満」

194 が11%、「10人以上20人未満」が11%、「20人以上」が11%であった。  
195 さらに、1日当たりの作業時間は、「15分未満」が50%、「15分以上30分未  
196 満」が22%、「30分以上1時間未満」が17%、「1時間以上3時間未満」が6%、  
197 「3時間以上5時間未満」が6%、「5時間以上」が0%で、発散抑制措置として、  
198 密閉化設備が設置されている作業は5%、局所排気装置が設置されている作業は  
199 45%であった。

200

## 201 (2) ばく露実態調査結果

202 有害ばく露作業報告のあった17事業場のうち、平成29年度に5事業場を選定  
203 してばく露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  
204 する10人について個人ばく露測定を行うとともに、4単位作業場について作業環  
205 境測定のア測定、8地点についてスポット測定を実施した。個人ばく露測定結果  
206 については、ガイドラインに基づき、8時間加重平均濃度(8時間TWA)を算定  
207 した。

208

### 209 ○測定分析法(詳細な測定分析法は別添4に添付)

210 ・サンプリング:球状活性炭管 Cat.No.258(100 mg/50 mg) ガステック社製を  
211 用いて捕集

212 ・分析法:ガスクロマトグラフ質量分析法:脱着(二硫化炭素 1 mL 1時間放置)

213

### 214 ○対象事業場における作業の概要

215 対象事業場における、1, 2-酸化ブチレンの主な用途は、「他の製剤等の原  
216 料として使用」、「洗浄を目的とした使用」であった。

217 1, 2-酸化ブチレンのばく露の可能性のある主な作業は、「充填」、「原料  
218 投入」、「仕込み」「洗浄」等の作業で1回当たり5分から1時間の作業が多く  
219 を占めていた。

220 また、作業環境は、調査した作業は、ローリーからの受入れ等を除くとその多  
221 くは屋内で行われ、ばく露防止対策として、62%の作業で局所排気装置が設置さ  
222 れ、62%の作業で呼吸用保護具が使用されていた。

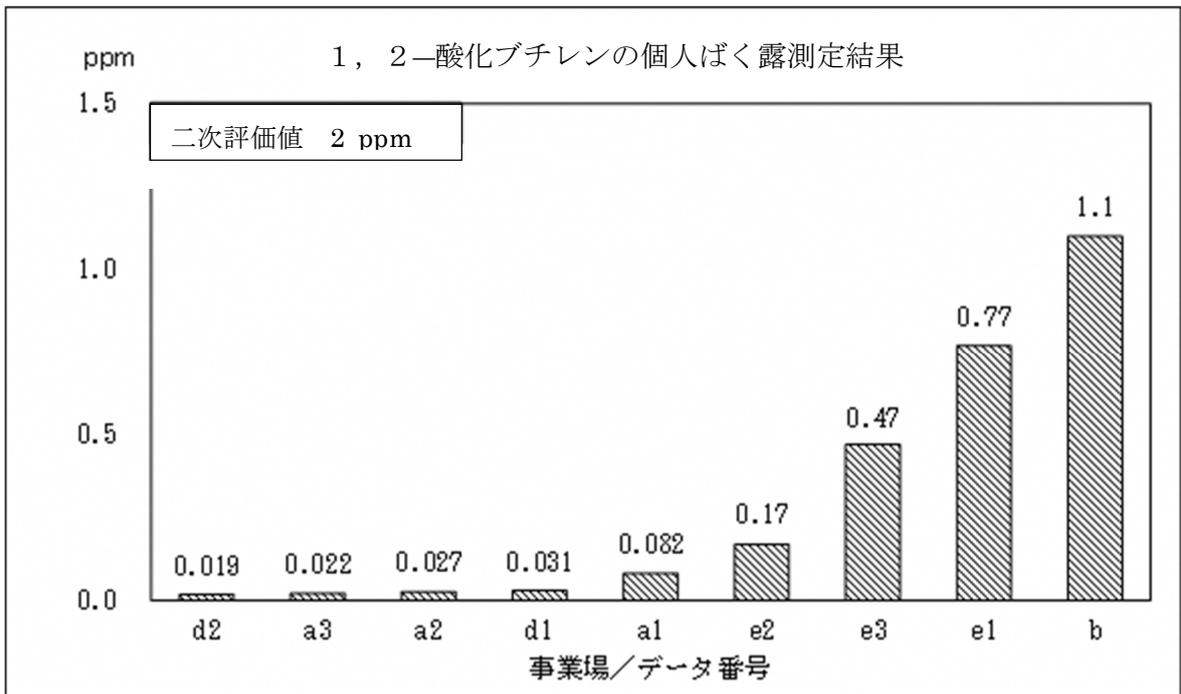
### 223 ○測定結果

224 測定は、10人の労働者に対し実施し、就業中におよぶばく露調査が実施できな  
225 かったタンクローリー運転者を除き、残り9データを評価データとして採用した。  
226 個人ばく露測定の結果から、8時間TWAの最大値は、製品充填及び微調整の作  
227 業中に測定された1.1 ppmであった。また、信頼率90%で区間推定した上限値(上  
228 側5%)は、2.5 ppmであった。

229 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  
230 側限界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  
231 限界値の2.5 ppmとなるが、二次評価値2 ppmを上回っている。

232 また、スポット測定の実測データは、最大で原料投入作業の3.068 ppmであり、  
233 1回の作業時間は各5~10分、1月に各8日の作業であった。

234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252



被測定者	ばく露の可能性のある作業（測定中の実施時間）
b	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主成分の入ったタンクに安定剤の一つとして対象物質を投入する作業（5分間）</li> <li>・電動ポンプのノズルからの床への液だれをウェスで拭き取る作業</li> <li>・ドラム缶12本への充填（1本目にサンプリング作業あり）（55分間）</li> <li>・ドラム缶15本への充填（65分間）</li> <li>・ペール缶50本への充填（70分間）</li> <li>・片付け、ラインに残った製品のドラムへの回収（約10分間）</li> <li>・頭切などで出た製品のタンクへの再投入</li> </ul>
e1	仕込み作業（120分）
e3	ローリーからの受入れ作業（1時間）
e2	仕込み作業（120分）
a1	洗浄（70分）
d1	仕込み作業（10分）及び関連作業
a2	超音波洗浄（45分、30分、40分）
a3	超音波洗浄（10分×2回）
d2	仕込み作業（10分）及びノズルの洗浄作業（10分）

253  
254

255

表：最大ばく露濃度の推定

有効データ数	9
個人ばく露測定データの最大値 (TWA値)	1.1 ppm
コルモゴロフ・スミルノフ検定	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%)	2.5 ppm
2次評価値 (AIHA WEEL TWA)	2 ppm

(KS検定にはエクセル統計2012を用いた)

256

## 257 4 リスクの判定及び今後の対応

258 1, 2-酸化ブチレンの製造・取扱事業所においては、最大ばく露量 2.5 ppm (区  
259 間推定上側限界値) が二次評価値 2 ppm を上回ると判定されたことから、更に詳細  
260 なリスク評価を行い、ばく露の高い要因等を明らかにする必要がある。

261 詳細リスク評価の際には、二次評価値を上回るとされる作業 (対象物質の投入、  
262 仕込み作業) 等について、当該作業工程に共通した問題かをより詳細に分析すると  
263 ともに、実態調査を行った作業以外に高いばく露の可能性があるかどうかを確認す  
264 る必要がある。また、当該物質は経皮吸収が指摘されている (DFG が経皮吸収を勧  
265 告している) 物質であることから、経皮吸収に関する知見や保護具の使用等作業実  
266 態のデータを積み重ねた上で、経皮吸収の観点も含め、当該物質についてのリスク  
267 評価を確定させるべきである。

268 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  
269 けられているが、ヒトに対して発がん性が疑われ、遺伝毒性及び神経毒性を有する  
270 こと、経皮吸収も含め、事業場において高いばく露が生じる可能性があることから、  
271 事業者は、今後実施する詳細なリスク評価の結果を待たず、その製造・取扱作業に  
272 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  
273 ずることが必要である。

