

リスク評価書（案）

No. __（初期）

ジボラン

(Diborane)

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	(別紙)
別添4 標準測定分析法	26

1 1 物理化学的性質

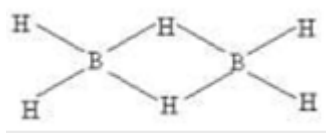
2 (1) 化学物質の基本情報

3 名 称：ジボラン

4 別 名：ボロエタン、ジボロンヘキサハイドライド、Diborane

5 化学式： B_2H_6/BH_3BH_3

6 構造式：



7

8 分子量：27.7

9 CAS番号：19287-45-7

10 労働安全衛生法施行令別表9(名称等を通知すべき有害物)第283号

11

12 (2) 物理的・化学的性状

外観：

引火点：-32°C、引火性気体

特徴的な臭気のある、無色の圧縮気体。

比重(水=1)：

発火点：40-50°C

沸点：-92°C

爆発限界(空気中)：0.8-88 vol%

蒸気圧：

溶解性(水)：

水素とホウ酸に加水分解する。

蒸気密度(空気=1)：0.96

オクタール/水分配係数 log Pow：

融点：-165°C

換算係数：

1 ppm = 1.13 mg/m³ (25°C)

1 mg/m³ = 0.883 ppm (25°C)

嗅覚閾値：2.5 ppm

13

14 (3) 生産・輸入量、使用量、用途

15 製造・輸入量：情報なし

16 用途：ロケット推進薬、還元剤、ゴムの加硫剤、オレフィン重合の触媒、火焰促進剤及
17 びドーピング剤。

18 製造業者：住友精化、日本エアー・リキード、第一化成産業

19 輸入：高千穂商事

20

21 2 有害性評価の結果(別添1及び別添2参照)

22 (1) 発がん性

23 ○ 報告なし

24

25 (各評価区分)

26 IARC：情報なし

27 産衛学会：情報なし

28 EU CLP：情報なし

29 NTP 14th：情報なし

30 DFG：情報なし
31 ACGIH：情報なし
32 US EPA：情報なし

33

34 閾値の有無：判断できない

35 根拠：「遺伝毒性」の判断を根拠とする。

36 発がんの定量的リスク評価：調査した範囲内では報告は得られていない。

37

38 (2) 発がん性以外の有害性

39 ○急性毒性

40 致死性

41 ラット

42 吸入毒性：LC₅₀ = 40～80 ppm or (45～90) mg/m³

43 経口毒性：報告なし

44 経皮毒性：報告なし

45 マウス

46 吸入毒性：LC₅₀ = 29 ppm or 33 mg/m³

47 経口毒性：報告なし

48 経皮毒性：報告なし

49 ウサギ

50 吸入毒性：報告なし

51 経口毒性：報告なし

52 経皮毒性：報告なし

53

54 健康影響

55 ・Wistarラット (雄、9週齢) への、0、1、10、20 ppm (0、1.1、11、23 mg/m³)のジボラン
56 の4時間の吸入単回ばく露試験において、20 ppm群で、ばく露直後、1日後、3日後、2週
57 間後の気管支肺胞洗浄液 (BALF)を分析した結果、細胞分画でばく露直後～3日で顕著
58 な多核白血球の増加及びマクロファージの減少、スーパーオキシドディスムターゼ
59 (SOD) の活性上昇、α₁-アンチトリプシン (α₁-AT)の活性上昇が検出され、2週間後に
60 対照群と同じレベルになった。リン脂質はばく露3日後に顕著に増加した。1 ppm群で、
61 ばく露3日後のBALF分析でα₁-AT、総タンパクが増加していた (MAK 2000) (産衛
62 1996)。好中球の移行には濃度依存性がみられ、これらの肺の病変は3日を超えて残るこ
63 とがあった。

64 ・ラットへの、45～100 ppm (51～113 mg/m³)のジボランの急性吸入試験により、病理組織
65 学的に肺水腫、肺出血を観察した。

66 ・ICRマウス (雄、5週齢)への、15 ppm (17 mg/m³) の半導体用高純度のジボランの1、2、
67 4、8時間の吸入単回ばく露試験において、2時間以上のばく露で肺重量の増加、汎細気
68 管支炎様変化、ばく露時間が長くなると肺うっ血、肺水腫が観察された。

69 ・ICRマウス (雄、5週齢)への、1、5 ppm (1、5.7 mg/m³)のジボランの1、2、4、8時間の吸
70 入単回ばく露試験において、5 ppm群で肺重量の増加、汎細気管支炎様変化が観察され

71 た。1 ppm群で肺の変化はみられなかった。

72 ・ICRマウス (雄、5週齢)への、15 ppm (17 mg/m³) のジボランの4時間ばく露の肺病変の

73 経時追跡の結果では、ばく露直後で好中球の浸潤、ばく露3日目で汎気管支炎様変化、

74 肺うっ血、肺水腫、マクロファージの細胞内浸潤、ばく露2週間後で気管支周囲のリン

75 パ組織増生と炎症細胞浸潤が観察された。

76 ・ハムスターへの、50 ppm (57 mg/m³)のジボランの8時間急性吸入試験により、急性肺水

77 腫を観察した。

78 ・イヌへの麻酔下にて、5~350 ppm (5.7~396 mg/m³)のジボランの15分~4時間ばく露に

79 による頸動脈圧、気管内圧、心電図、呼吸機能、脳波等への影響を測定した。初期の徴候

80 は呼吸数増加、血圧の軽度低下、小腸平滑筋の活動性増大、後期の影響は徐脈、心室細

81 動であった。これらの徴候は6~14 ppm (6.8~16 mg/m³)では軽度の呼吸数増加以外はな

82 かった。著者のKunkel らはこれらの徴候について、中枢神経系における変化に起因す

83 る可能性があるとしながらも、主要な影響は肺水腫の発症であると結論している。

84 ・イヌ(品種と性別は混合)に種々の濃度のジボランを吸入ばく露した結果がKunkelら

85 (1956)によって報告された。

86 イヌ(3頭)に6~14 ppmのジボランを45分~4時間吸入ばく露した。このばく露期間中は、

87 心電図、血圧への影響はなく、呼吸の僅かな増加のみがみられた。しかし、剖検では、

88 重度の肺出血と僅かな肺水腫がみられた。

89 イヌ(3頭)に53~63 ppmのジボランを15分間吸入ばく露した。動物は呼吸の速度と深さ

90 が増加した。1頭で血圧の低下と徐脈がみられたが、他の2頭は正常な心電図を示した。

91 剖検で肺うっ血、出血及び浮腫がみられた。他の臓器はある程度のうっ血がみられた以

92 外は正常に見えた。

93 イヌに5 ppmのジボランを1日4時間、翌日3時間吸入ばく露した。2回目のばく露の終わ

94 り近くで、呼吸の速度と深さが増加し、血圧が低下した。イヌは2回目のばく露後にシ

95 ョック状態となり、著者らは麻酔の長期化が原因と推測した。剖検により、肺うっ血と

96 腎臓の髄質における点状出血がみられた。

97 イヌ(1頭)に125 ppmのジボランを30分間吸入ばく露した。数分以内に小腸の蠕動運動の

98 増加がみられ、EEG活動は30分間のばく露後に増加した。しかし、全ての活動はばく露

99 後1時間以内に正常に戻った。ばく露後5時間でイヌは死亡したが、その時点で肺水腫又

100 はチアノーゼの徴候はなかった。

101 イヌ(1頭)に、350 ppmのジボランを15分間ばく露した。ばく露後、イヌの血圧は下がり

102 始め、呼吸と胸部の動きは5分以内に増加した。ばく露4分後に死亡し、浮腫液が気管カ

103 ニューレから流れていることが確認された。末期ECGは洞徐脈とT波voltageが増加した。

104 剖検で肺のうっ血、出血及び浮腫の徴候、肝臓のうっ血及び腎尿細管に円柱がみられた。

105 次にイヌ(3頭)に40~125 ppmのジボランを2~2.5時間ばく露した。全てのイヌで腸の蠕

106 動運動が増加し、3頭中2頭で脳波の活動亢進がみられた。これらのイヌの1頭の脳波は

107 正常に戻ったが、もう1頭は大脳皮質活動の低下を示し、その後徐脈、最後に心室細動

108 がみられ死に至った。剖検で肺水腫がみられた。3頭目のイヌは試験終了までに死亡し、

109 肉眼的に肺水腫がみられた。

110

111 ○皮膚刺激性/腐食性：報告なし

112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152

○眼に対する重篤な損傷性／刺激性：報告なし

○皮膚感作性：報告なし

○呼吸器感作性：報告なし

○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）

LOAEL= 0.11 ppm (0.12 mg/m³)

根拠：Wistarラット（雄、14週齢、投与群各12匹）への、0、0.11、0.96 ppm (0、0.12、1.02 mg/m³)のジボランの6時間/日、5日/週、8週間の吸入ばく露試験において、0.11 ppm群以上の群で気管支肺胞洗浄液 (BALF)の好中球の比率の増加、血清中の α_1 -AT、SODの活性上昇、0.11 ppm群でBALFのリン脂質の一部成分（ホスファチジルグリセロール、スフィンゴミエリン）の増加、0.96 ppm群でBALFの総リン脂質の用量依存的な増加を認めた。

不確実係数 UF = 100

根拠：LOAEL→NOAEL変換 (10)、種差 (10)

