

有害性評価書

物質名：テトラクロロエチレン

1. 化学物質の同定情報 (ICSC 2000)

名 称：テトラクロロエチレン

別 名：1,1,2,2-テトラクロロエチレン、パークロルエチレン、テトラクロロエテン

化学式：C₂Cl₄ (Cl₂C=CCl₂)

分 子 量：165.8

CAS 番号：127-18-4

労働安全衛生法施行令第 18 条 (名称等を表示すべき有害物) 第 19 号

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 359 号

がん原性に係る指針対象物質

労働安全衛生法施行令第 22 条別表第 3 第 2 号(特定化学物質第 2 類)22 の 4

2. 物理化学的情報

(1) 物理的・化学的性状 (ICSC 2000)

外観：特徴的な臭気のある、無色の液体。

溶解性 (水): 0.015 g / 100 ml (20)

比重：1.6

オクタノール/水分配係数 log Pow : 2.9

沸 点：121

換算係数：

1ppm = 6.78 mg/m³ (25)

1mg/m³ = 0.147 ppm (25)

蒸気圧：1.9 kPa (20)

蒸気密度 (空気 = 1): 5.8

20 での蒸気/空気混合気体の相対密度(空気 = 1): 1.09

融 点：- 22

(2) 物理的・化学的危険性 (ICSC 2000)

ア 火災危険性 : 不燃性。火災時に刺激性もしくは有毒なフュームやガスを放出する。

イ 爆発危険性 : 情報なし

ウ 物理的危険性 : この物質の蒸気は空気より重い。

エ 化学的危険性 : 高温面や炎に触れると分解し、有毒で腐食性のフューム(塩化水素、ホスゲン、塩素)を生成する。水分と接触すると徐々に分解し、トリクロロ酢酸、塩酸を生じる。アルミニウム、リチウム、バリウム、ベリリウムなどの金属と反応する。

29 3. 生産・輸入量 / 使用量 / 用途 (化工日 2014) (経産省 2014)

30 生産量 : 11,798 トン (2012 年)

31 輸入量 : 55 トン (2012 年)

32 用途 : ドライクリーニング溶剤、フロンガス製造、原毛洗浄、溶剤(医薬品、香料、ゴム、
33 塗料)、セルロースエステルおよびエーテルの混合物溶剤、金属機械部品などの脱油
34 脂洗浄

35 製造業者 : 旭硝子、関東電化工業、販売 = 東亜合成、輸入 = ダウ・ケミカル日本、日本エヌエ
36 スシー

37 4. 健康影響

38 【体内動態 (吸収・分布・代謝・排泄)】

39 ・テトラクロロエチレンは、吸入ばく露したヒトによって容易に吸収される。500 あるいは
40 990 mg/m³ へのばく露で、経気道吸収率はばく露開始時には 90% を超え、ばく露 8 時間
41 後には約 50% に低下した。340 ~ 630 mg/m³ にばく露した自発的被験者では、吸収率は 78
42 ~ 93% であった(CICAD 2006)。

43 ・ヒトでの皮膚吸収に関して、自発的被験者 6 人が前腕(面積 27 cm²)をテトラクロロエチレ
44 ン液に 3 分間ばく露した結果、平均皮膚吸収率は 1 分間に 0.68 mg/cm² であった(CICAD
45 2006)。

46 ・テトラクロロエチレンは、脂肪組織に蓄積する傾向がある。自発的被験者が 700 mg/m³ に
47 1 日 7 時間ばく露した試験で、呼気中テトラクロロエチレン濃度は 5 日間ばく露のほうが
48 1 日ばく露より高値を示すという蓄積の証拠が認められており、これは脂肪組織より放出
49 されたテトラクロロエチレンが呼気中に排泄されたからであった。長時間減衰(テトラクロ
50 ロエチレンは 10 日後の呼気中に依然として 7 mg/m³ 以上で存在)も、蓄積を示す証拠で
51 ある(CICAD 2006)。

52 ・自発的被験者での研究で、吸収されたテトラクロロエチレンの大部分(98~99%)がばく露経
53 路に関係なく呼気中に未変化体で排泄されることを示した。ヒト血中および尿中に常に検
54 出される主要代謝物は、トリクロロ酢酸であるが、少量である(CICAD 2006)。

55 ・主要代謝経路は、肝臓で起こる酸化的経路で、変換の第 1 段階はチトクロム P450 による
56 テトラクロロ-オキシラン(tetrachloro-oxirane)へのエポキシ化で、主要代謝物としてトリ
57 クロロ酢酸が生成される。より高いばく露量では、第 2 の経路が肝臓で機能するが、その
58 第 1 段階はテトラクロロエチレンのグルタチオン抱合である。この反応はグルタチオン転
59 移酵素によって触媒され、最終的に S-(1,2,2-トリクロロビニル)-L-システインを生成し、
60 これが腎臓で -リアーゼによる開裂を経て、細胞毒性および遺伝毒性代謝物になる
61 (CICAD 2006)。

62 ・テトラクロロエチレンは、ばく露経路にかかわらず主として未変化体でゆっくりと呼気中
63 に排泄される(CICAD 2006)。

64

65 (1) 実験動物に対する毒性

66 ア 急性毒性

67
68
69

致死性

実験動物に対するテトラクロロエチレンの急性毒性試験結果を以下にまとめる
(CICAD 2006)。

	マウス	ラット	ウサギ
吸入、LC ₅₀	40,000 mg/m ³ (2 時間) 36,000 mg/m ³ (4 時間) 21,000 mg/m ³ (6 時間)	28,000 mg/m ³ (6 時間) 35,000 mg/m ³ (8 時間)	情報なし
経口、LD ₅₀	4,700 - 9,600 mg/kg 体重	2,400-4,500 mg/kg 体重	情報なし
経皮、 急性毒性	情報なし	情報なし	1.3, 2.5, 5, 10, 20g/kg の死亡率: 0/4, 1/4, 1/4, 1/4, 2/4
腹腔内 LD ₅₀	情報なし	情報なし	情報なし