274 ばく露実態調査集計表

	対象事業 場数	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 (※1)	8時間T WAの平 均 (※2)	最大 (※3)	単位作業 場所数	平均 (※4)	最大値 (※3)	単位作業 場所数	平均 (※5)	最大値 (※3)
1, 2—酸化ブチレン											
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	3	6	0.092	0.185	1.100	5	1.607	18.014	3	0.122	7.057
5 洗浄を目的とした使用	1	3	0.025	0.037	0.082	2	0.142	0.462	1	0.080	0.738
1 2 その他	1	0	0.277	-	-	1	0.734	1.443	0	-	-
計	5	9	0.063	0.108	1.100	8	0.794	18.014	4	0.110	7.057
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) ※1：測定値の幾何平均値 ※2：8時間TWAの幾何平均値 ※3：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 ※4：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 ※5：単位作業ごとの幾何平均を代表値とし、その幾何平均											

## 有害性総合評価表

物質名：1, 2—酸化ブチレン

有害性の種類	評価結果
ア 急性毒性	<p><u>致死性</u></p> <p><u>ラット</u>  吸入毒性：LC<sub>50</sub>=2,050 ppm超6,550 ppm未満（4時間）  経口毒性：LD<sub>50</sub>=500 mg/kg体重</p> <p><u>マウス</u>  吸入毒性：LC<sub>50</sub>=944 ppm（C.L. 540～1,516 ppm）（4時間）</p> <p><u>ウサギ</u>  経皮毒性：LD<sub>50</sub>=2,100 μL/kg体重</p> <p><u>健康影響</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1, 2—酸化ブチレンはヒトで高濃度の場合には意識低下を引き起こすことがある。吸入すると錯乱や咳、眩暈、頭痛、息苦しさ、吐き気、咽頭痛、意識喪失を生じ、経口摂取すると腹痛も生じる。</li> <li>F344 ラット（1群雌雄各5匹）に2,050 ppmの1, 2—酸化ブチレンを4時間吸入ばく露した結果、眼漏及び呼吸困難がみられた。</li> <li>ラットに高濃度の吸入ばく露で昏睡を起こす。</li> <li>B6C3F1 マウス（1群雌雄各5匹）に1, 2—酸化ブチレンを4時間吸入ばく露した結果、2,050 ppmで呼吸困難がみられ、1,420 ppmで不穏がみられた。</li> </ul>
イ 刺激性／腐食性	<p>皮膚刺激性／腐食性：あり</p> <p><u>根拠</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ヒトで刺激性があり、皮膚に発赤を生じる。</li> <li>気道刺激性が報告されている。</li> <li>ウサギ（2匹）の皮膚に1, 2—酸化ブチレン原液を0.5 mLを4時間、半閉塞適用した結果、刺激性はみられなかった。</li> <li>ウサギ（4匹）の剃毛した皮膚に1, 2—酸化ブチレン原液を0.5 mLを1時間、閉塞適用した結果、2匹のウサギで8日後の皮膚の全層に壊死がみられ、腐食性が認められた。</li> </ul> <p>眼に対する重篤な損傷性／刺激性：あり</p> <p><u>根拠</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ヒトで眼に入ると発赤、痛みを生じる。</li> <li>ウサギ（2匹）の眼に1, 2—酸化ブチレン原液を0.5 mLを適用した結果、1時間後に軽度の発赤と浮腫、24時間後には混濁がみられ、8日後には回復した。</li> <li>F344 ラット（1群雌雄各5匹）に1,400 ppmを4時間吸入ばく露した結果、眼に刺激性がみられた。</li> </ul>

	<p>・ B6C3F1 マウス（1 群雌雄各 5 匹）に 1,420 ppm を 4 時間吸入ばく露した結果、眼に刺激性がみられた。</p>
ウ 感作性	<p>皮膚感作性：なし  根拠：Hartley系モルモットのマキシマイゼーションテストで感作性はみられなかった。</p> <p>呼吸器感作性：調査した範囲では報告は得られていない。</p>
エ 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）	<p>LOAEL=50 ppm  根拠：B6C3F1マウス（1群雌雄各50匹）に、0、50、100 ppmの1, 2-酸化ブチレンを6時間／日、5日／週、102週間吸入ばく露させた。ばく露群雄の最終生存率は対照群と同様であった。ばく露群雌の生存率は、86週まで50%以上であったが、その後高用量群では試験終了まで低下した（最終生存：対照群29/50、低用量群25/50、高用量群9/50）。その低下は卵巣と子宮の化膿性炎症と関連していた。体重は両ばく露群の雌雄とも濃度依存性に減少した。ばく露群の鼻腔病変として、化膿性炎症、上皮過形成、びらん、再生及び扁平上皮化生がみられた。病変は、嗅上皮と鼻涙管においても観察された。IRISは上気道の病変を基にLOAELを50 ppmとしている。</p> <p>不確実係数 UF=100  根拠：種差（10）、LOAEL→NOAEL（10）  評価レベル=0.38 ppm  計算式：50 ppm × 6/8（時間補正） × 1/100 =0.38 ppm</p>
オ 生殖毒性	<p>生殖毒性：判断できない  根拠：生殖毒性に関する情報は少なく、親動物への毒性影響（致死）が強い用量におけるウサギ胎児への影響を示した実験結果があるだけで、明確な生殖発生毒性を示した実験結果がないことから「判断できない」とする。</p> <p>（参考）  LOAEL=250 ppm  根拠：NZWウサギ雌24～49匹を1 群とし、0、250、1,000 ppm の1, 2-酸化ブチレンを妊娠 1 日から24日まで吸入（7時間／日）させた結果、250 ppm 群では12%、1,000 ppm 群では58%が死亡したが、体重や主要臓器の重量に明らかな影響はなかった。1,000 ppm 群では受胎率の低下がみられたが、これは同群での高い死亡率が交絡している可能性が考えられた。この他、1,000 ppm 群の母ウサギ2匹で生存胎児数の減少、1匹の胎児で尾の形成不全と片側の腎欠損がみられた以外には、母ウサギや胎児に影響はなかった。</p> <p>不確実係数 UF=100  根拠：種差（10）、LOAEL→NOAEL（10）</p>

	<p>評価レベル=2.19 ppm          計算式 : <math>250 \text{ ppm} \times 7/8 \text{ (時間補正)} \times 1/100 = 2.19 \text{ ppm}</math></p>
カ 遺伝毒性	<p>遺伝毒性 : あり          根拠 :</p> <p>in vitro試験結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・細菌を用いた試験ではネズミチフス菌、大腸菌に遺伝子突然変異及びDNA傷害を誘発し、動物細胞を用いた試験では、マウスリンパ腫細胞に遺伝子突然変異を、チャイニーズハムスター卵巣細胞に染色体異常及び姉妹染色分体交換を誘発した。</li> <li>・ヒト胎性腸管細胞及びラット肝細胞（初代培養）で不定期DNA合成を誘発しなかった。</li> </ul> <p>in vivo試験結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・経口投与又は注射した場合に、ショウジョウバエに伴性劣性致死、染色体の相互転座を誘発した。</li> <li>・吸入ばく露の場合は、ショウジョウバエに伴性劣性致死突然変異、ラットに優性致死突然変異、ラット骨髄細胞に染色体異常をいずれも誘発せず、ラット小核試験は陰性であった。</li> <li>・NTPはラット優性致死試験の陰性結果は、1, 2-酸化ブチレンの精巢内濃度が低かったためと考察している。</li> <li>・IARCは発がん性分類の総合評価において、1, 2-酸化ブチレンがアルキル化剤として直接作用することを考慮に入れており、NTPは1, 2-酸化ブチレンを明らかに変異原性物質とし、DFGは1, 2-酸化ブチレンが遺伝毒性を有するとしている。</li> </ul>
キ 発がん性	<p>発がん性 : ヒトに対する発がん性が疑われる          根拠 : F344/Nラット（1群雌雄各50匹）に、0、200、400 ppmの1, 2-酸化ブチレンを6時間/日、5日/週、103週間吸入ばく露させた試験で、雄に鼻腔の乳頭状腺腫、肺胞/細気管支腺がん及び肺胞/細気管支腺腫又は腺がん（合計）の発生率の増加が、また、雌に鼻腔の乳頭状腺腫の発生率の増加がみられた。IARCはヒトではデータはないが、実験動物で発がん性の限定的な証拠があるとし、ヒトに対する発がんの可能性があるととして2Bに区分している。DFGは動物実験の結果及び遺伝毒性の結果からヒトに発がんが予想されるとして2に区分している。</p> <p>閾値の有無 : なし          根拠 : カ項の「遺伝毒性」の判断を根拠とする。</p> <p>調査した範囲ではユニットリスクの情報は得られていない。</p> <p>(参考)  <u>閾値ありの場合</u></p>