評価レベル = 8.3×10^{-4} ppm (9.4×10^{-4} mg/m³)

計算式：0.11 ppm x 6/8 x 1/100 = 0.00083 ppm = 8.3×10^{-4} ppm

○生殖毒性：判断できない

根拠：ジボランのばく曝露によりマウスに精子形態異常が認められた報告があるが、ラットでは認められていない。また、生殖毒性試験が実施されていないことから、情報が少なく、生殖毒性があるとは判断できない。

(参考)

LOAEL = 0.2 ppm (0.23 mg/m³)

根拠：

・ICRマウス（雄、5週齢）への、0、0.2、0.7 ppm (0、0.23、0.79 mg/m³)のジボランの6時間/日、5日/週、4週間の吸入ばく露試験において、0.2 ppm群で無鉤形、0.7 ppm群で無鉤形、頭部巨大形の精子形態異常率が高かった。

不確実係数 UF = 100

根拠：LOAEL→NOAEL変換(10)、種差 (10)

評価レベル = 1.5×10^{-3} ppm (1.7×10^{-3} mg/m³)

計算式：0.2 ppm × 6/8 x 1/100 = 0.0015 ppm = 1.5×10^{-3} ppm

○遺伝毒性：判断できない

153 根拠：ネズミチフス菌TA98、TA100を用いた*in vitro* 復帰突然変異試験によると、ジボラン
154 ン（ガス捕集袋使用）2,000、5,000 ppmで、S9mix添加、非添加ともに陽性であつ
155 た。

156 ・大腸菌WP 2uvaA 用いた*in vitro* 復帰突然変異試験によると、ジボラン（ガス捕集
157 袋使用）最大投与濃度5,000 ppmで、S9mix添加にて陽性であった。

158 ・調査した範囲内では、他の試験方法での報告はない。

159

160 生殖細胞変異原性等：以上の他に情報なし。

161

162 ○神経毒性：あり

163 根拠：3年以上水素化ほう素にばく露していたとされる83名（中毒症状としては137例）の
164 中で、ジボランばく露による中毒症状は39例で、有訴率は胸部圧迫感(66%)、咳(38
165 %)、頭痛(20%)、悪心(15%)、悪寒(15%)、めまい(10%)、傾眠(2.5%)で、主な症候
166 は胸部の圧迫感、重苦しさ、しゃく熱館、息切れ、乾性咳嗽、前胸痛であった。ペ
167 ンタボランではめまい(71%)、頭痛(28%)、傾眠(78%)、悪心(7%)、デカボランでは
168 めまい(52%)、頭痛(42%)、傾眠(15%)、悪心(31%)と中枢神経の症候が主であった
169 。

170 ・低レベルのジボランへの長期ばく露では、頭のふらつき、非回転性、回転性のめま
171 い、悪寒、発熱を含む中枢神経系の症候と関連した筋力低下及び倦怠感がしばしば
172 見られたが、翌日には回復した、振戦あるいは筋攣縮はまれにしか見られず局所的
173 かつ短期であった。

174 ・実験室にいたヒトへの、水素化ほう素へのばく露症例4例のうちジボランと明記（ば
175 く露濃度不詳）のある症例は1例あった。その1人は、ばく露後数時間後において、
176 倦怠感、呼吸困難、悪寒、発熱が発生した症例で、肺炎と診断されてペニシリン治
177 療を受け回復している。

178 ・ジボランを含む水素化ほう素による急性中毒26症例の報告(Cordasco et al.,1962)
179 によると、3～5日継続する胸部圧迫感、呼吸困難、咳、喘鳴が一般的であり、約10
180 %の患者に、悪心、食欲不振、唾液過剰分泌が出現した（産衛1996）。33例のジボ
181 ラン亜急性中毒例では、頭痛、頭重感、倦怠感、傾眠が主症状となり、約25%の
182 患者が咳と胸部圧迫感を訴えていた。理学的には、胸部ラ音が主要所見であった。
183 ジボラン以外の水素化ほう素中毒が神経学的異常を主徴とするのに対し、ジボラン
184 中毒では呼吸器影響が主徴であることが特徴であると述べている。ばく露濃度に関
185 する記述はない。

186 ・イヌへの麻酔下にて、5～350 ppm (5.7～396 mg/m³)のジボランの15分～4時間ば
187 く露による頸動脈圧、気管内圧、心電図、呼吸機能、脳波等への影響を測定した。
188 初期の徴候は呼吸数増加、血圧の軽度低下、小腸平滑筋の活動活動性増大、後期の
189 影響は徐脈、心室細動であった。これらの兆候は6～14 ppm (6.8～16 mg/m³)で
190 は軽度の呼吸数増加以外はなかった。

191

192 (3) 許容濃度等

193 ACGIH TLV-TWA : 0.1 ppm (0.1 mg/m³) (1956 : 設定年) (ACGIH 2001)

194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234

根拠：ジボランの主要な影響は肺水腫であるが、中枢神経系にも影響を及ぼす。0.1 ppm の TLV-TWA は Comstock らの研究に基づいており、肺への急性中毒作用と神経系の累積作用を最小化する。Skin SEN 及び発がん性又は TLV-STEL の表記に十分なデータはない。

日本産業衛生学会：TWA 0.01 ppm (0.012 mg/m³) (1996：提案年) (産衛 1996)

根拠：ジボランの許容濃度を決定するに当たり考慮すべき健康影響は、呼吸器影響、精子形態異常、神経・筋系影響、循環器影響、変異原性である。神経・筋系及び循環器影響については、ばく露濃度に関するデータはないが、中毒例のように高濃度で発生すると考えられる。精子形態への影響についてはマウスとラットで一致した結果が得られていない。変異原性は非常に高濃度のジボランで出現しており、許容濃度設定という目的のためには不十分なデータである。従って、呼吸器影響発生の予防を目的として許容濃度を設定することが妥当と考える。

ヒトのデータでは、急性ばく露による症例・亜急性ばく露による症例ともに、ばく露濃度が不明であり、動物ばく露実験結果より許容濃度を設定せざるを得ない。動物実験のうち最も低いばく露濃度の実験は、雄ラットに 0.11 ppm ジボランを 8 週間ばく露した試験である。この試験結果からは、組織病理学的に呼吸器系影響は検出できなかったものの、BALF 中の好中球の増加、ALP 活性の上昇、リン脂質成分の一部 (ホスファチジルグリセロール、スフィンゴミエリン) の増加は、気管支肺胞領域に炎症が継続していることを示している。従って、ジボラン 8 週間ばく露の呼吸器影響に関する無作用濃度は 0.11 ppm 未満と考えられる。無作用濃度のデータが得られるまで、許容濃度 0.01 ppm を勧告する。

DFG MAK：取下げ (MAK 2000)

根拠：ジボランのヒト影響へのばく露濃度データが入手できないことと動物実験では 0.11 ppm において観察された最小濃度では既に有害影響はあり NOAEL を導出することは不可能である。よって、MAK 勧告値を取り下げて、MAK/BAT の Section IIb に含める。

NIOSH REL：TWA 0.1 ppm (0.1 mg/m³)

OSHA PEL：TWA 0.1 ppm (0.1 mg/m³)

(4) 評価値

○一次評価値：0.00083 ppm (0.00094 mg/m³)

動物試験から導き出された最小毒性量 (LOAEL) から不確実係数を考慮して算定した評価レベルを一次評価値とした。

※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。

○二次評価値：0.01 ppm (0.012 mg/m³)

235 日本産業衛生学会が勧告している許容濃度を二次評価値とした。

236 ※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
237 も、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
238 測される濃度で、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」
239 に基づき、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
240 用している。

241 3 ばく露実態評価

242 (1) 有害物ばく露作業報告の提出状況

243 ジボランの有害物ばく露作業報告については、概要下表のとおり提出があった（詳細は別
244 添3）。なお、主な用途は「他の製剤等の原料として使用」であり、その他に「対象物の製造」
245 及び「その他」があった。また、作業の種類は「充填又は袋詰め作業」、「計量、配合、注入、
246 投入又は小分けの作業」、「ろ過、混合、攪拌、混練又は加熱の作業」及び「その他」であった。

	報告数	4事業場	計7件
年間製造・取扱量	～500kg未満		14%
	500kg～1t未満		29%
	1t～10t未満		57%
	10t～100t未満		
	100t～1000t未満		
	1000t～		
作業1回当たり製造・取扱量 (単位kg又はL)	～1未満		
	1～1000未満		83%
	1000～		17%
1日当たり 作業時間	～15分未満		17%
	15分～30分未満		
	30分～1時間未満		50%
	1時間～3時間未満		33%
	3時間～5時間未満		
5時間～			
発散抑制措置	密閉化設備		
	局所排気装置		100%
	プッシュプル		
	全体換気装置		

247

248 (2) ばく露実態調査結果

249 有害物ばく露作業報告のあった4事業場のうち2事業場（平成27年度1事業場、平成28年度1
250 事業場）についてばく露実態調査を実施した。ただし、平成28年度の1事業場での測定におい
251 ては、調査当日にホウ素化合物を含む粉体原料が同時に取り扱われており、測定結果に影響
252 を与えた可能性が高かったことから、同一事業場の対象作業について、平成30年度に再度ば
253 く露実態調査を実施した。

254 対象事業場においては、製造・取扱作業に従事する5人（延べ7人）について個人ばく露測定
255 を行うとともに、8地点（延べ9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