70
71

健康影響

- 急性吸入ばく露のもっとも顕著な影響は神経行動学的なもので、中枢神経系の抑制(麻醉作用、自発運動の亢進・抑制、緊張低下、反射の消失、傾眠、震え、失調性歩行、昏迷)が示唆される(CICAD 2006)。
- ラット及びマウスにおける急性吸入ばく露により、肝臓毒性(組織変化、機能低下)が報告されている(CICAD 2006)。
- データは限られているが、テトクロロエチレンの急性経口投与により、神経毒性を発現し、肝臓、腎臓及び脾臓に対する影響を引き起こす可能性がある(CICAD 2006)。

72
73
74
75
76
77
78
79

イ 刺激性及び腐食性

- ウサギの皮膚に原液を 24 時間密封塗布したところ、テトラクロロエチレンは、重度の皮膚炎及び壊死を引き起こした (CICAD 2006)。
- 原体の 4 時間の接触により、ウサギの皮膚は著しい刺激反応を示したが、腐食性はみられなかった(CICAD 2006)。
- モルモットの皮膚に適用したところ、15 分- 16 時間後に採取した皮膚の生検で、表皮の退行性変化、接合部分離及び真皮細胞浸潤がみられた(CICAD 2006)。
- ウサギの眼に 0.1 mL のテトラクロロエチレン原液を直接噴霧すると、眼瞼痙攣、顆粒状で光学的不規則を呈する角膜上皮、斑状に剥離した上皮細胞が観察されたが、2 日以内に完全な回復が観察された(CICAD 2006)。

80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90

ウ 感作性

- モルモットを用いたスプリットアジュバント法を用いた試験で、経皮感作特性は観察されなかった。試験した動物は 9 匹のみで、感作相と誘発相についての報告は、不十分である(CICAD 2006)。

91
92
93
94
95

96 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）

97 吸入ばく露

98 ・NTP 試験では、雌雄の F344 系ラット及び B6C3F1 系マウス（5 匹/性/群/種）にテトラ
99 クロロエチレン 0、690、1,400、2,900、6,000、12,000 mg/m³ の濃度で 6 時間/日、5 日
100 /週の頻度で 2 週間吸入ばく露した。6,000 mg/m³ ばく露群のマウスの肝細胞に脂肪変性
101 がみられた。12,000 mg/m³ の濃度では、呼吸困難、自発運動の抑制、麻酔作用及び失調
102 性歩行に続き、両種に死亡が発生した。2,900 mg/m³ 以下では明白な毒性、もしくは顕
103 微鏡下の影響はみられなかった（NTP 1986）。

104 ・NTP では、雌雄の B6C3F1 系マウス及び F344 系ラット（10 匹/性/群）にテトラクロロ
105 エチレン 0、690、1,400、2,800、5,500、11,000 mg/m³ の濃度で 6 時間/日、5 日/週の
106 頻度で 13 週間吸入ばく露した。ラットにおいては全ての用量群で、マウスでは 1,400
107 mg/m³ 以下のばく露群では、神経学的影響は報告されなかった。マウスにおいて、2,800
108 mg/m³ 群で円背位および活動低下がみられ、5,500 mg/m³ 群で浅速呼吸及び興奮を示し、
109 最高用量群で協調運動の欠如と意識消失がみられた。肝臓に対し、ラットの 1,400 mg/m³
110 以上の群で、軽微から軽度のうっ血肝がみられた。マウスの 1,400 mg/m³ 群で細胞分裂
111 の軽度変化がみられたが、2,800 mg/m³ の濃度では肝に軽微から軽度の白血球浸潤、小
112 葉中心性壊死及び胆汁うっ滞がみられた。腎臓に対し、マウスのすべての用量群で尿細
113 管上皮細胞のカリオメガリーがみられた。ラットにおいては腎臓に影響はみられなかっ
114 た(NTP 1986)。

115 ・F344 系ラット及び B6C3F1 系マウスにテトラクロロエチレン 1,400 mg/m³ の濃度で 6
116 時間/日、28 日間、2,800 mg/m³ の濃度で 6 時間/日、14 - 28 日間吸入ばく露した。肝臓
117 のカタラーゼ活性は、両種ともに影響を受けなかった。ペルオキシゾームの増殖は、ラ
118 ットの肝臓、各々の種の腎臓で観察されなかったが、マウスの肝臓において、脂肪蓄積
119 とペルオキシゾームの増殖がみられた。腎臓においては、病理学的な変化はみられなか
120 った。雌マウスの腎臓において、ペルオキシゾームのシアン不感性パルミトイル CoA の
121 酸化活性のわずかな増加がみられた。腎臓のカタラーゼ活性は両方の種で影響しなかっ
122 た。(CICAD 2006)。

123 ・マウスにテトラクロロエチレン 60、520 mg/m³ の濃度で継続して 30 日間吸入ばく露し
124 た。60 mg/m³ 群で肝細胞の肥大及び空胞化がみられたが、ばく露終了後に正常に回復し
125 た。520 mg/m³ 群では、肝重量が倍加した(CICAD 2006)。