	<p>NOAEL=200 ppm</p> <p>根拠：F344/Nラット（1群雌雄各50匹）に0、200、400 ppmの1，2-酸化ブチレンを6時間/日、5日/週、103週間吸入ばく露した。鼻腔の乳頭状腺腫が、高用量群の雄で7/50、雌で2/50にみられた。肺胞/細気管支腺腫又は腺がん（合計）が、雄の対照群0/50、低用量群2/50、高用量群5/49にみられた。雌では腺がんは観察されなかった。雌の下垂体前葉では各群の25/49匹、26/48匹、32/48匹で腺腫がみられた。NTPは、雄の鼻腔の乳頭状腺腫、肺胞/細気管支腺がん及び肺胞/細気管支腺腫又は腺がん（合計）の発生率の増加を発がん性の明確な（clear）証拠とし、雌の鼻腔の乳頭状腺腫の発生率の増加を発がん性の不明確な（equivocal）証拠とした。</p> <p>不確実係数 UF=100</p> <p>根拠：種差（10）、がんの重大性（10）</p> <p>評価レベル=1.5 ppm</p> <p>計算式：200 ppm×6/8（時間補正）×1/100 =1.5 ppm</p>
ク 神経毒性	<p>神経毒性：あり</p> <p>根拠：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ヒトの急性毒性（吸入）として錯乱、めまい、頭痛、意識喪失を生じる。</li> <li>・ ラットに高濃度の1，2-酸化ブチレンの吸入ばく露で昏睡を起こす。</li> <li>・ B6C3F1 マウス（1群雌雄各5匹）に1,420 ppmの1，2-酸化ブチレンを4時間吸入ばく露した結果、不穏がみられた。</li> <li>・ Fischer344/N ラット及びB6C3F1 マウス雌雄各5匹を1群とし、0、400、800、1,600、3,200、6,400 ppmの1，2-酸化ブチレンを2週間（6時間/日、5日/週）吸入させた結果、ラットでは1,600 ppmの雌雄で異常行動（erratic movements）がみられた。マウスでは800 ppm群の雌雄でばく露1日目に活動性の低下がみられた。</li> <li>・ B6C3F1 マウス雌雄各10匹を1群とし、0、50、100、200、400、800 ppmの1，2-酸化ブチレンを13週間（6時間/日、5日/週）吸入させた結果、800 ppm群の雌雄で活動性の低下がみられた。</li> </ul>
ケ 許容濃度の設定	<p>ACGIH TLV-TWA：設定なし</p> <p>日本産業衛生学会：設定なし</p> <p>DFG MAK：設定なし、H（経皮吸収）（1990年設定）</p> <p>根拠：1，2-酸化ブチレンの分類（MAK及びBAT値リストのsection IIIの3群の一つ）は、全ての関連データの報告を基に行わなければならない。1，2-酸化ブチレンの発がん性の証拠は、他の全てのデータに照らして、動物の発がん性試験の結果の妥当性から評価されなければならない。雄ラットの吸入試験で報告された1，2-酸化ブチレンの発がん性は、十分裏付けられた変異原性及び遺伝毒性作用によって説明される。この作用によって発がん性が予想される。発がん性のエポキシドである酸化エチレン及び酸化プロピレンと1，2-酸化ブチレンの構造</p>

的関連性を考慮しなければならない。構造的類似性から、これらの物質の変異原性は酸化エチレン、酸化プロピレン、1, 2-酸化ブチレンの順で僅かに減少する。3種類のエポキシドの共通の作用機序から、雄ラットにおける1, 2-酸化ブチレンの発がん性は、他の2種類のエポキシドと同様に弱いとみられる。1,2-酸化ブチレンの吸入試験と同じ条件（ラット系統、濃度）で、酸化プロピレンが試験された場合、雄ラットで、肺腫瘍の発生率を増加させることなく、鼻腔内の乳頭状腺腫を増加させた。上記のように1, 2-酸化ブチレンは弱い発がん性を有する遺伝毒性物質であることが明確にされた。一定の実験条件及び1群50匹の通常の動物数を用いれば、顕著な発がん作用が示されうる。したがって1, 2-酸化ブチレンは、MAK及びBAT値リストのsection III A2<sup>注</sup>に分類され、MAK値は設定できない。皮膚を介した取り込みの危険性のため、「H」の表記が必要である。

<sup>注</sup> 現カテゴリー2に相当

NIOSH REL： 設定なし

OSHA PEL： 設定なし

HSE WEL： 設定なし

AIHA WEEL： 2 ppm（2003年設定）

根拠：慢性試験において、マウスでは50 ppm、ラットでは200 ppmで呼吸器刺激性の組織学的証拠を示した。また、200及び400 ppmで、ラットにおいて発がん性を示し、鼻の腺腫及び肺胞／気管支肺がんの発生率が増加した。ラットにおける発がん影響は、鼻腔での再発性の変性／再生の影響が生じた濃度で起こった。この非腫瘍性の変化は、50 ppm（LOAEL）の低濃度で観察された。In vitroの遺伝毒性試験で、アルキル化剤である本物質に予想される遺伝毒性が示された。

比較すると、酸化エチレンは、肺及び他の臓器において、本物質より低い用量レベルで2種の動物において発がん性があり、マウスでは50 ppm、雌ラットでは10 ppmで影響が見られた。ACGIHのTLVは1 ppmであり、OSHA PELは1 ppm、短時間（15分）ばく露限界は5 ppmである。酸化プロピレンは400 ppmでマウス及びラットの鼻腔内で発がん性を示し、TLVは2 ppmである。

2 ppm（8時間TWA）により、発がんリスクを最小限に抑え、気道刺激の可能性に対する適切な防止策を提供する。

## 有害性評価書

物質名：1, 2—酸化ブチレン

1. 化学物質の同定情報 (ICSC 1997)

名称：1, 2—酸化ブチレン

別名：ブチレンオキシド、BUTYLENE OXIDE、1,2-Butene oxide、1,2-Epoxybutane、  
Ethyloxirane

化学式：C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O

分子量：72.12

CAS番号：106-88-7

労働安全衛生法施行令別表9（名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物）第193号

2. 物理化学的情報

(1) 物理化学的性状 (ICSC 1997)

外観：特徴的な臭気のある、無色の液体

引火点 (C.C.) : -22°C

比重 (水 = 1) : 0.83

発火点 : 439°C

沸点 : 63.3°C

爆発限界 (空気中) : 3.9~20.6 vol%

蒸気圧 : 18.8 Pa (20°C)

溶解性 (水) : 9.5g/100 mL (25°C)

蒸気密度 (空気 = 1) : 2.2

オクターン/水分配係数 log Pow : 0.416

融点 : -130°C

換算係数 :

1 ppm = 2.95 mg/m<sup>3</sup> (25°C)

1 mg/m<sup>3</sup> = 0.399 ppm (25°C)

(2) 物理的・化学的危険性 (ICSC 1997)

