

リスク評価書（案） （有害性評価部分）

ジボラン (Diborane)

目 次

本文	1
別添1 有害性総合評価表	8
別添2 有害性評価書	13

1 1 物理化学的性質

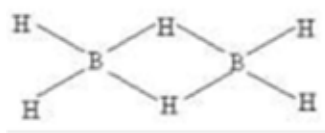
2 (1) 化学物質の基本情報

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℃、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

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、 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
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 α_1 -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α₁-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 × 6/8 × 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 × 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。

有害性総合評価表

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、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α_1-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α₁-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>

有害性評価書 (案)

242

243

244 物質名：ジボラン

245

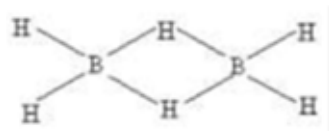
246 1. 化学物質の同定情報 (ICSC 2006) (厚労省 2006)

247 名 称：ジボラン

248 別 名：ボロエタン、ジボロンヘキサハイドライド、Diborane

249 化学式： B_2H_6/BH_3BH_3

250 構造式：



251

252 分子 量：27.7

253 CAS番号：19287-45-7

254 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

255

256 2. 物理化学的情報

257 (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/m ³ (25℃)

1 mg/m ³ = 0.883 ppm (25℃)

嗅覚閾値：2.5 ppm

258

259 (2) 物理的・化学的危険性 (ICSC 2006)

260 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
261 温以下で発火することがある262 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
263 がある。

264 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。

265 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
266 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。

267

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

269 製造・輸入量：情報なし

270 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
271 ピング剤。

272 製造業者：住友精化、日本エアー・リキード、第一化成産業

273 輸入：高千穂商事

274

275 4. 健康影響

276 【体内動態 (吸収・分布・代謝・排泄)】

277 ・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
278 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
279 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
280 吸収され尿中に排泄される(産衛1996)。

281

282 (参考情報)

283

284 (1) 実験動物に対する毒性

285 ア 急性毒性

286 致死性

287 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)。

288

	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	-	-	-

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

290 8h-LCLo: ハムスター 50 ppm (57 mg/m³)

291

292 健康影響

293 ・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
294 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
295 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
296 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)
297 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
298 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
299 日目の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
300 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
301 (MAK 2000)。

302 ・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
303 学的に肺水腫、肺出血を観察した (産衛1996)。

304 ・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
305 、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
306 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)。

307 ・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

308 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
309 た。1 ppm群で肺の変化はみられなかった (産衛1996)。

310 • 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
311 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、
312 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
313 パ組織増生と炎症細胞浸潤が観察された (産衛1996)。

314 • 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
315 を観察した (RTECS 2018)。

316 • 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
317 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
318 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
319 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
320 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
321 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
322 る (ACGIH 2001)。

323 • 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)
324 によって報告された。

325 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、
326 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、
327 重度の肺出血と僅かな肺水腫がみられた。

328 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
329 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
330 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
331 は正常に見えた。

332 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
333 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
334 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
335 腎臓の髄質における点状出血がみられた。

336 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
337 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
338 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
339 はチアノーゼの徴候はなかった。

340 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
341 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
342 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
343 。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
344 た。

345 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
346 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
347 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
348 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

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

350

351 イ 刺激性および腐食性

352 ・調査した範囲内では、報告はない。

353

354 ウ 感作性

355 ・調査した範囲内では、報告はない。

356

357 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）

358 吸入ばく露

- 359 ・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
360 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
361 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α₁-AT、SODの活
362 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
363 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
364 (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
365 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
366 2010) (産衛1996)。この結果から、LOAELを0.11 ppmとした (環境省2010)。
- 367 ・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/
368 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
369 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
370 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)。
- 371 ・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、
372 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
373 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)。
- 374 ・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
375 (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
376 、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
377 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。
378 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
379 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
380 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
381 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
382 al.,1954)(ACGIH 2001) (産衛1996)。
- 383 ・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
384 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)。
- 385 ・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
386 肺水腫、肺出血を観察した (産衛1996)。

387

388 経口投与/経皮投与/その他の経路等

389 ・調査した範囲内では、報告はない。

390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422

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 2*uvrA* 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 2 <i>uvrA</i> ・-S9mix・500、1,000、2,000、5,000 ppm ガス捕集袋使用	-
		大腸菌WP 2 <i>uvrA</i> ・+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