126 ・マウスにテトラクロロエチレン 1400 mg/m³ の濃度で 4 時間/日、6 日/週の頻度で 8 週間
127 吸入ばく露した。肝臓の 80%に大量の小葉中心性脂肪浸潤がみられた。最初の 1 週間の
128 ばく露により肝脂肪含有量は 2 倍になったが、それ以降に増加はみられなかった(CICAD
129 2006)。

130 経口投与

131 ・25 mg/kg の濃度（1 日あたり約 1.3 mg/kg 体重）でテトラクロロエチレンを含む飼料を
132 14 日間与えたラットにおいて、肝臓のチトクローム P450 濃度が上昇した(CICAD 2006)。
133

- 134 ・3-4 週齢の雌雄の SD 系ラット(20 匹/性/群)にテトラクロロエチレン 0、14、400、1,400
135 mg/kg/日を 90 日間飲水投与した。400 mg/kg/日以上で血清中の 5'ヌクレオチダー
136 ゼ活性の上昇がみられた。1,400 mg/kg/日群の雌雄に肝臓の相対重量の増加、400 mg/kg
137 以上の群に腎臓の相対重量の増加がみられた (CICAD 2006)。
- 138 ・マウスにテトラクロロエチレン 0、20、100、200、500、1,000、1,500、2,000 mg/kg/
139 日を 5 日/週の頻度で 6 週間強制経口投与した。100 mg/kg/日以上で用量依存的な肝
140 重量の増加と肝臓のトリグリセライドの蓄積がみられた。200 mg/kg/日以上の用量群で
141 ALT の上昇、肝細胞に軽微から軽度の核崩壊及び倍数性、並びに中等度の変性(高用量
142 で程度上昇)が認められた。500 mg/kg/日以上で肝臓のグルコース-6-リン酸活性の
143 低下がみられた。1,000 mg/kg/日群で肝臓の DNA 量が 17%に低下した(CICAD 2006)。
- 144 ・マウス及びラットにテトラクロロエチレン 100、250、500、1,000 mg/kg/日を 11 日間強
145 制経口投与した。マウスにおいて、肝臓に病理組織学的変化(小葉中心性の肝細胞腫大)
146 が全ての用量群でみられた。ラットでは、1,000 mg/kg/日群でごくわずかな影響(小葉中
147 心性の肝細胞の異染色性)がみられたに過ぎなかった。マウスのすべての用量群で肝臓の
148 DNA 濃度の低下及び DNA 合成の増加がみられたが、ラットではそれらはみられなかつ
149 た(CICAD 2006)。
- 150 ・テトラクロロエチレンを 500mg/kg 体重の用量で 4 週間毎日ラットへ強制経口投与した結
151 果、肝臓への影響はみられなかったが、蛋白尿、 α_2 -globulin(α_2 マイクログロブリン)
152 の尿中排泄、レチノール結合タンパク質の増加、及び N-アセチルグルコサミダーゼの増
153 加が認められた。尿中のタンパク量は増加した。病理組織学検査で、腎臓の近位尿管上
154 皮細胞の硝子滴の数と大きさの漸進的増加を示したが、これは雄でより顕著であった
155 (CICAD 2006)。
- 156 ・テトラクロロエチレンを 1,000mg/kg 体重/日で 10 日間、F344 ラットへ強制経口投与し
157 た結果、雄の近位尿管の P2 セグメントの細胞質内に腎性 α_2 -globulin(α_2 マイクロ
158 グロブリン)、小滴状タンパク質沈着ならびに細胞複製の増加が認められた。(CICAD
159 2006)。

161 オ 生殖毒性

162 吸入ばく露

- 163 ・妊娠 SD 系ラット(対照群 30 匹、投与群 17 匹)にテトラクロロエチレンを 0、2,100 mg/m³
164 の濃度で 7 時間/日、妊娠 6 - 15 日の間、吸入ばく露し、発生毒性について検討した。母
165 体毒性として体重増加量のわずかな低下、胚吸収率のわずかな増加がみられた。胎児の軟
166 部組織の異常と骨格への影響の検査では、ばく露による影響は認められなかった(CICAD
167 2006)。
- 168 ・SD 系ラット(13-21 匹/群)にテトラクロロエチレンを 700 mg/m³ で妊娠 14 - 20 日、6,000
169 mg/m³ で妊娠 7 - 13 日、もしくは 14 - 20 日に吸入ばく露し、児動物の中樞神経系への
170 影響を検討した。母動物の摂餌量及び体重増加量は、6,000 mg/m³ の妊娠 7 - 13 日ばく
171 露群で低下した。ばく露による生存児数への影響は無く、また、奇形児も認められなかつ

172 た。700 mg/m³ 群では、児動物の行動試験で有害な影響はみられなかったが、6,000 mg/m³
173 の妊娠 7 - 13 日ばく露群の児動物で、10 - 14 日齢時に神経筋機能の低下がみられた。し
174 かしながら、妊娠 14 - 20 日にばく露された動物から生まれた児動物では、神経筋機能を
175 調べた別の検査において対照群より優れていた。生後 21 日齢の出生児の脳で実施した神
176 経化学的検査では、6,000 mg/m³ の妊娠 7 - 13 日及び 14 - 20 日ばく露群においてアセチ
177 ルコリンの減少が、6,000 mg/m³ の妊娠 7 - 13 日ばく露群でドパミンの減少が認められ
178 た。神経化学的影響は、新生ラットにはみられなかった。児動物の脳の組織病理学的変化
179 は観察されなかった。6000 mg/m³ ばく露群の児動物は、31 - 32 日齢時に実施したオー
180 プンフィールド試験にて顕著な高い運動量を示した(CICAD 2006)。