ア. 火災危険性 : 引火性が高い

イ. 爆発危険性 : 蒸気/空気の混合気体は爆発性である。酸化剤、酸、金属塩化物と接触すると、火災及び爆発の危険性がある。

ウ. 物理的危険性 : この蒸気は空気より重く、地面あるいは床に沿って移動することがある ; 遠距離引火の可能性もある。この蒸気は空気とよく混合し、爆発性混合物を生成しやすい。流動、攪拌などにより、静電気が発生することがある。

エ. 化学的危険性 : 酸、塩基、スズ、アルミニウム、鉄塩化物と接触すると重合することがあり、火災や爆発の危険を伴う。強力な酸化剤と反応し、火災の危険をもたらす。

3. 生産・輸入量/使用量/用途 (経産省 2015)

製造・輸入量 : 617 t (平成25年度)

用途 : トリクロロエタンの安定剤、塩ビコンパウンドの特殊溶剤、  
医薬品・農薬・界面活性剤の原料 (環境省 2011)

製造業者 : 調査した範囲で情報は得られなかった。

41 4. 健康影響

42 【体内動態（吸収・分布・代謝・排泄）】

- 43 ・ ラットに 1, 2-酸化ブチレンの全炭素を  $^{14}\text{C}$  でラベル[U- $^{14}\text{C}$ ]した 20 mg/kg を強制経口投  
44 与した結果、32 時間で投与した放射活性の 19%が尿中に、62%が呼気中に  $^{14}\text{CO}_2$  として排  
45 泄されたが、 $^{14}\text{CO}_2$  の 72%が 8 時間以内、97%が 16 時間以内に排泄されていた。また、[U- $^{14}\text{C}$ ]  
46 1, 2-酸化ブチレン 50 ppm (148 mg/m<sup>3</sup>) を 6 時間吸入させた結果、32 時間で投与した  
47 放射活性の 12%が尿中に、58%が呼気中に  $^{14}\text{CO}_2$  として排泄されたが、 $^{14}\text{CO}_2$  の 82%が 8  
48 時間以内、93%が 16 時間以内に排泄された。一方、1, 2-酸化ブチレンの 1 番目の炭素  
49 を  $^{14}\text{C}$  でラベル[1- $^{14}\text{C}$ ]して 50、1,000 ppm (148、2,950 mg/m<sup>3</sup>) を 6 時間吸入させた結果、  
50 50 ppm では 66 時間で投与した放射活性の 44%が尿中に、34%が呼気中に  $^{14}\text{CO}_2$  として排  
51 泄され、1,000 ppm では同じく 66 時間で 53%が尿中に、27%が呼気中に排泄された。50、  
52 1,000 ppm では共に尿中放射活性の 85%以上、 $^{14}\text{CO}_2$  の 95%以上が 24 時間以内に排泄され  
53 ており、この濃度範囲内では排泄割合に有意な差がなかった。なお、 $^{14}\text{C}$  で標識する位置の  
54 違いによって尿中/呼気中への放射活性の排泄割合が有意に異なったが、これは、尿中の  
55 代謝物が 1, 2-酸化ブチレンとの簡単な抱合体（例えば、グルタチオン抱合体）でなく、  
56 1 番目の炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) と関連した部分のみを含むためと考えられた（環境省 2011）。
- 57 ・ ラットに 180 mg/kg、ウサギに 137 mg/kg の本物質を強制経口投与して 24 時間毎に尿中の  
58 代謝物を分析し、検出できなくなるまで繰り返した結果、ラットでは投与量の 11%、ウサ  
59 ギでは投与量の 4%が（2-ヒドロキシブチル）メルカプツール酸として排泄されたが、ブ  
60 チルメルカプツール酸は尿中から検出できなかった（環境省 2011）。

61

62 (1) 実験動物に対する毒性

63 ア. 急性毒性

64 致死性

65 実験動物に対する 1, 2-酸化ブチレンの急性毒性試験結果を以下にまとめる（環境省  
66 2011）（SIDS 2001）（IARC 1999）（NTP 1988）。

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC <sub>50</sub>	944 ppm ( C.L. 540~1,516 ppm) (4h)	2,050 ppm 超 6,550 ppm未満 (4h)	情報なし
経口、LD <sub>50</sub>	情報なし	500 mg/kg bw 1,170 mg/kg bw 約900 mg/kg bw	情報なし
経皮、LD <sub>50</sub>	情報なし	情報なし	2,100 μL/kg bw (1,757 mg/kg bw)

67

C.L. : 信頼限界 95%

68

69 健康影響

- 70 ・ F344 ラット (1 群雌雄各 5 匹) に 2,050 ppm の 1, 2-酸化ブチレンを 4 時間吸入ばく  
71 露した結果、眼漏及び呼吸困難がみられた (SIDS 2001)。

- 72           ・ ラットに高濃度の吸入ばく露で昏睡を起こす (MAK 1990) 。
- 73           ・ B6C3F1 マウス (1 群雌雄各 5 匹) に 1, 2-酸化ブチレンを 4 時間吸入ばく露した結果、
- 74           2,050 ppm で呼吸困難がみられ、1,420 ppm で不穏がみられた (NTP 1988) 。

75

76   イ. 刺激性及び腐食性

- 77           ・ ウサギ (2匹) の皮膚に 1, 2-酸化ブチレン原液を0.5 mLを4時間、半閉塞適用した
- 78           結果、刺激性はみられなかった (SIDS 2001) 。
- 79           ・ ウサギ (4匹) の剃毛した皮膚に 1, 2-酸化ブチレン原液を0.5 mLを1時間、閉塞適
- 80           用した結果、2匹のウサギで8日後の皮膚の全層に壊死がみられ、腐食性が認められた
- 81           (SIDS 2001) 。
- 82           ・ ウサギ (2匹) の眼に 1, 2-酸化ブチレン原液を0.5 mLを適用した結果、1時間後に
- 83           軽度の発赤と浮腫、24時間後には混濁がみられ、8日後には回復した (SIDS 2001) 。
- 84           ・ F344ラット (1群雌雄各5匹) に1,400 ppmを4時間吸入ばく露した結果、眼に刺激性が
- 85           みられた (SIDS) 。
- 86           ・ B6C3F1マウス (1群雌雄各5匹) に 1,420 ppmを4時間吸入ばく露した結果、眼に刺激
- 87           性がみられた (NTP 1988) 。

88

89   ウ. 感作性

- 90           ・ Hartley系モルモット (10匹) に 1, 2-酸化ブチレンを開放で経皮適用し、マキシマ
- 91           イゼーション法による試験を実施したが、感作性は認められなかった (SIDS 2001) 。

92

93   エ. 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)

94    吸入ばく露

- 95           ・ Fischer344/Nラット雌雄各5匹を1 群とし、0、400、800、1,600 ppmの 1, 2-酸化ブ
- 96           チレンを2週間 (6時間/日、5日/週) 吸入させた結果、800 ppm 以上の群の雄及び
- 97           1,600 ppm 群の雌で体重増加量の有意な抑制を認めたが、一般状態に変化はなかった。
- 98           1,600 ppm 群の雌雄平均白血球数の増加、リンパ球の減少傾向、好中球の増加がみら
- 99           れた。800 ppm 以上では鼻甲介の嗅上皮及び呼吸上皮で炎症性及び退行性変性の変化
- 100           がみられたが、400 ppm 群にはそのような組織変化はなかった。また、気管及び肺に
- 101           ばく露に関連した変化はなかった。骨髓細胞の過形成は1,600 ppm 群のほとんどのラ
- 102           ットと800 ppm 群の一部のラットでみられた。この結果から環境省は、NOAELを400
- 103           ppmとしている (環境省 2011) 。
- 104           ・ Fischer344/Nラット雌雄各5匹を1 群とし、0、400、800、1,600、3,200、6,400 ppm の
- 105           1, 2-酸化ブチレンを2週間 (6時間/日、5日/週) 吸入させた結果、3,200 ppm 以
- 106           上の群で全数が死亡し、1,600 ppm 群でも雌2匹が死亡した。1,600 ppm 群の雌雄で体
- 107           重が減少し、800 ppm 群でも体重増加の抑制がみられた。1,600 ppmの雌雄で異常行動
- 108           (erratic movements) と立毛がみられた。1,600 ppm 群で中等度の多発性肺出血及び急
- 109           性化膿性鼻炎がみられた。400 ppm群に組織学的病変はみられなかった (NTP 1988)
- 110           (環境省 2011) (AEGLs 2009)。この結果から環境省及びSIDSは、NOAEL を400 ppm
- 111           としている (環境省 2011) (SIDS 2001) 。