423 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
424 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
425 る (ACGIH 2001)。

426 ・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
427 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
428 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
429 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
430 に肺水腫がみられた((AEGLs 2003)。

431
432

433 経口投与/経皮投与/その他の経路等

434 ・調査した範囲内では、報告はない。

435

436 ケ その他の試験

437 ・調査した範囲内では、報告はない。

438

439 (2) ヒトへの影響 (疫学調査および事例)

440 ア 急性毒性

441 ・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
442 、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
443 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
444 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
445 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
446 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
447 直、顔面筋などの頻繁な痙攣、筋肉痛を認めている(産衛1996)。

448 ・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
449 、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
450 (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
451 、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
452 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%)
453 、傾眠(15%)、悪心(31%)と中枢神経の症候が主であった(Lowe 1957)。

454 ・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
455 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
456 、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
457 復している(産衛1996)。

458 ・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
459 、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、
460 悪心、食欲不振、唾液過剰分泌が出現した(産衛1996)。

461

462 イ 刺激性および腐食性

463

464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504

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)

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

507

508 ク 神経毒性

- 509 ・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
510 、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
511 (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
512 、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
513 (71%)、頭痛(28%)、傾眠(78%)、悪心(7%)、デカボランではめまい(52%)、頭痛(42%)
514 、傾眠(15%)、悪心(31%)と中枢神経の症候が主であった (Lowe 1957)。
- 515 ・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
516 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
517 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
518 であった (Lowe 1957) (AEGLs 2003)。
- 519 ・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
520 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
521 、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
522 復している (産衛1996)。
- 523 ・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
524 、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、
525 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
526 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
527 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
528 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
529 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)。

530

531 (3) 許容濃度の設定

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

533 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
534 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
535 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~~
536 ~~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~~
537 ~~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~~
538 ~~、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~~
539 ~~～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~~
540 ~~ラン特有の所見はなかった。~~

541

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

543 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
544 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
545 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

546 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
547 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
548 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
549 て許容濃度を設定することが妥当と考える。

550 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
551 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
552 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
553 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つ
554 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
555 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
556 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
557 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
558 0.01 ppmを勧告する。

559

560 DFG MAK : 取下げ (MAK 2000)

561 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
562 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
563 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
564 る。

565 • (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
566 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
567 び最近のいくつかの研究のレビューに基づいている。)

568

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

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

571 UK WEL : 設定なし (UK/HSE 2018)

572 OARS WEEL : 設定なし(2019/06/19検索)

573

- (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/f?./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
[\(<https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0183.html>\)](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
[\(\[https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/content/listed_substances_508.pdf\]\(https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/content/listed_substances_508.pdf\)\)](https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/content/listed_substances_508.pdf)
- (OARS) Occupational Alliance for Risk Science (OARS) OARS WEEL TABLE
[\(\[https://www.tera.org/OARS/PDF_documents/OARS_WEEL_Table.pdf\]\(https://www.tera.org/OARS/PDF_documents/OARS_WEEL_Table.pdf\)\)](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
[\(<https://www.osha.gov/chemicaldata/index.html>\)](https://www.osha.gov/chemicaldata/index.html)
 Diborane (Last Updated: 12/19/2018)
[\(<https://www.osha.gov/chemicaldata/chemResult.html?recNo=302>\)](https://www.osha.gov/chemicaldata/chemResult.html?recNo=302)
- (RTECS 2018) RTECS : Registry of Toxic Effects of Chemical Substances(Diborane)
[\(<https://www.cdc.gov/niosh-rtecs/HQ8D8678.html>\)](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)
[\(<http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/eh40.pdf>\)](http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/eh40.pdf)
- (WHO/AQG-E 2000) WHO “Air Quality Guidelines for Europe : Second Edition” ,(2000)
[\(\[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf;jsessionid=7D34077BA4CEE723034F34A445629816?sequence=1\]\(https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf;jsessionid=7D34077BA4CEE723034F34A445629816?sequence=1\)\)](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
[\(\[http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1\]\(http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1\)\)](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1)
- (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
[\(\[http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/GHS_MSD_DET.aspx\]\(http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/GHS_MSD_DET.aspx\)\)](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)
[\(<http://www.env.go.jp/chemi/report/h22-01/pdf/chpt2/2-2-2-27.pdf>\)](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)