181 ・ Swiss-Webstar 系マウス (投与群 17 匹、対照群 30 匹) にテトラクロロエチレンを 0、
182 2,100 mg/m³ の濃度、7 時間/日で妊娠 6 - 15 日に吸入ばく露し、発生毒性が検討された。
183 テトラクロロエチレンは、母動物の肝臓重量を増加させ、胎児重量を低下させた。胎児観
184 察では、頭蓋骨、胸骨分節の骨化遅延、胸骨分節の分離及び皮下の浮腫の発現頻度の増加
185 がみられた(CICAD 2006)。

186 ・ ラット(各群雌雄各 24 匹)にテトラクロロエチレンを 0、700、2,100、7,000 mg/m³ の濃
187 度で 6 時間/日を吸入ばく露した 2 世代繁殖毒性試験が実施された。その結果、受胎能と
188 生殖能は、2,100mg/m³ までは影響を受けなかった。7,000 mg/m³ では、母体毒性(交配前
189 および妊娠・授乳期間中の成長抑制)ならびに出生児毒性(同腹児数、新生児体重、および
190 授乳期間中の児の生存率の低減)がみられた。雄の F1 動物において、精巣重量の低下が
191 2,100 mg/m³ 群ではわずかであった(6%)が、7,000 mg/m³ 群では 16%にみられた(CICAD
192 2006)。

193 ・ 妊娠ラット (20 匹/群) にテトラクロロエチレンを 3,400 mg/m³ の濃度で 7 時間/日、1)
194 妊娠 0 - 18 日、2)交配前 3 週間及び妊娠 0 - 18 日、あるいは 3) 交配前 3 週間及び妊娠 6
195 - 18 日に吸入ばく露をしたが、胎児毒性や催奇形性はみられなかった。母動物の肝臓と
196 腎臓重量が僅かに増加したが、それらの変化は、群間で一貫してみられなかった(CICAD
197 2006)。

198 ・ CFY 系ラット (18 - 19 匹/群) にテトラクロロエチレンを 0、1,500、4,500、8,500 mg/m³
199 の濃度で 8 時間/日、妊娠期間 (0 - 21 日) を通して吸入ばく露した。1,500 mg/m³ のば
200 く露群では、母毒性や胎児への影響は認められなかった。4,500 mg/m³ 以上のばく露群で、
201 母動物 (成長抑制、相対肝臓重量の増加) 及び胚/胎児 (着床前胚損失の増加、胎児重量
202 の低値、骨格発達の遅延及び過剰肋骨の増加) の毒性影響が観察された。神経行動学的検
203 査が一部の出生児 (同一試験での動物かは不明) で、離乳から 100 日齢時点まで実施さ
204 れた。(ばく露濃度は明らかではないが、) 100 日齢時の雌で、探索行動におけるわずかで
205 一時的な減少及び、運動量の増加がみられた。性成熟には影響はなく、剖検では奇形及び
206 変異の増加はみられなかった(CICAD 2006)。

207 ・ C57BL 系マウス(ばく露群 10 匹、対照群 77 匹)にテトラクロロエチレンを 0、1,500 mg/m³
208 の濃度、8 時間/日で器官形成期を通して吸入ばく露した。テトラクロロエチレンをばく露
209 した母動物に毒性影響 (相対肝臓重量の増加) がみられた。胎児毒性として生存胎児数の

210 減少及び非特異的な内臓奇形の増加がみられた(CICAD 2006)。
 211 ・ニュージーランド系ウサギ(ばく露群 16 匹、対照群 10 匹)にテトラクロロエチレンを 0、
 212 4,500 mg/m³、8 時間/日で器官形成期を通して吸入ばく露した。テトラクロロエチレンを
 213 ばく露した母動物に毒性影響(体重増加量の減少及び相対肝臓重量の増加)がみられた。
 214 胎児毒性として、着床後胚損失の増加および全胚吸収母体数の増加がみられた。催奇形性
 215 の証拠はみられなかった(CICAD 2006)。

216

217 経口投与/経皮投与/その他の経路等

218 ・雄性 NMRI 系マウスにテトラクロロエチレン 0、5、320 mg/kg/日を生後 10 - 16 日に
 219 強制経口投与した。生後 17 日の検査において、自発運動量は対照群と差はなかったが、
 220 生後 60 日において、移動性、総活動量の有意の増加がみられ、他の行動学的変化もみ
 221 られた。しかし用量反応性の明確な証拠はなく、また、1 つの変化は他の知見から推測
 222 される影響の逆の方向であった。しかしながら、この結果から、幼若マウスでは永続的
 223 な変化をもたらす発達神経毒性が発現することが多少示唆される(CICAD 2006)。

224

225 カ 遺伝毒性

226 ・テトラクロロエチレンは *in vitro* での復帰突然変異試験、染色体異常試験、姉妹染色分
 227 体交換試験等、*in vivo* での小核試験、染色体異常試験等多くの試験で陰性の結果が得
 228 られている。復帰突然変異試験を含む一部の試験での陽性の結果も報告されているが、
 229 毒性学的な意義は低く、大半の *in vitro*、*in vivo* での試験結果が陰性と報告されている
 230 (NITE 2006) なお、哺乳動物におけるテトラクロロエチレンの代謝物は Ames 試験で
 231 陽性を示すと報告されている(IARC 2013)。 —