- 112 • Fischer344/Nラット雌雄各15匹を1 群とし、0、75、150、600 ppmの1，2—酸化ブチ  
113 レンを13週間（6時間／日、5日／週）吸入させた結果、ばく露に関連した死亡はなか  
114 った。600 ppm 群では、鼻腔の嗅上皮及び呼吸上皮が平坦化して呼吸上皮の一部に局  
115 所的な肥厚がみられ、鼻腔内の炎症細胞数は増加しており、鼻粘膜刺激の証拠が明ら  
116 かであった。この他にも600 ppm 群では肝細胞サイズの縮小、胸腺皮質の細胞含有物  
117 の減少、椎骨骨髄の骨髄過形成がみられたが、気管や肺に影響はなかった（環境省  
118 2011）。この結果から環境省及びSIDSは、NOAEL を150 ppmとしている（環境省 2011）  
119 （SIDS 2001）。
- 120 • Fischer344/Nラット雌雄各10匹を1 群とし、0、50、100、200、400、800 ppm の1，  
121 2—酸化ブチレンを13週間（6時間／日、5日／週）吸入させた結果、ばく露に関連し  
122 た死亡や臨床徴候はみられなかった。800 ppm 群の雌雄で体重増加の有意な抑制と肝  
123 臓重量の有意な減少を認め、800 ppm 群の全数で鼻腔に炎症がみられたが、400 ppm  
124 以下の群の鼻腔には影響はなかった（NTP 1988）（環境省 2011）（AEGLS 2009）。  
125 この結果から環境省及びSIDSはNOAEL を400 ppmとしている（SIDS 2001）。
- 126 • Fischer344/Nラット（1群雌雄各50匹）に0、200、400 ppmの1，2—酸化ブチレンを6  
127 時間／日、5日／週、103週間吸入ばく露した。ばく露群雌雄の生存率は50週まで対照  
128 群と差はなかったが、その後低下した。最終体重は、全てのばく露群で10%以下の減  
129 少がみられた。ばく露群の鼻腔病変として、炎症、上皮過形成、扁平上皮化生、鼻甲  
130 介の骨の骨化過剰及び嗅上皮の萎縮がみられた（NTP 1988）（AEGLS 2009）。IRIS  
131 は鼻腔に対する影響を基にLOAEL を200 ppmとしている（IRIS 2002）。
- 132 • B6C3F1マウス雌雄各5匹を1 群とし、0、400、800、1,600 ppmの1，2—酸化ブチレ  
133 ンを2週間（6時間／日、5日／週）吸入させた結果、1,600 ppm 群では3日までに全数  
134 死亡した。800 ppm 以上の群では鼻甲介の嗅上皮及び呼吸上皮で炎症性及び退行性変  
135 性の変化がみられたが、400 ppm 群にはそのような組織変化はなかった。また、気管  
136 及び肺にばく露に関連した変化はなかった。骨髄細胞の過形成は800 ppm 群の一部の  
137 マウスでみられた。この結果から環境省は、NOAELを400 ppmとしている（環境省  
138 2011）。
- 139 • B6C3F1マウス雌雄各5匹を1 群とし、0、400、800、1,600、3,200、6,400 ppm の1，  
140 2—酸化ブチレンを2週間（6時間／日、5日／週）吸入させた結果、1,600 ppm 以上の  
141 群の全数が死亡し、800 ppm 群でも雄1匹が死亡し、800 ppm 群の雌雄で体重減少が  
142 みられた。800 ppm群の雌雄でばく露1日目に呼吸困難及び活動性の低下がみられた。  
143 この他、800 ppm 群で軽微～軽度、1,600 ppm 群で中等度のネフローゼがみられた  
144 （NTP 1988）（環境省 2011）（AEGLS 2009）。この結果から環境省及びSIDSは、NOAEL  
145 を400 ppmとしている（環境省 2011）（SIDS 2001）。
- 146 • B6C3F1マウス雌雄各15匹を1 群とし、0、75、150、600 ppmの1，2—酸化ブチレン  
147 を13週間（6時間／日、5日／週）吸入させた結果、ばく露に関連した死亡はなかった  
148 が、600 ppm 群の雌雄のマウスで体重増加の有意な抑制を認めた。600 ppm 群で、嗅  
149 上皮及び呼吸上皮が平坦化して呼吸上皮の一部に局所的な肥厚がみられ、鼻腔内の炎  
150 症細胞数は増加しており、鼻粘膜刺激の証拠が明らかであった。この他にも600 ppm  
151 群で肝細胞サイズの縮小、胸腺皮質の細胞含有物の減少、がみられたが、気管や肺に

152 影響はなかった（環境省 2011）。この結果から環境省及びSIDSは、NOAEL を150 ppm  
153 としている（環境省 2011）（SIDS 2001）。

154 ・B6C3F1マウス雌雄各10匹を1 群とし、0、50、100、200、400、800 ppm の1， 2—  
155 酸化ブチレンを13週間（6時間／日、5日／週）吸入させた結果、800 ppm 群の雌雄の  
156 全数が死亡し、雄の50 ppm 群でも2/10匹が死亡した。400 ppm 群の雌雄で肝臓重量の  
157 有意な減少を認めたが、体重への影響はなかった。800 ppm 群の雌雄で活動性の低下  
158 がみられたが、400 ppm群以下では臨床徴候は観察されなかった。死亡した800 ppm 群  
159 では雄の6/10匹、雌の8/10匹の腎臓で尿細管の壊死がみられ、鼻甲介の炎症は200 ppm  
160 以上の群の全数及び100 ppm群の雌の7/10匹にみられたが、鼻甲介の炎症は100 ppm群  
161 の雄では0/10匹であった（NTP 1988）（環境省 2011）（AEGLs 2009）。この結果か  
162 ら環境省及びSIDSは、NOAEL を50 ppmとしている（環境省 2011）（SIDS 2001）。

163 ・B6C3F1マウス（1群雌雄各50匹）に、0、50、100 ppmの1， 2—酸化ブチレンを6時  
164 間／日、5日／週、102週間吸入ばく露した。ばく露群雄の最終生存率は対照群と同様  
165 であった。ばく露群雌の生存率は、86週まで50%以上であったが、その後高用量群で  
166 は試験終了まで低下した（最終生存：対照群29/50、低用量群25/50、高用量群9/50）。  
167 その低下は卵巣と子宮の化膿性炎症と関連していた。体重は両ばく露群の雌雄とも濃  
168 度依存性に減少した。両ばく露群の鼻腔病変として、化膿性炎症、上皮過形成、びらん、  
169 再生及び扁平上皮化生がみられた。病変は、嗅上皮と鼻涙管においても観察され  
170 た。雌雄とも鼻腔以外には投与による影響はみられなかった（NTP 1988）（AEGLs  
171 2009）。IRISは上気道の病変を基にLOAELを50 ppmとしている（IRIS 2002）。