256 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）を算定した。
 257 （※4 事業場のうち 1 事業場は誤報告。また、1 事業場は事前調査によりボンベの運搬等の作業
 258 のみであることが把握され、ジボランへのばく露の可能性が低いと考えられたため調査対
 259 象から除外した。残る 2 事業場から調査の協力に係る同意が得られたため、この 2 事業場
 260 を最終的に調査対象とした。）

- 261 ○測定分析法（詳細な測定分析法は別添 4 に添付）
 262 ・サンプリング：純水を捕集液とする液体捕集
 263 ・分析法：誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP-OES）

264 ○対象事業場における作業の概要
 265 対象事業場におけるジボランの用途は、「対象物の製造」及び「他製剤の原料」であった。
 266 ジボランのばく露の可能性のある主な作業（その1回当たり作業時間）は、「ボンベの配
 267 管接続・取り外し等」（3～15分）及び「粉体原料投入等」（15分）であった。
 268 また、作業環境に関しては、調査した作業は全て屋内で行われており、ばく露防止対策
 269 としては、粉体原料投入等の作業については局所排気装置が設置され、かつ呼吸用保護具
 270 が使用されていたことに加え、高圧ガス保安法の規定に基づくガス検知器（検出下限
 271 0.01ppm）による連続モニタリングが行われていた。

272 ○測定結果
 273 測定は、5人（延べ7人）の労働者に対し実施したが、ホウ素化合物を含む粉体原料が同時
 274 に取り扱われており、測定結果に影響を与えた可能性が高かった平成28年度の1事業場以外
 275 での測定結果は、いずれも定量下限値を下回っていた。（平成28年度の1事業場については、
 276 8時間 TWA を算出しない。）

277 個人ばく露測定の結果からも、8時間 TWA の値は、算出できない。（データ数 N<5のため、
 278 区間推定上側限界値（信頼率90%、上側5%）は計算しない。）

279 以上より、ばく露最大値は、ばく露評価ガイドラインの規定（区間推定上側限界値又は
 280 ばく露最大値の高い方を最大値とする。）に準拠しても算出できないが、少なくとも、個人
 281 ばく露測定の定量下限値の最大値の0.052 ppb より小さく、二次評価値に比べて低いと考え
 282 られる。

283 なお、スポット測定の実測データについても、全て定量下限値を下回っていた。

284 表：ばく露の可能性のある作業

被測定者	ばく露の可能性のある作業（測定中の実施時間）
a1～a3	ボンベの配管接続・取り外し等（3～15分）
b1～b2 (c1～c2)	粉体原料投入等（15分）

285 表：最大ばく露濃度の推定

有効測定データ数	N = 0
コルモゴロフ・スミルノフ検定 (N<5のため計算できない)	
測定データの最大値（TWA 値） (いずれも定量下限値未満)	

対数正規分布の適合を判定できないため、区間推定上側限界値を表示しない	
N<10のため区間推定上側限界値の計算を行わない	
二次評価値	0.01 ppm

286

287 4 リスクの判定及び今後の対応

288 以上のとおり、ジボランの製造・取扱事業場においては、全ての測定データが個人ばく露測定
 289 の定量下限値の最大値である 0.052 ppb を下回っており、二次評価値 0.01 ppm に比べても十分
 290 低いため、経気道からのばく露のリスクは低いと思われる。また、本物質について、日本産業衛
 291 生学会又は ACGIH において経皮吸収の勧告はなされていない。

292 本物質は、労働安全衛生法に基づくラベル表示及び SDS 交付、並びにリスクアセスメントの
 293 義務対象物質となっている。本物質の製造・取扱作業に労働者等を従事させる事業者は、本物
 294 質が反復投与毒性、神経毒性がある物質であることを踏まえてリスクアセスメントを実施し、
 295 自主的なリスク管理を行うことが必要である。

別添1：有害性総合評価表

297 物質名：ジボラン

有害性の種類	評価結果
ア 急性毒性	<p><u>致死性</u></p> <p>ラット 吸入：LC₅₀ = 40～80 ppm or (45～90) mg/m³</p> <p>マウス 吸入：LC₅₀ = 29 ppm or 33 mg/m³</p> <p><u>健康影響</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・Wistarラット (雄、9週齢) への、0、1、10、20 ppm (0、1.1、11、23 mg/m³)のジボランの4時間の吸入単回ばく露試験において、20 ppm群で、ばく露直後、1日後、3日後、2週間後の気管支肺胞洗浄液 (BALF)を分析した結果、細胞分画でばく露直後～3日で顕著な多核白血球の増加及びマクロファージの減少、スーパーオキシドディスムターゼ (SOD) の活性上昇、α₁-アンチトリプシン (α₁-AT)の活性上昇が検出され、2週間後に対照群と同じレベルになった。リン脂質はばく露3日後に顕著に増加した。1 ppm群で、ばく露3日目後のBALF分析でα₁-AT、総タンパクが増加していた (MAK 2000) (産衛1996)。好中球の移行には濃度依存性がみられ、これらの肺の病変は3日を越えて残ることがあった。 ・ラットへの、45～100 ppm (51～113 mg/m³)のジボランの急性吸入試験により、病理組織学的に肺水腫、肺出血を観察した。 ・ICRマウス (雄、5週齢)への、15 ppm (17 mg/m³) の半導体用高純度のジボランの1、2、4、8時間の吸入単回ばく露試験において、2時間以上のばく露で肺重量の増加、汎細気管支炎様変化、ばく露時間が長くなると肺うっ血、肺水腫が観察された。 ・ICRマウス (雄、5週齢)への、1、5 ppm (1、5.7 mg/m³)のジボランの1、2、4、8時間の吸入単回ばく露試験において、5 ppm群で肺重量の増加、汎細気管支炎様変化が観察された。1 ppm群で肺の変化はみられなかった。 ・ICRマウス (雄、5週齢)への、15 ppm (17 mg/m³) のジボランの4時間ばく露の肺病変の経時追跡の結果では、ばく露直後で好中球の浸潤、ばく露3日目で汎気管支炎様変化、肺うっ血、肺水腫、マクロファージの細胞内浸潤、ばく露2週間後で気管支周囲のリンパ組織増生と炎症細胞浸潤が観察された。 ・ハムスターへの、50 ppm (57 mg/m³)のジボランの8時間急性吸入試験により、急性肺水腫を観察した。 ・イヌへの麻酔下にて、5～350 ppm (5.7～396 mg/m³)のジボランの15分～4

有害性の種類	評価結果
	<p>時間ばく露による頸動脈圧、気管内圧、心電図、呼吸機能、脳波等への影響を測定した。初期の徴候は呼吸数増加、血圧の軽度低下、小腸平滑筋の活動性増大、後期の影響は徐脈、心室細動であった。これらの徴候は6～14 ppm (6.8～16 mg/m³)では軽度の呼吸数増加以外はなかった (産衛1996)。著者のKunkelらはこれらの徴候について、中枢神経系における変化に起因する可能性があるとしながらも、主要な影響は肺水腫の発症であると結論している。</p> <p>・イヌ(品種と性別は混合)に種々の濃度のジボランを吸入ばく露した結果がKunkelら(1956)によって報告された。</p> <p>イヌ(3頭)に6～14 ppmのジボランを45分～4時間吸入ばく露した。このばく露期間中は、心電図、血圧への影響はなく、呼吸の僅かな増加のみがみられた。しかし、剖検では、重度の肺出血と僅かな肺水腫がみられた。</p> <p>イヌ(3頭)に53～63 ppmのジボランを15分間吸入ばく露した。動物は呼吸の速度と深さが増加した。1頭で血圧の低下と徐脈がみられたが、他の2頭は正常な心電図を示した。剖検で肺うっ血、出血及び浮腫がみられた。他の臓器はある程度のうっ血がみられた以外は正常に見えた。</p> <p>イヌに5 ppmのジボランを1日4時間、翌日3時間吸入ばく露した。2回目のばく露の終わり近くで、呼吸の速度と深さが増加し、血圧が低下した。イヌは2回目のばく露後にショック状態となり、著者らは麻酔の長期化が原因と推測した。剖検により、肺うっ血と腎臓の髄質における点状出血がみられた。</p> <p>イヌ(1頭)に125 ppmのジボランを30分間吸入ばく露した。数分以内に小腸の蠕動運動の増加がみられ、EEG活動は30分間のばく露後に増加した。しかし、全ての活動はばく露後1時間以内に正常に戻った。ばく露後5時間でイヌは死亡したが、その時点で肺水腫又はチアノーゼの徴候はなかった。</p> <p>イヌ(1頭)に、350 ppmのジボランを15分間ばく露した。ばく露後、イヌの血圧は下がり始め、呼吸と胸部の動きは5分以内に増加した。ばく露4分後に死亡し、浮腫液が気管カニューレから流れていることが確認された。末期ECGは洞徐脈とT波voltageが増加した。剖検で肺のうっ血、出血及び浮腫の徴候、肝臓のうっ血及び腎尿細管に円柱がみられた。</p> <p>次にイヌ(3頭)に40～125 ppmのジボランを2～2.5時間ばく露した。全てのイヌで腸の蠕動運動が増加し、3頭中2頭で脳波の活動亢進がみられた。これらのイヌの1頭の脳波は正常に戻ったが、もう1頭は大脳皮質活動の低下を示し、その後徐脈、最後に心室細動がみられ死に至った。剖検で肺水腫がみられた。3頭目のイヌは試験終了までに死亡し、肉眼的に肺水腫がみられた。</p>
イ 刺激性/ 腐食性	皮膚刺激性/腐食性：報告なし 眼に対する重篤な損傷性/刺激性：報告なし
ウ 感作性	皮膚感作性：報告なし 呼吸器感作性：報告なし