232

試験方法		使用細胞種・動物種	結果
<i>In vitro</i>	復帰突然変異試験	ネズミチフス菌 TA100 (±S9) 4 × 10 ⁻³ M	-
		ネズミチフス菌 TA98、TA100、TA1535、 TA1537、TA1538 (±S9) 蒸気ばく露 1-2.5%(v/v) (安定化剤含む)	[+]
		ネズミチフス菌 TA98、TA100、TA1535、 TA1537 (±S9) 蒸気ばく露 0.025 - 1.5 (mL/9L)	-
		ネズミチフス菌 TA98、TA100 (±S9) 50 - 2,000 µg/plate	-
		<i>Saccharomyces cerevisiae</i> D7, <i>ilv-1</i> , <i>trp-5</i> , <i>ade-2</i> (±S9) 5 - 85 mM	-
		ネズミチフス菌 TA100 グルタチオンとラット 腎画分の存在下でグルタチオン-S-転移酵素でプ レインキュベート	+

	遺伝子突然変異試験	マウスリンフォーマ L5178Y TK ⁺ 細胞 (±S9) 6.25 - 150 nL/mL	-
	不定期DNA合成(UDS)試験	ラット肝細胞 液体0.0001 - 0.01%(v/v) 蒸気0.1 - 2.5%(v/v) (高毒性用量)	- [+]
	姉妹染色分体交換試験	チャイニーズハムスター卵巣由来CHO細胞 (±S9) -164 µg/mL	-
	染色体異常試験	チャイニーズハムスター卵巣由来CHO細胞 17 - 136 µg/mL	-
宿主經由	復帰突然変異試験	マウス 7時間/日、5日間吸入ばく露 (500, 100 ppm)後、ネズミチフス菌TA98を腹腔内投与し、3時間後にTA98を取り出し、2日間37 °Cで培養	+
In vivo	染色体異常試験	ラット骨髓細胞、6時間/日、5日/週、12ヶ月吸入 2050、4100 mg/m ³ (-S9)	-
		ラット骨髓細胞 7時間吸入 ~ 3400 mg/m ³ (-S9)	-
		ラット骨髓細胞 7時間/日、5日間吸入 ~ 3400 mg/m ³ (-S9)	-
		マウス骨髓細胞、 単回腹腔内投与 0.5 LD ₅₀ 反復腹腔内投与 0.16 LD ₅₀	- -
	小核試験	雄ddyマウス 単回腹腔内投与、網状赤血球 200 - 2,000 mg/kg	-
		雄ddyマウス 1000、2,000 mg/kgの腹腔内投与後に部分肝切除、肝実質細胞 部分肝切除後に1000、2,000 mg/kgの腹腔内投与、肝実質細胞	- +
	優性致死試験	雄ラット、7時間/日、5日間吸入 700, 3400 mg/m ³	-
	伴性劣性致死試験	キロシュジョウバエ、 7時間吸入 (~ 3400mg/m ³)、混餌、注入	-
		キロシュジョウバエ、 3日間 4,000ppm摂食、 注入 1,000 ppm (0.3µL)	- -
	DNA障害：DNA1本鎖切断	雄マウス肝臓、腎臓、肺のDNA単鎖切断、腹腔内投与 0.65 - 1.3 g/kg	+ - (肺)
雄ラット、腎臓のDNA鎖切断		-	
不定期DNA合成(UDS)試験	ラット、1000 mg/kg強制経口投与、腎臓UDS 1000mg/kg 3週間反復ばく露 複製DNA合成	- 増加	