172

#### 173 経口投与

174 ・調査した範囲内では、報告は得られていない。

175

#### 176 オ. 生殖毒性

##### 177 吸入ばく露

178 ・Wistarラット雌38～45匹を1 群とし、0、250、1,000 ppm を交尾前の3週間（7時間／日、  
179 5日／週）、又は妊娠1日から19日までの19日間（7時間／日）、もしくは妊娠前と妊娠  
180 期間の両期間吸入させた結果、1,000 ppm では交尾前及び妊娠期間に各1 匹が死亡し、  
181 250 ppm以上の各群（妊娠期のみばく露の250 ppm 群を除く）で妊娠期の体重増加に  
182 有意な抑制を認めた。しかし、いずれの群でも母ラットの主要臓器の重量や組織に影  
183 響はなく、生殖に関連したパラメータや胎児の成長、生存率、発生にも影響はなかつ  
184 た（環境省 2011）。

185 ・NZWウサギ雌24～49匹を1 群とし、0、250、1,000 ppm の1， 2—酸化ブチレンを妊  
186 娠1日から24日まで吸入（7時間／日）させた結果、250 ppm 群では12%、1,000 ppm 群  
187 では58%が死亡したが、体重や主要臓器の重量に明らかな影響はなかった。1,000 ppm  
188 群では受胎率の低下がみられたが、これは同群での高い死亡率が交絡している可能性  
189 が考えられた。この他、1,000 ppm 群の母ウサギ2匹で生存胎児数の減少、1匹の胎児  
190 で尾の形成不全と片側の腎欠損がみられた以外には、母ウサギや胎児に影響はなかつ  
191 た（環境省 2011）。

192  
 193  
 194  
 195  
 196  
 197  
 198  
 199  
 200  
 201  
 202  
 203  
 204  
 205  
 206  
 207  
 208  
 209  
 210

経口投与／経皮投与／その他の経路等

・調査した範囲内では、報告は得られていない。

カ. 遺伝毒性

- ・*In vitro* 試験系で、1, 2-酸化ブチレンはS9mix添加の有無にかかわらずネズミチフス菌及び、分裂酵母に遺伝子突然変異を誘発し、S9mix非存在下で大腸菌及び肺炎桿菌に遺伝子突然変異を誘発した。出芽酵母で有糸分裂組換えを誘発した。S9mix非存在下でネズミチフス菌及び大腸菌にDNA 傷害を誘発した。S9mix 添加の有無にかかわらずマウスリンパ腫細胞 (L5178Y) で遺伝子突然変異を誘発し、チャイニーズハムスター卵巣 (CHO) 細胞で姉妹染色分体交換及び染色体異常を誘発した。一方、不定期DNA合成は、ヒト胎性腸管細胞 (Flow 11,000) 及びラット肝細胞 (初代培養) においてS9mix 添加の有無にかかわらず誘発されなかった (環境省 2011)。
- ・*In vivo* 試験系では、経口投与又は注射したショウジョウバエに伴性劣性致死突然変異を誘発し、経口投与したショウジョウバエに染色体の相互転座 (heritable translocation) を誘発した (環境省 2011) (IARC 1999)。  
 一方、吸入ばく露ではショウジョウバエに伴性劣性致死突然変異、ラットに優性致死突然変異、ラット骨髄細胞に染色体異常を誘発しなかった (McGregor 1981)。

試験方法		使用細胞種・動物種・用量 <sup>a</sup>	結果
<i>In vitro</i>	復帰突然変異試験	ネズミチフス菌TA100、TA1535、500 µg/プレート (±S9mix)	+
		TA98、TA1537、5,000 µg/プレート (±S9mix)	-
		大腸菌WP2 <i>uvrA</i> 、用量不明 (-S9mix)	+
	前進突然変異試験	肺炎桿菌、72 µg/mL (-S9mix)	+
		分裂酵母P1、29 µg/mL (±S9mix)	+
	有糸分裂組換え試験	出芽酵母D3、5,000 µg/mL (±S9mix)	+
	DNA損傷試験	ネズミチフス菌TA1535、780 µg/mL (-S9mix)	+
		大腸菌 <i>polA</i> 、50 µg/ mL (-S9mix)	+
	遺伝子突然変異試験	マウスリンパ腫細胞 (L5178Y) 50 µg/mL (±S9mix)	+
	不定期DNA合成試験	ヒト胎性腸管細胞Flow11,000、7,300 µg/mL (±S9mix)	-
ラット肝細胞 (初代培養)、1,000 µg/mL		-	
姉妹染色分体交換試験	CHO細胞、16 µg/mL (±S9mix)	+	
染色体異常試験	CHO細胞、500 µg/mL (±S9mix)	(+)	
<i>In vivo</i>	染色体異常試験	ラット、骨髄細胞、1,000 ppm、7時間/日、1あるいは5 日間吸入ばく露	-

	優性致死試験	ラット、1,000 ppm、7時間/日、5日間吸入ばく露	—
	伴性劣性致死試験	ショウジョウバエ、50,000 ppm経口投与、	+
		ショウジョウバエ、8,400 mg/kg注射	+
		ショウジョウバエ、1,00 ppm、7時間吸入ばく露	—
	染色体相互転座試験	ショウジョウバエ、50,000 ppm経口投与	+

211 —：陰性 +：陽性 (+)：弱陽性

212 <sup>a</sup>用量は最低陽性濃度/最高陰性濃度

213

214 キ. 発がん性

215 吸入ばく露

216 ・F344/Nラット（1群雌雄各50匹）に0、200、400 ppmの1，2—酸化ブチレンを6時間  
217 /日、5日/週、103週間吸入ばく露した。鼻腔の乳頭状腺腫が、高用量群の雄で7/50、  
218 雌で2/50にみられた。肺胞/細気管支腺腫又は腺がん（合計）が、雄の対照群0/50、  
219 低用量群2/50、高用量群5/49にみられた。雌では腺がんは観察されなかった。雌の下  
220 垂体前葉では各群の25/49匹、26/48匹、32/48匹で腺腫がみられた。NTPは、雄の鼻腔  
221 の乳頭状腺腫、肺胞/細気管支腺がん及び肺胞/細気管支腺腫又は腺がん（合計）の  
222 発生率の増加を発がん性の明確な（clear）証拠とし、雌の鼻腔の乳頭状腺腫の発生率  
223 の増加を発がん性の不確かな（equivocal）証拠とした（NTP 1988）（AEGLS 2009）。

224

225 表1 ラットを用いた1，2—酸化ブチレンの2年間吸入ばく露発がん性試験における  
226 腫瘍発生頻度（NTP 1988より一部改変）

濃度(ppm)	雄			Cochran-Armitage test	雌			Cochran-Armitage test
	0	200	400		0	200	400	
鼻腔								
乳頭状腺腫	0/50 <sup>a</sup>	0/50	7/50*	↑↑	0/50	0/50	2/50	
肺								
腺腫	0/50	1/50	1/49		1/50	0/49	1/50	
腺がん	0/50	1/50	4/49	↑	1/50	0/49	0/50	
腺腫/腺がん	0/50	2/50	5/49*	↑	2/50	0/49	1/50	
下垂体前葉								
腺腫	23/48	21/48	22/47		25/49	26/48	32/48*	↑

227 <sup>a</sup> 腫瘍発生動物数/検査動物数

228 \* P<0.05 (Fisher exact test) ↑P<0.05、↑↑P<0.01

229

230

231 ・B6C3F1マウス（1群雌雄各50匹）に、0、50、100 ppmの1，2—酸化ブチレンを6時  
232 間/日、5日/週、102週間吸入ばく露した。ばく露群雄の最終的な生存率は対照群と  
233 同様であった。ばく露群雌の生存率は、86週まで50%以上であったが、その後高用量  
234 群では試験終了まで低下した（最終生存:対照群29/50、低用量群25/50、高用量群9/50）。

235 腫瘍性病変の増加は認められなかった。高用量群の雄1匹で鼻腔（切歯管）に扁平上  
236 皮乳頭腫がみられたがばく露に関連したものではないとされ、下垂体で腺腫又はがん  
237 の発生率の減少傾向に有意差があったが、生存率の低下が関与しているとしている。  
238 NTPは、雌雄のB6C3F1マウスにおいて、発がん性の証拠はなかったと結論した（NTP  
239 1988）（AEGLS 2009）。