有害性の種類	評価結果
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= 0.11 ppm (0.12 mg/m³)</p> <p>根拠：Wistarラット (雄、14週齢、投与群各12匹) への、0、0.11、0.96 ppm (0、0.12、1.02 mg/m³)のジボランの6時間/日、5日/週、8週間の吸入ばく露試験において、0.11 ppm群以上の群で気管支肺胞洗浄液 (BALF)の好中球の比率の増加、血清中のα_1-AT、SODの活性上昇、0.11 ppm群でBALFのリン脂質の一部成分 (ホスファチジルグリセロール、スフィンゴミエリン) の増加、0.96 ppm群でBALFの総リン脂質の用量依存的な増加を認めた。</p> <p>不確実係数 UF = 100</p> <p>根拠： LOAEL→NOAEL変換 (10)、種差 (10)</p> <p>評価レベル =8.3×10^{-4} ppm (9.4×10^{-4} mg/m³)</p> <p>計算式：0.11 ppm x 6/8 x 1/100 = 0.00083 ppm = 8.3×10^{-4} ppm</p>
オ 生殖毒性	<p>生殖毒性： 判断できない</p> <p>根拠：ジボランのばく曝露によりマウスに精子形態異常が認められた報告があるが、ラットでは認められていない。また、生殖毒性試験が実施されていないことから、情報が少なく、生殖毒性があるとは判断できない。</p> <p>(参考)</p> <p>LOAEL = 0.2 ppm (0.23 mg/m³)</p> <p>根拠：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ICRマウス (雄、5週齢) への、0、0.2、0.7 ppm (0、0.23、0.79 mg/m³)のジボランの6時間/日、5日/週、4週間の吸入ばく露試験において、0.2 ppm群で無鉤形、0.7 ppm群で無鉤形、頭部巨大形の精子形態異常率が高かった。 <p>不確実係数 UF = 100</p> <p>根拠： LOAEL→NOAEL変換(10)、種差 (10)</p> <p>評価レベル = 1.5×10^{-3} ppm (1.7×10^{-3} mg/m³)</p> <p>計算式：0.2 ppm × 6/8 x 1/100 = 0.0015 ppm = 1.5×10^{-3} ppm</p>
カ 遺伝毒性	<p>遺伝毒性：判断できない</p> <p>根拠：ネズミチフス菌TA98、TA100を用いた<i>in vitro</i> 復帰突然変異試験によると、ジボラン (ガス捕集袋使用) 2,000、5,000 ppmで、S9mix添加、非添加ともに陽性であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大腸菌WP 2uvuA 用いた<i>in vitro</i> 復帰突然変異試験によると、ジボラン (ガス捕集袋使用) 最大投与濃度5,000 ppmで、S9mix添加にて陽性であった。 ・調査した範囲内では、他の試験方法での報告はない。

有害性の種類	評価結果
	生殖細胞変異原性等：以上の他に情報なし。
キ 発がん性	発がん性： 報告なし
ク 神経毒性	<p>神経毒性：あり</p> <p>根拠：・3年以上水素化ほう素にばく露していたとされる83名（中毒症状としては137例）の中で、ジボランばく露による中毒症状は39例で、有訴率は胸部圧迫感(66%)、咳(38%)、頭痛(20%)、悪心(15%)、悪寒(15%)、めまい(10%)、傾眠(2.5%)で、主な症候は胸部の圧迫感、重苦しさ、しゃく熱館、息切れ、乾性咳嗽、前胸痛であった。ペンタボランではめまい(71%)、頭痛(28%)、傾眠(78%)、悪心(7%)、デカボランではめまい(52%)、頭痛(42%)、傾眠(15%)、悪心(31%)と中枢神経の症候が主であった（Lowe 1957）。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・低レベルのジボランへの長期ばく露では、頭のふらつき、めまい、バーティゴ(空間識失調)、悪寒、発熱を含む中枢神経系の症候と関連した筋力低下及び倦怠感がしばしば見られたが、翌日には回復した、振戦あるいは筋攣縮はまれにしか見られず局所的かつ短期であった（Lowe 1957）（AEGLs 2003）。 ・実験室にいたヒトへの、水素化ほう素へのばく露症例4例のうちジボランと明記（ばく露濃度不詳）のある症例は1例あった。その1人は、ばく露後数時間後において、倦怠感、呼吸困難、悪寒、発熱が発生した症例で、肺炎と診断されてペニシリン治療を受け回復している（産衛1996）。 ・ジボランを含む水素化ほう素による急性中毒26症例の報告(Cordasco et al.,1962)によると、3～5日継続する胸部圧迫感、呼吸困難、咳、喘鳴が一般的であり、約10%の患者に、悪心、食欲不振、唾液過剰分泌が出現した（産衛1996）。33例のジボラン亜急性中毒例では、頭痛、頭重感、倦怠感、傾眠が主症状となり、約25%の患者が咳と胸部圧迫感を訴えていた。理学的には、胸部ラ音为主要所見であった。ジボラン以外の水素化ほう素中毒が神経学的異常を主徴とするのに対し、ジボラン中毒では呼吸器影響が主徴であることが特徴であると述べている。ばく露濃度に関する記述はない（産衛1996）。 ・イヌへの麻酔下にて、5～350 ppm (5.7～396 mg/m3)のジボランの15分～4時間ばく露による頸動脈圧、気管内圧、心電図、呼吸機能、脳波等への影響を測定した。初期の徴候は呼吸数増加、血圧の軽度低下、小腸平滑筋の活動活動性増大、後期の影響は徐脈、心室細動であった。これらの兆候は6～14 ppm (6.8～16 mg/m3)では軽度の呼吸数増加以外はなかった。
ケ 許容濃度の設定	<p>ACGIH：TLV-TWA 0.1 ppm (0.1 mg/m3) (1956：設定年) (ACGIH 2001)</p> <p>根拠：ジボランの主要な影響は肺水腫であるが、中枢神経系にも影響を及ぼす。0.1 ppmのTLV-TWAはComstockらの研究に基づいており、肺への急性中毒作用と神経系の累積作用を最小化する。Skin SEN及び発がん性又は</p>

有害性の種類	評価結果
	<p>TLV-STELの表記に十分なデータはない。</p> <p>日本産業衛生学会：0.01 ppm (0.012 mg/m³) (1996：提案年) (産衛 1996)</p> <p>根拠：ジボランの許容濃度を決定するに当たり考慮すべき健康影響は、呼吸器影響、精子形態異常、神経・筋系影響、循環器影響、変異原性である。神経・筋系及び循環器影響については、ばく露濃度に関するデータはないが、中毒例のように高濃度で発生すると考えられる。精子形態への影響についてはマウスとラットで一致した結果が得られていない。変異原性は非常に高濃度のジボランで出現しており、許容濃度設定という目的のためには不十分なデータである。従って、呼吸器影響発生の予防を目的として許容濃度を設定することが妥当と考える。</p> <p>ヒトのデータでは、急性ばく露による症例・亜急性ばく露による症例ともに、ばく露濃度が不明であり、動物ばく露実験結果より許容濃度を設定せざるを得ない。動物実験のうち最も低いばく露濃度の実験は、雄ラットに0.11 ppmジボランを8週間ばく露した試験である。この試験結果からは、組織病理学的に呼吸器系影響は検出できなかったものの、BALF中の好中球の増加、ALP活性の上昇、リン脂質成分の一部 (ホスファチジルグリセロール、スフィンゴミエリン)の増加は、気管支肺胞領域に炎症が継続していることを示している。従って、ジボラン8週間ばく露の呼吸器影響に関する無作用濃度は0.11 ppm未満と考えられる。無作用濃度のデータが得られるまで、許容濃度0.01 ppmを勧告する。</p> <p>DFG MAK：取下げ (MAK 2000)</p> <p>根拠：ジボランのヒト影響へのばく露濃度データが入手できないことと動物実験では0.11 ppmにおいて観察された最小濃度では既に有害影響はありNOAELを導出することは不可能である。よって、MAK勧告値を取り下げて、MAK/BATのSection IIbに含める。</p> <p>NIOSH REL：0.1 ppm (0.1 mg/m³) (NIOSH 2018)</p> <p>OSHA：0.1 ppm (0.1 mg/m³) (OSHA 2018)</p> <p>UK：設定なし (UK/HSE 2018)</p>

別添2：有害性評価書（案）

298

299 物質名：ジボラン

300

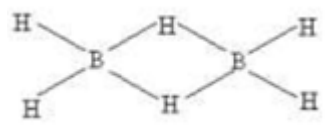
301 1. 化学物質の同定情報 (ICSC 2006) (厚労省 2006)

302 名 称：ジボラン

303 別 名：ボロエタン、ジボロンヘキサハイドライド、Diborane

304 化学式： B_2H_6/BH_3BH_3

305 構造式：



306

307 分子 量：27.7

308 CAS番号：19287-45-7

309 労働安全衛生法施行令別表9 (名称等を表示又は通知すべき危険物及び有害物) 第283号

310

311 2. 物理化学的情報

312 (1) 物理化学的性状 (ICSC 2006) (AEGLs 2003)(化工日2019)