233

- : 陰性 + : 陽性 [+]: 疑わしい陽性

234

235 キ 発がん性

236 吸入ばく露

- 237 ・雌雄の F344 系ラット (50 匹/性/群) にテトラクロロエチレン 0、200、400 ppm の濃
238 度で 6 時間/日、5 日/週の頻度で 103 週間吸入ばく露した。生存率は、雄の高用量群で
239 低下した。雄の両ばく露群で単核細胞性白血病の発生頻度の増加を認めた(28/50、37/50、
240 37/50)。雌において白血病の発生頻度は増加し (18/50、30/50、29/50) 発生までの時
241 間短縮した。雌雄で腎尿細管のカリオメガリー、雄で腎尿細管上皮過形成及び腎尿細
242 管腺腫又は腎腺癌 (1/49、3/49、4/50) がみられた。これらの腎臓腫瘍の発生頻度は、
243 統計学的に有意ではないが、これらの一般的でない腫瘍は、塩素化エタン類やエチレン
244 類の他の 2 年間試験の雄ラットにおいて低頻度で一貫して認められている。低用量群の
245 雄の 1 匹で、腎臓リンパ腫を、他の 1 匹で腎芽腫を認めた。高用量群の雄 4 匹と雌 2
246 匹で脳の神経膠腫がみられたが、対照群の雌雄にも 1 匹ずつみられた (NTP 1986)。
- 247 ・雌雄の F344 系ラット (50 匹/性/群) にテトラクロロエチレンを 0、340、1,400、4,100
248 mg/m³ の濃度で 6 時間/日、5 日/週の頻度で 104 週間吸入ばく露した。。雌雄とも対照
249 群と比較して腫瘍発生によると考えられる生存数の低値を示した。雌雄において脾臓の
250 単核細胞性白血病 (雄 : 11/50、14/50、22/50、27/50、雌 : 10/50、17/50、16/50、19/50)
251 の発生の増加を認めた。他の腫瘍の発生頻度の増加は報告されなかった。肝臓での影響
252 は雄に限定的であり、1,400 mg/m³ 以上の群で肝海綿状変性、4,100 mg/m³ 群で過形成
253 の発生頻度の増加がみられた。腎臓においては 1,400 mg/m³ 以上の群の雄で近位尿細管
254 のカリオメガリー、4,100 mg/m³ 群の雌雄でカリオメガリーと異型近位尿細管拡張の発
255 生頻度の増加がみられた(厚生労働省 HP 2014、CICAD 2006)。
- 256 ・雌雄の SD 系ラット (ばく露群 96 匹/群/性、対照群 192 匹/性) にテトラクロロエチレン
257 を 0、2,100、4,100 mg/m³ の濃度で 6 時間/日、5 日/週の頻度で 1 年間吸入ばく露し、
258 その後 19 ヶ月間観察期間が設けられた。4,100 mg/m³ 群の雄で死亡率はわずかに増加
259 したが、死因は自然発症的な進行性慢性腎疾患であった。組織病理において、最高ばく
260 露群の雌雄で腎臓の炎症細胞数の増加及び巣状病変を示す進行性ネフローゼがみられ
261 た。成長、血液所見、尿分析値、臨床化学的所見、細胞遺伝学的所見、組織重量、肉眼
262 的器官変化もしくは腫瘍発生率において、明白なばく露に関連した影響はみられなかつ
263 た(CICAD 2006)。
- 264 ・雌雄の B6C3F1 系マウス (50 匹/性/群) にテトラクロロエチレン 0、200、400 ppm の
265 濃度で 6 時間/日、5 日/週の頻度で 103 週間吸入ばく露した。雄の両ばく露群、雌の高
266 用量群で生存率の低下がみられた。雄の 400 ppm 群で肝細胞腺腫(11/49、8/49、18/50)
267 及び両ばく露群で肝細胞癌 (7/49、25/49、26/50) の増加がみられた。雌では、両ばく
268 露群で肝細胞腺腫 (1/48、13/50、36/50) の増加がみられた。また、雌雄のすべてのば
269 く露群で尿細管細胞のカリオメガリーが、雄の低用量群で腎腺癌が認められた (NTP
270 1986)。
- 271 ・雌雄の BDF1 系マウス (50 匹/性/群) にテトラクロロエチレン 0、10、50、250 ppm
272 の濃度で 6 時間/日、5 日/週の頻度で 104 週間吸入ばく露した。雌雄とも対照群と比較

273 して腫瘍発生によると考えられる生存数の低値を示した。雄で肝細胞癌(7/50、8/50、
274 12/50、25/50) 肝細胞腺腫(7/50、13/50、8/50、26/50)及びハーダー腺の腺腫(2/50、
275 2/50、2/50、8/50)が、雌で肝細胞癌(0/50、0/50、0/50、14/50)及び肝細胞腺腫(3/50、
276 3/50、7/50、26/50)の発生が増加した。腎臓の病理検査では、近位尿細管のカリオメ
277 ガリー(50 ppm以上の群の雌雄)及び、250 ppm群の雌の異形近位尿細管の拡張に限
278 られていた。10 ppm群では雌雄に肝臓毒性の証拠はなかったが、50 ppm以上の群で
279 用量依存性の肝毒性(血管拡張、小葉中心性変性、小葉中心性及び巣状壊死、過形成(雄
280 のみ)明細胞性小増殖巣、好塩基性小増殖巣)がみられた(厚生労働省 HP、CICAD 2006)。

281

282 経口投与/経皮投与/その他の経路等

283 ・雌雄の Osborne-Mendel 系ラット(50 匹/性/群)にテトラクロロエチレンを5日/週の
284 頻度で78週間、高用量及び低用量の2つの投与群に強制経口投与し、その後に32週
285 間の観察期間を設けた。雄及び雌におけるテトラクロロエチレンの時間加重平均用量は、
286 各々471、941 mg/kg/日及び474、949 mg/kg/日であった。無処置及び溶媒投与対照群
287 (各20匹/性/群)が設けられた。投与群では、腫瘍病変の発生率の有意な増加はみられ
288 なかった。肺炎を示唆するよう所見が、剖検時にほとんどすべての動物でみられた。中
289 毒性腎症は、投与動物で高い頻度にみられ、試験の早期に死亡した動物でみられた。死
290 亡率は用量依存性であり、高用量群の雌雄の半数の動物は、各々44週及び66週までに
291 死亡した(NCI 1977)。

292 ・雌雄の B6C3F1 系マウス(50 匹/性/群)にテトラクロロエチレンを5日/週の頻度で78
293 週間、高用量及び低用量の2つの投与群に経口投与し、その後に32週間の観察期間を
294 設けた。雄及び雌におけるテトラクロロエチレンの時間加重平均用量は、各々1072、
295 536 mg/kg/日及び772、386 mg/kg/日であった。無処置及び溶媒投与対照群(各20匹/
296 性/群)が設けられた。雌雄において、テトラクロロエチレンの投与は、肝細胞癌の発
297 生率の有意な増加と関連していた。肝細胞癌の発症率は、無処置対照群、溶媒対照群、
298 低用量群、高用量群で各々、雄で2/17、2/20、32/49、27/48、雌で2/20、0/20、19/48、
299 19/48であった。肝細胞癌の腎臓への転移が、無処置対照群の雄の1匹に、肺への転移
300 が低用量群の雄の3匹、低用量群の雌の1匹及び高用量群の雌の1匹にみられた。中毒
301 腎症が投与動物でみられたが、対照群ではみられなかった(NCI 1977)。