240 ・ICR/Haスマウス雌30匹を1群とし、0、10%の1，2-酸化ブチレン溶液を背部  
241 に77週間（週3回）塗布した後に剖検して腫瘍の発生を調べたが、肉眼的に皮膚の変  
242 化はみられず、腫瘍の発生もなかった（環境省 2011）。

243

244 経口投与／経皮投与／その他の経路等

245 ・調査した範囲内では、報告は得られていない。

246

247 ク．神経毒性

248 吸入ばく露

249 ・ラットに高濃度の1，2-酸化ブチレンの吸入ばく露で昏睡を起こす（MAK 1993）。

250 ・B6C3F1マウス（1群雌雄各5匹）に1,420 ppmの1，2-酸化ブチレンを4時間吸入ば  
251 く露した結果、不穏がみられた（NTP 1988）。

252 ・Fischer344/Nラット及びB6C3F1マウス雌雄各5匹を1群とし、0、400、800、1,600、3,200、  
253 6,400 ppmの1，2-酸化ブチレンを2週間（6時間／日、5日／週）吸入させた結果、  
254 ラットでは1,600 ppmの雌雄で異常行動（erratic movements）がみられた。マウスでは  
255 800 ppm群の雌雄でばく露1日目に活動性の低下がみられた（NTP 1988）（AEGLS 2009）。

256 ・B6C3F1マウス雌雄各10匹を1群とし、0、50、100、200、400、800 ppmの1，2-酸  
257 化ブチレンを13週間（6時間／日、5日／週）吸入させた結果、800 ppm群の雌雄で活  
258 動性の低下がみられた（NTP 1988）（AEGLS 2009）。

259

260 経口投与／経皮投与／その他の経路等

261 ・調査した範囲内では、報告は得られていない。

262

263 ケ．その他の試験

264 ・1，2-酸化ブチレンはマウス胚細胞（Balb/c-3T3）に50 µg/mL（-S9mix）で細胞形  
265 質転換を誘発しなかったが、Rauscher 白血病ウイルスを感染させたラットの胚細胞  
266 （2FR450）に10 µg/mL（-S9mix）で、シリアンハムスター胚細胞（初代培養）に50 µg/mL  
267 で細胞形質転換を誘発した（IARC 1999）。

268

269 （2）ヒトへの影響（疫学調査及び事例）

270 ア．急性毒性

271 ・吸入すると、錯乱、咳、めまい、頭痛、息苦しさ、吐き気、咽頭痛、意識喪失を生じ、  
272 経口摂取すると腹痛も生じる（ICSC 1997）。

273

274 イ．刺激性及び腐食性

- 275 ・刺激性があり、皮膚に発赤を生じる（厚労省 2006）。  
276 ・気道刺激性が報告されている（厚労省 2006）。  
277 ・眼に入ると発赤、痛みを生じる（ICSC 1997）。

278

279 ウ．感作性

- 280 ・調査した範囲内では、報告は得られていない。

281

282 エ．反復ばく露毒性（生殖毒性、遺伝毒性、発がん性、神経毒性は別途記載）

- 283 ・調査した範囲内では、報告は得られていない。

284

285 オ．生殖毒性

- 286 ・調査した範囲内では、報告は得られていない。

287

288 カ．遺伝毒性

- 289 ・調査した範囲内では、報告は得られていない。

290

291 キ．発がん性

- 292 ・調査した範囲内では、報告は得られていない。

293

294 発がんの定量的リスク評価

- 295 ・（IRIS 2002）（WHO/AQG-E 2000）（WHO/AQG-G 2005）（CalEPA 2011）に、ユニ  
296 ットリックに関する情報なし（2015/09/28検索）。

297

298 発がん性分類

299 IARC：2B ヒトに対する発がん性が疑われる（1999年設定）。

300 根拠：1，2—酸化ブチレンの発がん性に関して、疫学的データはなく、動物実験で  
301 限定的な証拠がある。

302 産衛学会：第2群B ヒトに対しておそらく発がん性があると判断できる物質のうち、証  
303 拠が比較的十分でない物質。（2001年設定）

304 EU CLP：2 ヒトに対する発がん性が懸念されるが、それについて評価を行うための有  
305 効な情報が十分ではない物質。

306 NTP 14<sup>th</sup>：情報なし

307 ACGIH：情報なし

308 DFG：2動物の発がん性物質であり、ヒトの発がん性物質でもあると考えられる。（1990  
309 年設定）

310

311 ク．神経毒性

- 312 ・吸入すると、錯乱、めまい、頭痛、意識喪失を生じる（ICSC 1997）。

313

314 （3）許容濃度の設定

315 ACGIH TLV-TWA：設定なし

316 日本産業衛生学会：設定なし

317 DFG MAK：設定なし、H（経皮吸収）（1990年設定）

318 根拠：1，2-酸化ブチレンの分類（MAK及びBAT値リストのsection IIIの3群の一つ）  
319 は、全ての関連データの報告を基に行わなければならない。1，2-酸化ブチ  
320 レンの発がん性の証拠は、他の全てのデータに照らして、動物の発がん性試験  
321 の結果の妥当性から評価されなければならない。雄ラットの吸入試験で報告さ  
322 れた1，2-酸化ブチレンの発がん性は、十分裏付けられた変異原性及び遺伝  
323 毒性作用によって説明される。この作用によって発がん性が予想される。発が  
324 ん性のエポキシドである酸化エチレン及び酸化プロピレンと1，2-酸化ブチ  
325 レンの構造的関連性を考慮しなければならない。構造的類似性から、これらの  
326 物質の変異原性は酸化エチレン、酸化プロピレン、1，2-酸化ブチレンの順  
327 で僅かに減少する。3種類のエポキシドの共通の作用機序から、雄ラットにおけ  
328 る1，2-酸化ブチレンの発がん性は、他の2種類のエポキシドと同様に弱いと  
329 みられる。1，2-酸化ブチレンの吸入試験と同じ条件（ラット系統、濃度）  
330 で、酸化プロピレンが試験された場合、雄ラットで、肺腫瘍の発生率を増加さ  
331 せることなく、鼻腔内の乳頭状腺腫を増加させた。上記のように1，2-酸化  
332 ブチレンは弱い発がん性を有する遺伝毒性物質であることが明確にされた。一  
333 定の実験条件及び1群50匹の通常の動物数を用いれば、顕著な発がん作用が示さ  
334 れうる。したがって1，2-酸化ブチレンは、MAK及びBAT値リストのsection III  
335 A2<sup>注</sup>に分類され、MAK値は設定できない。皮膚を介した取り込みの危険性のた  
336 め、"H"の表記が必要である（MAK 1993）。

337 <sup>注</sup> 現カテゴリーの2に相当

338

339 NIOSH REL：情報なし

340 OSHA：設定なし

341 UK：設定なし

342 AIHA：2ppm（2003年設定）

343 根拠：慢性試験において、マウスでは50 ppm、ラットでは200 ppmで呼吸器刺激性の組  
344 織学的証拠を示した。また、200及び400ppmで、ラットにおいて発がん性を示し、  
345 鼻の腺腫及び肺胞／気管支肺がんの発生率が増加した。ラットにおける発がん影  
346 響は、鼻腔での再発性の変性／再生の影響が生じた濃度で起こった。この非腫瘍  
347 性の変化は、50ppm（LOAEL）の低濃度で観察された。In vitroの遺伝毒性試験で、  
348 アルキル化剤である本物質に予想される遺伝毒性が示された。

349 比較すると、酸化エチレンは、肺及び他の臓器において、本物質より低い用量  
350 レベルで2種の動物において発がん性があり、マウスでは50ppm、雌ラットでは  
351 10ppmで影響が見られた。ACGIHのTLVは1ppmであり、OSHA PELは1ppm、短時  
352 間（15分）ばく露限界は5ppmである。酸化プロピレンは400ppmでマウス及びラ  
353 ットの鼻腔内で発がん性を示し、TLVは2 ppmである。