外観： 引火点：-32℃、引火性気体

特徴的な臭気のある、無色の圧縮気体

比重 (水=1)： 発火点：40-50℃

沸点：-92℃ 爆発限界(空気中)：0.8-88 vol%

蒸気圧： 溶解性 (水)：
水素とホウ酸に加水分解する。

蒸気密度 (空気=1)：0.96 オクタノール/水分配係数 log Pow：

融点：-165℃ 換算係数：
1 ppm = 1.13 mg/m³ (25℃)
1 mg/m³ = 0.883 ppm (25℃)

嗅覚閾値：2.5 ppm

313

314 (2) 物理的・化学的危険性 (ICSC 2006)

315 ア 火災危険性：引火性がきわめて高い。汚染物質があると発火温度が低くなるため、室
316 温以下で発火することがある

317 イ 爆発危険性：気体/空気の混合気体は、爆発性である。水と接触すると、爆発の危険性
318 がある。

319 ウ 物理的危険性：この気体は空気とよく混合し、爆発性混合物を生成しやすい。

320 エ 化学的危険性：水などの消火薬剤と激しく反応する。酸化剤と激しく反応する。加熱
321 すると、急速に分解する。水素、ホウ酸および酸化ホウ素を生じる。

322

323 3. 生産・輸入量/使用量/用途(化工日 2019) (ACGIH 2001)

324 製造・輸入量：情報なし

325 用途：ロケット推進薬、還元剤、ゴムの加硫剤、オレフィン重合の触媒、火焰促進剤及びドー
326 ピング剤。

327 製造業者：住友精化、日本エアー・リキード、第一化成産業

328 輸入：高千穂商事

329

330 4. 健康影響

331 【体内動態 (吸収・分布・代謝・排泄)】

332 ・ジボランは水分と接触すると数秒でホウ酸と水素に加水分解する。ジボランによる強い肺
333 毒性はホウ酸と水素の毒性では説明ができず、分解熱、強い還元作用による生体成分との
334 反応、高次ホウ素化合物が関与していると推定される。分解したジボランはホウ酸として
335 吸収され尿中に排泄される(産衛1996)。

336

337 (参考情報)

338

339 (1) 実験動物に対する毒性

340 ア 急性毒性

341 致死性

342 実験動物に対するジボランの急性毒性試験結果を以下にまとめる (RTECS、AEGLs)。

343

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、4h-LC ₅₀	29 ppm (33 mg/m ³)	40~80 ppm (45~90 mg/m ³)	-
経口、LD ₅₀	-	-	-
経皮、LD ₅₀	-	-	-

344 追記) 吸入 2h-LCLo: イヌ 125 ppm (141 mg/m³)

345 8h-LCLo: ハムスター 50 ppm (57 mg/m³)

346

347 健康影響

348 ・Wistarラット (雄、9週齢) への、0、1、10、20 ppm (0、1.1、11、23 mg/m³)のジボランの
349 4時間の吸入単回ばく露試験において、20 ppm群で、ばく露直後、1日後、3日後、2週間
350 後の気管支肺胞洗浄液 (BALF)を分析した結果、細胞分画でばく露直後~3日で顕著な多
351 核白血球の増加及びマクロファージの減少、スーパーオキシドディスムターゼ (SOD)
352 の活性上昇、 α_1 -アンチトリプシン (α_1 -AT)の活性上昇が検出され、2週間後に対照群と
353 同じレベルになった。リン脂質はばく露3日後に顕著に増加した。1 ppm群で、ばく露3
354 日後のBALF分析で α_1 -AT、総タンパクが増加していた (MAK 2000) (産衛1996)。好中
355 球の移行には濃度依存性がみられ、これらの肺の病変は3日を超えて残ることがあった
356 (MAK 2000)。

357 ・ラットへの、45~100 ppm (51~113 mg/m³)のジボランの急性吸入試験により、病理組織
358 学的に肺水腫、肺出血を観察した (産衛1996)。

359 ・ICRマウス (雄、5週齢)への、15 ppm (17 mg/m³) の半導体用高純度のジボランの1、2、4
360 、8時間の吸入単回ばく露試験において、2時間以上のばく露で肺重量の増加、汎細気管
361 支炎様変化、ばく露時間が長くなると肺うっ血、肺水腫が観察された (産衛1996)。

362 ・ICRマウス (雄、5週齢)への、1、5 ppm (1、5.7 mg/m³)のジボランの1、2、4、8時間の吸

363 入単回ばく露試験において、5 ppm群で肺重量の増加、汎細気管支炎様変化が観察され
364 た。1 ppm群で肺の変化はみられなかった (産衛1996)。

365 • ICRマウス (雄、5週齢)への、15 ppm (17 mg/m³) のジボランの4時間ばく露の肺病変の
366 経時追跡の結果では、ばく露直後で好中球の浸潤、ばく露3日目で汎気管支炎様変化、
367 肺うっ血、肺水腫、マクロファージの細胞内浸潤、ばく露2週間後で気管支周囲のリン
368 パ組織増生と炎症細胞浸潤が観察された (産衛1996)。

369 • ハムスターへの、50 ppm (57 mg/m³)のジボランの8時間急性吸入試験により、急性肺水腫
370 を観察した (RTECS 2018)。

371 • イヌへの麻酔下にて、5~350 ppm (5.7~396 mg/m³)のジボランの15分~4時間ばく露による
372 頸動脈圧、気管内圧、心電図、呼吸機能、脳波等への影響を測定した。初期の徴候は
373 呼吸数増加、血圧の軽度低下、小腸平滑筋の活動性増大、後期の影響は徐脈、心室細動
374 であった。これらの徴候は6~14 ppm (6.8~16 mg/m³)では軽度の呼吸数増加以外はな
375 かった (産衛1996)。著者のKunkel らはこれらの徴候について、中枢神経系における変化
376 に起因する可能性があるとしながらも、主要な影響は肺水腫の発症であると結論してい
377 る (ACGIH 2001)。

378 • イヌ(品種と性別は混合)に種々の濃度のジボランを吸入ばく露した結果がKunkelら(1956)
379 によって報告された。

380 イヌ(3頭)に6~14 ppmのジボランを45分~4時間吸入ばく露した。このばく露期間中は、
381 心電図、血圧への影響はなく、呼吸の僅かな増加のみがみられた。しかし、剖検では、
382 重度の肺出血と僅かな肺水腫がみられた。

383 イヌ(3頭)に53~63 ppmのジボランを15分間吸入ばく露した。動物は呼吸の速度と深さが
384 増加した。1頭で血圧の低下と徐脈がみられたが、他の2頭は正常な心電図を示した。剖
385 検で肺うっ血、出血及び浮腫がみられた。他の臓器はある程度のうっ血がみられた以外
386 は正常に見えた。

387 イヌに5 ppmのジボランを1日4時間、翌日3時間吸入ばく露した。2回目のばく露の終わ
388 り近くで、呼吸の速度と深さが増加し、血圧が低下した。イヌは2回目のばく露後にシ
389 ョック状態となり、著者らは麻酔の長期化が原因と推測した。剖検により、肺うっ血と
390 腎臓の髄質における点状出血がみられた。

391 イヌ(1頭)に125 ppmのジボランを30分間吸入ばく露した。数分以内に小腸の蠕動運動の
392 増加がみられ、EEG活動は30分間のばく露後に増加した。しかし、全ての活動はばく露
393 後1時間以内に正常に戻った。ばく露後5時間でイヌは死亡したが、その時点で肺水腫又
394 はチアノーゼの徴候はなかった。

395 イヌ(1頭)に、350 ppmのジボランを15分間ばく露した。ばく露後、イヌの血圧は下がり
396 始め、呼吸と胸部の動きは5分以内に増加した。ばく露4分後に死亡し、浮腫液が気管カ
397 ニューレから流れていることが確認された。末期ECGは洞徐脈とT波voltageが増加した
398 。剖検で肺のうっ血、出血及び浮腫の徴候、肝臓のうっ血及び腎尿細管に円柱がみられ
399 た。

400 次にイヌ(3頭)に40~125 ppmのジボランを2~2.5時間ばく露した。全てのイヌで腸の蠕
401 動運動が増加し、3頭中2頭で脳波の活動亢進がみられた。これらのイヌの1頭の脳波は
402 正常に戻ったが、もう1頭は大脳皮質活動の低下を示し、その後徐脈、最後に心室細動
403 がみられ死に至った。剖検で肺水腫がみられた。3頭目のイヌは試験終了までに死亡し