302 ・雄の B6C3F1 系マウス(160 匹/群)にテトラクロロエチレン 800 mg/kg/日を5日/週の
303 頻度で76週間強制経口投与した。無処置対照群と溶媒対照群(50 匹/性/群)は、76か
304 ら134週間の種々の時点で解剖した。76週の時点で、少なくとも1つの肝癌を有す
305 るマウスの比率は、無処置群、溶媒対照群、投与群で各々8、12、32%であり、平均の
306 癌の数は、各々、0.09、0.12、0.29 個であった。腺腫での対応する値は、各々8、13、
307 80%であり、0.90、0.13、1.43 個であった。変異肝細胞巣(前腫瘍性病変と推測される)
308 はテトラクロロエチレン投与群で一般的であったが、対照群のマウスでは稀であり、投
309 与群でみられた細胞毒性の軽度から顕著な組織学的証拠も、対照群では明らかではな
310 かった(CICAD 2006)。

311 ・ラット経口二段階発癌モデルは、テトラクロロエチレンがイニシエーター作用ではなく、
312 腫瘍プロモーター作用を有することを示唆した。ラットは、部分的な肝切除がなされ、
313 肝臓は変異肝細胞巢(潜在的に肝細胞癌に発展する能力があると考えられている推定前
314 癌病変)について検討された。イニシエーター作用は、テトラクロロエチレン(最大許
315 容用量: 6 mmol/kg)の腹腔内投与、引き続いて7週間のフェノバルビタールの飲水投
316 与の後に病巣の数をスコア化することにより評価された。この試験においてテトラクロ
317 ロエチレンは、影響しなかった。ジエチルニトロソアミンの腹腔内投与、引き続いてテ
318 トラクロロエチレンの毎日の経口投与(5日/週、7週間)の後に発生する病巣数がプロ
319 モーター活性の指標として評価された。この試験において、テトラクロロエチレンは病
320 巣の増加を引き起こした(CICAD 2006)。

321

322 ク 神経毒性

323 ・雄成熟 SD ラットに 480 mg/kg 体重のテトラクロロエチレンを強制経口投与した直後の
324 オペラント行動試験で、6 匹中 3 匹で反応の頻度が一時的に減少したが、20~40 分後
325 には回復し、6 匹中 2 匹で反応の完全停止がみられた(CICAD 2006、IRIS 2012)。

326 ・ラットで、テトラクロロエチレンの急性ばく露時の脳内濃度と視覚誘発電位の関連につ
327 いて検討した。成熟 Long-Evans ラットの吸入ばく露後の脳内テトラクロロエチレンの
328 濃度は PBPK モデルにより推定し、視覚機能は 250 から 4,000 ppm のテトラクロロエ
329 チレンにばく露しているラットの定常状態視覚誘発電位を用いて評価した。この結果、
330 脳内のテトラクロロエチレン濃度と視覚機能の変化には用量-反応関係がみられ、ED(10)
331 値及び ED(50)値は、各々約 0.684 及び 46.5 mg/L であった(IRIS 2012)。

332 ・約 2100 mg/m³ のテトラクロロエチレンに 1-4 ヶ月間反復ばく露したラットで、グリア
333 細胞喪失の可能性等の脳の生化学的及び構造的変化がみられた(CICAD 2006、IRIS
334 2012)

335 ・雌雄の 16 週齢 F344 系ラット(12 匹/性/群)に 0、340、1,400、5,500 mg/m³ のテトラ
336 クロロエチレンを 6 時間/日、5 日/週 13 週間吸入ばく露した。動物は、全期間を通じて
337 明白な神経毒性症状について観察し、毎月、米国 EPA の機能観察バッテリーに基づいた
338 拡張した症状観察(行動機能観察: FOB, Functional Observational Battery)を実施し
339 た。さらに握力検査を毎月実施した。14 週目に各種電気生理学的検査(閃光視覚誘発電
340 位、クリック音およびトーンピップに対する聴性脳幹反応、体感覚性誘発電位、尾側神
341 経活動電位、直腸温の各測定を組み入れた電気生理学的試験バッテリー)を実施した。
342 最高用量群の雌雄各 5 匹について包括的な神経病理学的検索を実施した。投与に関連し
343 た影響として、5,500 mg/m³ 群において視覚野で記録された閃光視覚誘発電位の変化(長
344 潜時誘発電位の大きな振幅)のみが認められた。この試験の NOAEL は、1,400 mg/m³
345 であった(CICAD 2006、IRIS 2012)。

346 ・雄性ラットに 1,400 mg/m³ のテトラクロロエチレンを 6 時間/日、4 日間吸入ばく露した。
347 オープンフィールド試験を実施した結果、自発運動(ambulation)の有意な増加が、最
348 終ばく露後 1 時間でみられたが、17 時間後ではみられなかった。ばく露後 1 日後におい

349 て、脳の RNA 量の減少と非特異的コリンエステラーゼ活性の増加がみられた(CICAD
350 2006)。

351 ・若齢(3-4 週齢)の雄 SD 系ラット(9 匹/群)に 0、5、50 mg/kg 体重/日のテトラクロ
352 ロエチレンを 5 日/週、8 週間強制経口投与し、最終投与 3 日後に行動学的検査を実施し
353 た。投与期間中の臨床的行動は正常であったが、投与群で体重増加抑制がみられた。尾
354 浸漬痛覚試験、ホットプレート試験及びホットプレート温度上昇試験で、わずかである
355 が有意に反応が遅延した。両投与群で自発運動及び立ち上がり行動が低下し、高用量群
356 で統計学的に有意であった。両投与群で筋クローヌス性攣縮と顔面及び前肢クローヌス
357 の閾値が増加した(CICAD 2006)。