354 WEEL指針値2 ppm（8時間TWA）により、発がんリスクを最小限に抑え、気道

355 刺激の可能性に対する適切な防止策を提供する。

356

357 引用文献

- 358 • (ACGIH 2018) American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH) : 2015 TLVs and BELs with  
359 7th Edition Documentation CD-ROM
- 360 • (AEGLS 2009) ACUTE EXPOSURE GUIDELINE LEVELS (AEGLS) FOR 1,2-BUTYLENE OXIDE  
361 (CAS Reg. No. 106-88-7) C4H8O Interim (2009)
- 362 • (AIHA 2014) American Industrial Hygiene Association (AIHA) : 2014-ERPG-WEEL-Handbook\_v4.indd  
363 ([https://www.aiha.org/get-involved/AIHAGuidelineFoundation/WEELS/Documents/2011WEELValu](https://www.aiha.org/get-involved/AIHAGuidelineFoundation/WEELS/Documents/2011WEELValues.pdf)  
364 [es.pdf](https://www.aiha.org/get-involved/AIHAGuidelineFoundation/WEELS/Documents/2011WEELValues.pdf))
- 365 • (CalEPA2011) California EPA: “Hot Spots Unit Risk and Cancer Potency Values” (updated 2011)  
366 ([http://www.oehha.ca.gov/air/hot\\_spots/2009/AppendixA.pdf](http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2009/AppendixA.pdf))
- 367 • (EU CLP) The European Chemicals Agency (ECHA) : Harmonised classification - Annex VI of  
368 Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation)  
369 ([http://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/cl-inventory/view-notificatio](http://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/cl-inventory/view-notification-summary/11526)  
370 [n-summary/11526](http://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/cl-inventory/view-notification-summary/11526))
- 371 • (IARC 1999) Agents Classified by the IARC Monographs. 1,2-epoxybutane. Vol. 71 1999  
372 (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol71/mono71-27.pdf>)
- 373 • (ICSC 1997) International Programme on Chemical Safety (WHO/IPCS) : 国際化学物質安全性カ  
374 ード (ICSC) 日本語／英語版 ICSC番号0636 (1997年)
- 375 • (IRIS 2002) Integrated Risk Information System (IRIS) : 1,2-Epoxybutane (EBU) (CASRN 106-88-7),  
376 US EPA (2002)
- 377 • (McGregor 1981) McGregor DB. Tier II mutagenic screening of 13 NIOSH priority compounds.  
378 Individual compound report, butylene oxide. Report No 28. NTIS/OTS 0509930. (1981)
- 379 • (MAK 1993) The MAK Collection for Occupational Health and Safety 1,2-butylene oxide [MAK  
380 Value Documentation, 1993]  
381 (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/3527600418.mb10688e0005/pdf>)
- 382 • (MAK 2017) Deutsche Forschungsgemeinschaft : List of MAK and BAT values. (2017)  
383 ([http://www.mrw.interscience.wiley.com/makbat/makbat\\_chemicals\\_fs.html](http://www.mrw.interscience.wiley.com/makbat/makbat_chemicals_fs.html))
- 384 • (NIOSH) NIOSH : NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards  
385 (<http://www.cdc.gov/niosh/npg/default.html>)
- 386 • (NTP 1988) National Toxicology Program Technical Report Series No. 329. Toxicology and  
387 Carcinogenesis Studies of 1,2-Epoxybutane (CAS NO. 106-88-7) in F344/N rats and B6C3F1 mice  
388 (Inhalation Studies)
- 389 • (NTP 1993) National Toxicology Program. Database Search Application. Search Results for 106-88-7.  
390 (1993) .
- 391 • (NTP 2014) National Toxicology Program (NTP:米国国家毒性プログラム) :13th Report on  
392 Carcinogens (2014)
- 393 • (OSHA 1988) Occupational Safety and Health Administration (OSHA) : 1988 OSHA PEL Project  
394 Documentation

- 395 • (Ruth 1986) Ruth JH. Odor thresholds and irritation levels of several chemical substances: a review. Am  
396 Ind Hyg Assoc J. 47:A142-A151 (1986) .
- 397 • (UK/HSE 2011) U.K. Health and Safety Executive : EH40/2005 Workplace exposure limits (Containing  
398 the list of workplace exposure limits for use with the Control of Substances Hazardous to Health  
399 Regulations (as amended) ) (2011)
- 400 • (WHO/AQG-E) WHO “Air Quality Guidelines for Europe : Second Edition” , (2000)  
401 (<http://www.euro.who.int/document/e71922.pdf>)
- 402 • (WHO/AQG-G) WHO “Air Quality Guidelines - global update 2005  
403 ([http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf))
- 404 • (環境省 2011) 環境省環境リスク評価室：化学物質の環境リスク評価（第9巻） [3] 1,2-エポ  
405 キシブタン (2011)  
406 (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h23-01/pdf/chpt1/1-2-2-03.pdf>)
- 407 • (経産省 2015) 経済産業省：優先評価化学物質の製造・輸入数量（H25年度実績）
- 408 • (厚労省 2006) 厚生労働省：職場の安全サイト、GHS対応モデルラベル・モデルSDS情報、安  
409 全データシート、1,2 - 酸化ブチレン (2006)  
410 ([http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen\\_pg/GHS\\_MSD\\_DET.aspx](http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/GHS_MSD_DET.aspx))
- 411 • (産衛 2015) 日本産業衛生学会 (JSOH)：許容濃度等の勧告（2015年度）、産業衛生学雑誌 57  
412 巻4号 (2015)



## 1 1, 2-酸化ブチレン標準測定法

化学式： C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O	分子量： 72.12	CAS NO. : 106-88-7
許容濃度等 日本産業衛生学会 許容濃度 設定なし ACGIH TLV-TWA 設定なし DFG MAK 設定なし NIOSH REL 設定なし OSHA PEL 設定なし HSE WEL 設定なし AIHA WEEL 2 ppm (2003年設定)	物性等 沸点： 63.3℃ 融点： -130℃ 形状： 無色液体	
別名： 1,2-エポキシブタン, 1,2-酸化ブテン, エチルオキシラン		
サンプリング	分析	
サンプラー： 球状活性炭管Cat.No.258 (100 mg/50 mg)ガステック社製 サンプリング流量： 0.1 L/min サンプリング時間： 4時間 (24 L) 保存性： 添加量が214.71 µg, 0.99 µgでは冷蔵庫, 室温保管で共に6日間まで保存率が90%以 上であることを確認した。	脱着： 二硫化炭素1 mL 1時間放置 機器： QP-2010 (島津製作所) カラム： Equity-1(SUPELCO) 100%ジメチルポリシ ロキサン(60 m×0.25 mm,1.00 µm) MSインターフェイス温度： 200℃ MSイオン源温度： 250℃ 注入口温度： 250℃ カラム温度： 40℃(1 min)-10℃/min 160℃ 注入法： スプリット 10:1 試料液導入量： 1 µL キャリアガス： He 1.0 mL/min 検量線： 0.14～7.50 µg/mL の範囲で直線性 定量法： 内部標準法 m/z： 定量イオン； 57 確認イオン； 71 保持時間： 8.6 min	
精度		
脱着率： 添加量(µg)		
141.1	102.2%	
0.14	98.1%	
回収率： 添加量(µg)		
280.7	90.1%	
173.0	98.9%	
0.14	101.0%	
定量下限 (10SD)		
0.0087 ppm (1L 捕集時)		
0.0004 ppm (24 L捕集)		
検出下限 (3SD)		
0.0026 ppm (1 L 捕集時)		
0.0001 ppm (24 L捕集)		
適応： 作業環境測定、個人ばく露測定	妨害： なし	
参考文献		
1) 製品安全データシート 1, 2-酸化ブチレン 厚生労働省 職場の安全サイト (2006年5月改訂)		
2) 作業環境測定ガイドブック3 特定化学物質関係 酸化プロピレン		