404 、肉眼的に肺水腫がみられた(Kunkel et al 1956) (AEGLs 2003)。

405

406 イ 刺激性および腐食性

407 ・調査した範囲内では、報告はない。

408

409 ウ 感作性

410 ・調査した範囲内では、報告はない。

411

412 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）

413 吸入ばく露

- 414 ・Wistarラット（雄、14週齢、投与群各12匹）への、0、0.11、0.96 ppm (0、0.12、1.02
415 mg/m³)のジボランの6時間/日、5日/週、8週間の吸入ばく露試験において、0.11 ppm群以
416 上の群で気管支肺胞洗浄液 (BALF) の好中球の比率の増加、血清中の α_1 -AT、SODの活
417 性上昇、0.11 ppm群でBALFのリン脂質の一部成分（ホスファチジルグリセロール、スフ
418 インゴミエリン）の増加、0.96 ppm群でBALFの総リン脂質の用量依存的な増加を認めた
419 (産衛1996)。病理組織学的に呼吸器系影響は検出できなかった（産衛1996）。精巣への影
420 響については、精子数、精子奇形率、精巣重量、精巣組織に異常はなかった（環境省
421 2010) (産衛1996)。この結果から、LOAELを0.11 ppmとした（環境省2010）。
- 422 ・ICRマウス（雄、5週齢）への、0、0.2、0.7 ppm (0、0.23、0.79 mg/m³)のジボランの6時間/
423 日、5日/週、2又は4週間の吸入ばく露試験において、0.2 ppm群以上のすべての群で細気
424 管支領域に軽度の多核白血球の浸潤がみられた。また、0.7 ppm群の2週間ばく露で肺重
425 量の増加を認めた（産衛1996）。この結果から、LOAELを0.2 ppmとした（環境省2010）。
- 426 ・ICRマウス（雄、5週齢、10匹）への、5 ppm (5.7 mg/m³)のジボランの6時間/日、5日/週、
427 2又は4週間の吸入ばく露試験において、体重増加抑制及び肺重量の増加、気管支領域に
428 リンパ組織増生、肺胞内マクロファージ浸潤、鼻腔内浸出液が観察された（産衛1996）。
- 429 ・イヌ（2匹）、ラット（18～20匹）への、1～2、5 ppm (1.1～2.3、5.7 mg/m³)及びモルモット
430 (10匹)への、1～2 ppm (1.1～2.3 mg/m³)のジボランの6ヶ月間の吸入ばく露試験において
431 、5 ppm群でイヌ2/2、ラット17/18が死亡し、1～2 ppm群でイヌ1/2、ラット10/20、モル
432 モット10/10が生存した。剖検で明白なジボラン特有の所見(肺の変化)はなかった。
433 ACGIH (2001)は、5 ppmで死亡したイヌにみられた肺感染症の兆候徴候は呼吸器刺激の
434 二次的作用と考えられるとし、呼吸器への繰り返しの傷害が1～2 ppmの死亡の原因と考
435 えられるとしている。一方、産業衛生学会 (1996)は、ラット対照群で肺感染症が発生し
436 たことから、呼吸器への正しい評価は出来ていないと考えるとしている(Comstock et
437 al.,1954)(ACGIH 2001) (産衛1996)。
- 438 ・ラットへの、約2.1 ppm (2.5 mg/m³)のジボランの4ヶ月吸入試験により、ばく露開始1週で
439 気管粘膜への円形細胞浸潤、肺うっ血、肺炎を観察した（産衛1996）。
- 440 ・ラットへの、約5 ppm (5.7 mg/m³)のジボランの亜急性吸入試験により、病理組織学的に
441 肺水腫、肺出血を観察した（産衛1996）。

442

443 経口投与/経皮投与/その他の経路等

444 ・調査した範囲内では、報告はない。

445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477

オ 生殖毒性

吸入ばく露

- Wistarラット (雄、14週齢、投与群各12匹) への、0、0.11、0.96 ppm (0、0.12、1.02 mg/m³)のジボランの6時間/日、5日/週、8週間の吸入ばく露試験において、精巣への影響については、精子数、精子奇形率、精巣重量、精巣組織に異常はなかった (産衛1996)。
~~この結果から、NOAELを0.11 ppmとした (環境省2010)。~~
- ICRマウス (雄、5週齢) への、0、0.2、0.7 ppm (0、0.23、0.79 mg/m³)のジボランの6時間/日、5日/週、4週間の吸入ばく露試験において、0.2 ppm群で無鉤形、0.7 ppm群で無鉤形、頭部巨大形の精子形態異常率が高かった (産衛1996)。この結果から、LOAELを0.2 ppmとした (環境省2010)。

経口投与/経皮投与/その他の経路等

- 調査した範囲内では、報告はない。

カ 遺伝毒性

- ネズミチフス菌TA98、TA100を用いた*in vitro* 復帰突然変異試験によると、ジボラン (ガス捕集袋使用) 2,000、5,000 ppmで、S9mix添加、非添加ともに陽性であった (Araki et al., 1994) (産衛1996) (RTECS)。
- 大腸菌WP 2uvrA 用いた*in vitro* 復帰突然変異試験によると、ジボラン (ガス捕集袋使用) 最大投与濃度5,000 ppmで、S9mix添加にて陽性であった (Araki et al., 1994) (産衛1996)。
調査した範囲内では、他の試験方法での報告はない。

試験方法		使用細胞種/動物種・S9の有無・濃度/用量	結果
<i>In vitro</i>	復帰突然変異試験	ネズミチフス菌TA98、100、TA1535、1537 -S9mix・500、1,000、2,000、5,000 ppm ガス捕集袋使用	+
		ネズミチフス菌TA98、100、TA1535、1537 +S9mix・500、1,000、2,000、5,000 ppm ガス捕集袋使用	+
		大腸菌WP 2uvrA ・ -S9mix・500、1,000、2,000、5,000 ppm ガス捕集袋使用	-
		大腸菌WP 2uvrA ・ +S9mix・500、1,000、2,000、5,000 ppm ガス捕集袋使用	+

- : 陰性 + : 陽性

キ 発がん性

- 調査した範囲内では、報告はない。

ク 神経毒性

吸入ばく露

- イヌへの麻酔下にて、5~350 ppm (5.7~396 mg/m³)のジボランの15分~4時間ばく露による頸動脈圧、気管内圧、心電図、呼吸機能、脳波等への影響を測定した。初期の徴候は呼吸数増加、血圧の軽度低下、小腸平滑筋の活動性増大、後期の影響は徐脈、心室細動であった。これらの徴候は6~14 ppm (6.8~16 mg/m³)では軽度の呼吸数増加以外はなか

478 った (産衛1996)。著者のKunkelらはこれらの徴候について、中枢神経系における変化
479 に起因する可能性があるとしながらも、主要な影響は肺水腫の発症であると結論してい
480 る (ACGIH 2001)。

481 ・イヌ(3頭)に40~125 ppmのジボランを2~2.5時間ばく露した。全てのイヌで腸の蠕動運
482 動が増加し、3頭中2頭で脳波の活動亢進がみられた。これらのイヌの1頭の脳波は正常
483 に戻ったが、もう1頭は大脳皮質活動の低下を示し、その後徐脈、最後に心室細動がみら
484 れ死に至った。剖検で肺水腫がみられた。3頭目のイヌは試験終了までに死亡し、肉眼的
485 に肺水腫がみられた((AEGLs 2003)。

486
487

488 経口投与/経皮投与/その他の経路等

489 ・調査した範囲内では、報告はない。

490

491 ケ その他の試験

492 ・調査した範囲内では、報告はない。

493

494 (2) ヒトへの影響 (疫学調査および事例)

495 ア 急性毒性

496 ・3年以上水素化ほう素にばく露していたとされる83名(中毒症状としては137例)の中で
497 、ジボランばく露と明記のある入院患者は2例あった。137例のうち有訴率の高い自覚症
498 状は、めまい、胸部圧迫感、咳、頭痛、傾眠、悪心であった。ジボランばく露症例の1
499 例で詳述ながあった。その1人は、ジボランのばく露後5時間半経過したところで、軽度
500 の頭痛、悪心、傾眠を訴えた。その翌日の夕方にバスケットボールプレー中に大腿筋痛
501 と震えが出現したため入院したが、入院時には四肢と顎の筋肉の振戦、腹筋硬直腹筋硬
502 直、顔面筋などの頻繁な痙攣、筋肉痛を認めている(産衛1996)。

503 ・3年以上水素化ほう素にばく露していたとされる83名(中毒症状としては137例)の中で
504 、ジボランばく露による中毒症状は39例で、有訴率は胸部圧迫感(66%)、咳(38%)、頭痛
505 (20%)、悪心(15%)、悪寒(15%)、めまい(10%)、傾眠(2.5%)で、主な症候は胸部の圧迫感
506 、重苦しさ、しゃく熱館、息切れ、乾性咳嗽、前胸痛であった。ペンタボランではめま
507 い(71%)、頭痛(28%)、傾眠(78%)、悪心(7%)、デカボランではめまい(52%)、頭痛(42%)
508 、傾眠(15%)、悪心(31%)と中枢神経の症候が主であった(Lowe 1957)。

509 ・実験室にいたヒトへの、水素化ほう素へのばく露症例4例のうちジボランと明記(ばく
510 露濃度不詳)のある症例は1例あった。その1人は、ばく露後数時間後において、倦怠感
511 、呼吸困難、悪寒、発熱が発生した症例で、肺炎と診断されてペニシリン治療を受け回
512 復している(産衛1996)。

513 ・ジボランを含む水素化ほう素による急性中毒26症例の報告(Cordasco et al.,1962)によると
514 、3~5日継続する胸部圧迫感、呼吸困難、咳、喘鳴が一般的であり、約10%の患者に、
515 悪心、食欲不振、唾液過剰分泌が出現した(産衛1996)。

516

517 イ 刺激性および腐食性

518

519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559

ウ 感作性

- ・調査した範囲内では、報告はない。

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）

- ・3年以上水素化ほう素にばく露していたとされる83名（中毒症状としては137例）の中で、ジボランばく露による中毒症状は39例で、有訴率は胸部圧迫感(66%)、咳(38%)、頭痛(20%)、悪心(15%)、悪寒(15%)、めまい(10%)、傾眠(2.5%)で、主な症候は胸部の圧迫感、重苦しさ、しゃく熱館、息切れ、乾性咳嗽、前胸痛であった。ペンタボランではめまい(71%)、頭痛(28%)、傾眠(78%)、悪心(7%)、デカボランではめまい(52%)、頭痛(42%)、傾眠(15%)、悪心(31%)と中枢神経の症候が主であった（Lowe 1957）。
- ・低レベルのジボランへの長期ばく露では、頭のふらつき、めまい、バーティゴ(空間識失調)、悪寒、発熱を含む中枢神経系の症候と関連した筋力低下及び倦怠感がしばしば見られたが、翌日には回復した、振戦あるいは筋攣縮はまれにしか見られず局所的かつ短期であった（Lowe 1957）（AEGLs 2003）。
- ・33例のジボラン亜急性中毒例(Cordasco et al.,1962)では、頭痛、頭重感、倦怠感、傾眠が主症状となり、約25%の患者が咳と胸部圧迫感を訴えていた。理学的には、胸部ラ音が主要所見であった。ジボラン以外の水素化ほう素中毒が神経学的異常を主徴とするのに対し、ジボラン中毒では呼吸器影響が主徴であることが特徴であると述べている。ばく露濃度に関する記述はない（産衛1996）。

オ 生殖毒性

- ・調査した範囲内では、報告はない。

カ 遺伝毒性

- ・調査した範囲内では、報告はない。

キ 発がん性

- ・調査した範囲内では、報告はない。

発がんの定量的リスク評価

(IRIS) (2019/06/05検索)、(WHO/AQG-E 2000)、(WHO/AQG-G 2005)及び (CalEPA 2019)に、ユニットリスクに関する情報なし。

発がん性分類

IARC：情報なし (IARC) (2019/06/07検索)

産衛：情報なし (産衛2018)

EU CLP：情報なし (EU CLP) (2019/06/07検索)

NTP RoC 14th：情報なし (NTP 2016)

DFG：情報なし(MAK 2018)

560 ACGIH：情報なし (ACGIH 2001)
561 US EPA：情報なし (IRIS) (2019/06/07検索)

562

563 ク 神経毒性

- 564 ・3年以上水素化ほう素にばく露していたとされる83名（中毒症状としては137例）の中で
565 、ジボランばく露による中毒症状は39例で、有訴率は胸部圧迫感(66%)、咳(38%)、頭痛
566 (20%)、悪心(15%)、悪寒(15%)、めまい(10%)、傾眠(2.5%)で、主な症候は胸部の圧迫感
567 、重苦しさ、しゃく熱館、息切れ、乾性咳嗽、前胸痛であった。ペンタボランではめまい
568 (71%)、頭痛(28%)、傾眠(78%)、悪心(7%)、デカボランではめまい(52%)、頭痛(42%)
569 、傾眠(15%)、悪心(31%)と中枢神経の症候が主であった (Lowe 1957)。
- 570 ・低レベルのジボランへの長期ばく露では、頭のふらつき、めまい、バーティゴ(空間識失
571 調)、悪寒、発熱を含む中枢神経系の症候と関連した筋力低下及び倦怠感がしばしば見ら
572 れたが、翌日には回復した、振戦あるいは筋攣縮はまれにしか見られず局所的かつ短期
573 であった (Lowe 1957) (AEGIs 2003)。
- 574 ・実験室にいたヒトへの、水素化ほう素へのばく露症例4例のうちジボランと明記 (ばく
575 露濃度不詳) のある症例は1例あった。その1人は、ばく露後数時間後において、倦怠感
576 、呼吸困難、悪寒、発熱が発生した症例で、肺炎と診断されてペニシリン治療を受け回
577 復している (産衛1996)。
- 578 ・ジボランを含む水素化ほう素による急性中毒26症例の報告(Cordasco et al.,1962)によると
579 、3～5日継続する胸部圧迫感、呼吸困難、咳、喘鳴が一般的であり、約10%の患者に、
580 悪心、食欲不振、唾液過剰分泌が出現した (産衛1996)。33 例のジボラン亜急性中毒例
581 では、頭痛、頭重感、倦怠感、傾眠が主症状となり、約25 %の患者が咳と胸部圧迫感を
582 訴えていた。理学的には、胸部ラ音が主要所見であった。ジボラン以外の水素化ほう
583 素中毒が神経学的異常を主徴とするのに対し、ジボラン中毒では呼吸器影響が主徴であ
584 ることが特徴であると述べている。ばく露濃度に関する記述はない (産衛1996)。

585

586 (3) 許容濃度の設定

587 ACGIH：TLV-TWA 0.1 ppm (0.1 mg/m³)(1956：設定年) (ACGIH 2001)

588 根拠：ジボランの主要な影響は肺水腫であるが、中枢神経系にも影響を及ぼす。0.1 ppmの
589 TLV-TWAはComstockらの研究に基づいており、肺への急性中毒作用と神経系の累積作用を最
590 小化する。Skin SEN及び発がん性又はTLV-STELの表記に十分なデータはない。ジボランのヒ
591 トへの影響は、ばく露濃度は不詳であるが、急性では無呼吸、咳、吐き気、胸痛及び神経系
592 影響であり、慢性では頭痛、目眩、震え及び高熱であった。ジボランの動物 (イヌ、ラット
593 、モルモット) への慢性吸入ばく露影響は、イヌ及びラットで5 ppmにてほぼ全数が死亡し1
594 ～2 ppmにて半数が生存し、モルモットで1～2 ppmにて全数が生存し、生存動物全数でジボ
595 ラン特有の所見はなかった。

596

597 日本産業衛生学会：0.01 ppm (0.012 mg/m³) (1996：提案年) (産衛 1996)

598 根拠：ジボランの許容濃度を決定するに当たり考慮すべき健康影響は、呼吸器影響、精子
599 形態異常、神経・筋系影響、循環器影響、変異原性である。神経・筋系及び循環器影
600 響については、ばく露濃度に関するデータはないが、中毒例のように高濃度で発生す

601 ると考えられる。精子形態への影響についてはマウスとラットで一致した結果が得ら
602 れていない。変異原性は非常に高濃度のジボランで出現しており、許容濃度設定とい
603 う目的のためには不十分なデータである。従って、呼吸器影響発生の予防を目的とし
604 て許容濃度を設定することが妥当と考える。

605 ヒトのデータでは、急性ばく露による症例・亜急性ばく露による症例ともに、ばく露
606 濃度が不明であり、動物ばく露実験結果より許容濃度を設定せざるを得ない。動物実
607 験のうち最も低いばく露濃度の実験は、雄ラットに0.11 ppmジボランを8週間ばく露し
608 た試験である。この試験結果からは、組織病理学的に呼吸器系影響は検出できなかった
609 たものの、BALF中の好中球の増加、ALP活性の上昇、リン脂質成分の一部 (ホスファ
610 チジルグリセロール、スフィンゴミエリン)の増加は、気管支肺胞領域に炎症が継続し
611 ていることを示している。従って、ジボラン8週間ばく露の呼吸器影響に関する無作
612 用濃度は0.11 ppm未満と考えられる。無作用濃度のデータが得られるまで、許容濃度
613 0.01 ppmを勧告する。

614

615 DFG MAK : 取下げ (MAK 2000)

616 根拠 : ジボランのヒト影響へのばく露濃度データが入手できないことと動物実験では0.11
617 ppmにおいて観察された最小濃度では既に有害影響はありNOAELを導出することは不
618 可能である。よって、MAK勧告値を取り下げて、MAK/BATリストのSection IIbに含め
619 る。

620 ・ (1997年まで有効であったジボランのMAK値0.1 ppm (0.1 mg/m³)は、当時のTLV値0.1
621 ppmから1958年に確立された。MAK(2000)は、ジボランの毒性データ (ACGIH 1991)及
622 び最近のいくつかの研究のレビューに基づいている。)

623

624 NIOSH REL : 0.1 ppm (0.1 mg/m³) (NIOSH 2018)

625 OSHA : 0.1 ppm (0.1 mg/m³) (OSHA 2018)

626 UK WEL : 設定なし (UK/HSE 2018)

627 OARS WEEL : 設定なし(2019/06/19検索)

628

- (ACGIH 2001) American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) : 2015 TLVs and BELs with 7th Edition Documentation CD-ROM

- (AEGs 2003) Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals: Vol 3. Diborane pp 444-484 (2003).
(<https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-11/documents/tsd65.pdf>)

- (Araki et al., 1994) Araki A. Noguchi T. Kato F. Matsushima T. Improved method for mutagenicity testing of gaseous compounds by using a gas sampling bag. Mutation Res. 1994; 307:335-344.

- (Comstock et al., 1954) Comstock CC, Feinsilver L, Lawson LH, Oberst FW. Inhalation toxicity of diborane in dogs, rats, and guinea pigs. Chemical Corps Medical Laboratories Research Report. No. 258. Army Chemical Center, 1954.入手不可のため(ACGIH 2001), (産衛1996)より引用

- (Cordasco et al., 1962) Cordasco EM, Cooper RW, Murphy JV, Anderson C. Pulmonary aspects of some toxic experimental space fuels. Dis Chest. 1962; 41:68-74.

- (EU CLP) The European Chemicals Agency (ECHA): Harmonised classification - Annex VI of Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation)
(<https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/11446>)

- (HSDB) NIH US National Library of Medicine /Toxinet database/Hazardous Substances Data Bank (HSDB). Diborane
(<https://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/?./temp/~4CN2OI:1>)

- (IARC) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. List of classifications, Volumes 1-124
(<https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications>)

- (ICSC 2006) 国際化学物質安全性カード(ICSC) 日本語版ジボランICSC番号0432 (2006)
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0432&p_version=2)

- (IRIS) U.S. Environmental Protection Agency. Integrated Risk Information System (IRIS). List A to Z
(https://cfpub.epa.gov/ncea/iris_drafts/atoz.cfm?list_type=alpha)

- (Kunkel et al., 1956) Kunkel AM, Murtha EF, Oikemus AH, Stabile DE, Saunders JP, Wills JH. Some pharmacologic effects of diborane. AMA Arch Ind Health. 1956 ;13:346-51.

- (Lowe & Freeman 1957) Lowe HJ, Freeman G. Boron hydride (borane) intoxication in man. AMA Arch Ind Health. 1957; 16: 523-33.

- (MAK 2000) Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): Diborane [MAK Value Documentation, 2000]
(<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/3527600418.mb1928745e0014>)

- (MAK 2018) Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): MAK- und BAT-Werte-Liste 2018 (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9783527818396>)

- (NIOSH 2018) NIOSH : NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. Diborane
(<https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0183.html>) Page last reviewed:
November 29, 2018
- (NTP 2016) National Toxicology Program (NTP):14th Report on Carcinogens (2016)
Substances Listed in the Fourteenth Report on Carcinogens
(https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/content/listed_substances_508.pdf)
- (OARS) Occupational Alliance for Risk Science (OARS) OARS WEEL TABLE
(https://www.tera.org/OARS/PDF_documents/OARS_WEEL_Table.pdf)
- (OSHA 2018) Occupational Safety and Health Administration (OSHA) : Directorate of
Technical Support and Emergency Management (DTSEM)/OSHA
Occupational Chemical Database
(<https://www.osha.gov/chemicaldata/index.html>)
Diborane (Last Updated: 12/19/2018)
(<https://www.osha.gov/chemicaldata/chemResult.html?recNo=302>)
- (RTECS 2018) RTECS : Registry of Toxic Effects of Chemical Substances(Diborane)
(<https://www.cdc.gov/niosh-rtecs/HQ8D8678.html>) Page last reviewed:
November 16, 2018
- (UK/HSE 2018) U.K. Health and Safety Executive : EH40/2005 Workplace exposure limits
(Containing the list of workplace exposure limits for use with the Control of
Substances Hazardous to Health Regulations 2002 (as amended)) (Third
edition,published 2018)
(<http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/eh40.pdf>)
- (WHO/AQG-E 2000) WHO “Air Quality Guidelines for Europe : Second Edition” ,(2000)
(https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf;jsessionid=7D34077BA4CEE723034F34A445629816?sequence=1)
- (WHO/AQG-G 2005) WHO “Air Quality Guidelines – global update 2005
(http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1)
- (厚生労働省 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 安全データシート ジボラン 2006年改定
(http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/GHS_MSD_DET.aspx)
- (産衛 1996) 日本産業衛生学会(JSOH) : 許容濃度の提案理由(1996年)、ジボラン、
産衛誌28巻201頁 (1996)
- (環境省 2010) 環境省環境リスク評価室 : 化学物質の環境リスク評価(第8巻) 第2編
II(II) 化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート [27] ジ
ボラン(2010)
(<http://www.env.go.jp/chemi/report/h22-01/pdf/chpt2/2-2-2-27.pdf>)
- (化工日 2019) 化学工業日報社 : 17019の化学商品 (2019)

ジボランのばく露作業報告集計表

作業の種類	用途												事業場数※	作業数	年間製造・取扱量						作業1回当たりの製造・取扱量					対象物等の物理的性状					対象物等の温度						一日当たりの作業時間						ばく露作業従事者数				発散抑制措置の状況(2つまで複数回答可)							
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫			①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤											
	対象物の製造	他の製剤等の原料として使用	触媒又は添加剤として使用	用④溶剤、希釈又は溶媒として使用	⑤洗浄を目的とした使用	⑥表面処理又は防錆を目的とした使用	⑦顔料、染料、塗料又は印刷インキとして使用	⑧除草、殺菌、剥離等を目的とした使用	⑨試験分析用の試薬として使用	⑩接着を目的とした使用	⑪建材の原料として使用	⑫その他			500kg未満	500kg以上1t未満	1t以上10t未満	10t以上100t未満	100t以上1000t未満	1000t以上	1kg未満	1kg以上1t未満又は1t未満	1t以上又は1t以上	①ペレット状の固体	②結晶又は粒状の固体	③微細・軽量パウダー状の固体	④液体(緑粉、液状混合物を含む)	⑤気体	0℃未満	0℃以上25℃未満	25℃以上50℃未満	50℃以上100℃未満	100℃以上150℃未満	150℃以上	15分未満	15分以上30分未満	30分以上1時間未満	1時間以上3時間未満	3時間以上5時間未満	5時間以上	5人未満	5人以上10人未満	10人以上20人未満	20人以上	①密閉化設備	②局所排気装置	③フッシュアップ	④全体換気装置	⑤その他					
30 印刷の作業	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																										
31 掻き落とし、剥離又は回収の作業																																																						
32 乾燥の作業																																																						
33 計量、配合、注入、投入又は小分けの作業		2													2					2								2											1	1					1		1							
34 サンプルング、分析、試験又は研究の業務																																																						
35 充填又は袋詰め作業	1	1													2					1	1							2											1	1														
36 消毒、滅菌又は燻蒸の作業																																																						
37 成型、加工又は発泡の作業																																																						
38 清掃又は廃棄物処理の作業																																																						
39 接着の作業																																																						
40 染色の作業																																																						
41 洗浄、払しょく、浸漬又は脱脂の作業																																																						
42 吹付け塗装以外の塗装又は塗布の作業																																																						
43 鑄造、溶融又は湯出しの作業																																																						
44 破碎、粉砕又はふるい分けの作業																																																						
45 はんだ付けの作業																																																						
46 吹付けの作業																																																						
47 保守、点検、分解、組立又は修理の作業																																																						
48 めっき等の表面処理の作業																																																						
49 ろ過、混合、攪拌、混練又は加熱の作業		2													2					2								2											1	1					1									
50 その他											1									1								1											1															1
合計 (%表示は全作業における割合)	1	5									1		7	14%	29%	57%			83%	17%					67%	33%					83%	17%					17%	50%	33%				50%	17%	33%				100%					

※ 1事業場で複数の作業を行っている場合は重複してカウントしているため、実際の事業場数より多くなっている。ただし、合計欄は実事業場数。

別添4：標準測定分析法

630 物質名：ジボラン

分子式： B ₂ H ₆ 分子量： 27.67 CAS No.19287-45-7	
許容濃度等： 産業衛生学会 0.01 ppm ACGIH TLV-TWA 0.1 ppm	物性等 比重：0.61 MP：-165℃ BP：-92℃ VP：29.9 kPa (-112℃) 水と反応 酸化剤、アンモニア、リチウム、アルミニウム等と激しく反応 四塩化炭素、塩素、二硫化炭素との接触により爆発 ゴム及びある種のプラスチックを冒す アルカリ金属アマルガム、ハロゲンと反応 重合して液体ペンタボランを生成
別名 ボロエタン, ボロンハイドライド, ジボロンヘキサハイドライド	
サンプルリング	分 析
サンプラー：ポリプロピレン製マイクロインピンジャー（ガラス製インピンジャー使用不可） 吸収液：純水 サンプルリング流量：0.3～1 L/min 採気量：最大480 L 保存性：冷暗所（4℃以下）、7日間安定（ホウ酸として） ブランク：検出せず	分析方法：ICP発光分光分析法（ICP-OES） 前処理：サンプルリング後直ちに純水10 mLに対し0.1 mL硝酸(60%有害金属測定用)を加える 機 器：Agilent Technologies 720 ICP 測定波長：249.772 nm 標準物質：ホウ素標準液 内部標準物質：テルル標準液 検量線：内部標準法 0.005 mg/L 0.01 mg/L 0.05 mg/L 0.1 mg/L 0.5 mg/L 1 mg/L 2 mg/L （以上、ホウ素として）
精 度	
検出下限（3 SD）： 0.0006 mg/L（ホウ素として） 定量下限（10 SD）： 0.0022 mg/L（ホウ素として） 定量下限（気中濃度） 採気量を10 Lとして； 2.5 ppb（B ₂ H ₆ として） 採気量を480 Lとして； 0.052 ppb（B ₂ H ₆ として）	

- ・メモリー効果を抑制するには純水または1 M硝酸による5分以上の洗浄を行う。
- ・10 mg/Lを超える高濃度試料を測定する恐れがある場合には、予め希釈して濃度チェック測定を行うとよい。
- ・本法が全ホウ素を定量するため、その他ボラン化合物との濃度の分別については、作業場における化学物質の使用状況を考慮して決定する。なお、ホウ酸またはその他のホウ素化合物などについては考慮する必要がある。

参考：OSHA Chemical Sampling Information

631

作成日 平成26年2月27日