358 ・雄 NMRI 系マウス 12 匹(3~4 腹由来)に 0、5、320 mg/kg 体重/日のテトラクロロエチ
359 レンを生後 10-16 日に強制経口投与した。生後 17 日の検査において、歩行運動、立ち
360 上がり行動及び総活動量(自発運動量の測定)に影響はみられなかった。生後 60 日にお
361 いて、両投与群で歩行運動、総活動量が有意に増加し、立ち上がり運動は高投与群で減
362 少した。試験装置内に置かれた時間経過にともなう活動性の低下(馴化)を測定した結
363 果、両投与群で馴化の減弱がみられた。幼若期の脳のテトラクロロエチレンに対する感
364 受性が、成熟期の行動に長期持続する変化をもたらすことが示された(CICAD 2006)。

365 ・雌 F344 系ラットに 50-1,500 mg/kg 体重/日のテトラクロロエチレンを 14 日間強制経
366 口投与した結果、一連の神経毒性試験で有害な影響はみられなかった。しかし、150
367 mg/kg の単回投与では、流涙、興奮及び異常歩行の増加、協調及び自発運動量の低下、
368 聴性刺激に対する反応性の低下がみられた(CICAD 2006)。

369

370 (2) ヒトへの影響(疫学調査及び事例)

371 ア 急性毒性

372 ・数グラムまでのテトラクロロエチレンの経口投与が、内部寄生虫の治療のために用いら
373 れた。4.5-6 g の投与は、眩暈、酩酊、立ちくらみ、吐き気、眠気、意識消失を引き起
374 こした。さらには重度の精神病及び死亡が報告されている。推定で 1.6-4.8 g を摂取
375 した子どもでは、嘔吐、消化管出血、ショック、及び 1 例において死亡を引き起こした
376 (CICAD 2006)。

377 ・高い濃度のテトラクロロエチレンの蒸気に 3 分間ばく露した 9 人の消防士に、浮遊感、
378 協調運動の消失、63 日に及ぶ肝臓機能変化が発生した(CICAD 2006)。

379 ・7 時間の実質上の全身ばく露は、意識消失、昏睡、急性肺浮腫及び低血圧を引き起こし
380 た。麻酔濃度のテトラクロロエチレンの吸入により急性的にばく露した作業者に、肝機
381 能障害(一過性の AST の上昇、尿中ウロビノーゲンの遅発上昇)が認められた(CICAD
382 2006)。

383 ・テトラクロロエチレンの槽内で倒れ、12 時間ばく露されたドライクリーニングオペ
384 レーターに、意識消失、軽度の痙攣及びなんらかの一時的な肝臓と腎臓の障害が生じた。
385 21 日後の肝臓と腎臓のテスト結果は正常であった。テトラクロロエチレンの呼気中の
386 濃度は、数時間後の 4100 mg/m³(ばく露直後の濃度は測定されていないが、さらに高

387 いに違いない) から低下し、約半日後に 700 mg/m³、約 15 日後に 70 mg/m³、約 25 日
388 後には 30 mg/m³ となった(CICAD 2006)。
389 ・ドライクリーニング店の補修の間、及びドライクリーニング用のテトラクロロエチレン
390 の蒸留による再利用の間に急性ばく露による死亡が報告されている(CICAD 2006)。
391 ・3250 mg/m³ で 130 分間テトラクロロエチレン蒸気にばく露した自発的被験者で感覚の
392 変化及び軽度の高揚感が報告されている。6,280 mg/m³ での 950 分間では倦怠感、精神
393 的不明瞭、高揚感を経験し、濃度が 10,000 mg/m³ に上昇したとき酩酊が発生した。
394 13,400 mg/m³ のばく露では、被験者は我慢不可と感じた(CICAD 2006)。
395 ・570 - 900 mg/m³ のテトラクロロエチレン蒸気で 1 時間、6 人の自発的被験者にばく露
396 した時、眼の刺激を除き、有害影響はみられなかった。1420 - 1,620 mg/m³ での最大 2
397 時間ばく露では、目まいと眠気を、一方、1,420 - 2,450 mg/m³ での最大 2 時間のばく
398 露では、浮遊感、無責任な感覚、吐き気及び運動協調性の障害が感じられた(CICAD
399 2006)。
400 ・700 mg/m³ のテトラクロロエチレン蒸気で 7 時間、16 人の自発的被験者 (11 人の被験
401 者は単回ばく露、5 人の被験者は 5 日間のばく露) にばく露した。ほとんどの被験者は、
402 軽度の眼、鼻、喉の刺激、前頭部の頭痛、紅潮、眠気、及び/又は発語困難と報告した。
403 これらの影響は、繰り返しのばく露で減弱し、順応性を示した(CICAD 2006)。
404 ・事故で 75g のテトラクロロエチレンを摂取した男性に急性腎不全が発生した。19 日後
405 に腎臓のバイオプシーにより、尿細管のカルシウムの豊富な結晶の凝集を伴った急性尿
406 細管壊死が判明した(CICAD 2006)。

407

408 イ 刺激性及び腐食性

409 ・原体のテトラクロロエチレンは、ヒトの皮膚に対し刺激性である。広範囲な皮膚の発赤
410 及び水疱形成が、テトラクロロエチレンが染み込んだ衣類を着用して 30 分～5 時間意
411 識消失で倒れていた 2 人の作業者でみられた(CICAD 2006)。
412 ・520 - 550 mg/m³ のテトラクロロエチレン蒸気に数分間ばく露した自発的被験者におい
413 て、一時的で軽度な眼の刺激が報告された。690 mg/m³ の蒸気でばく露したボランティア
414 において、最初の 2 時間のばく露で一過性のわずかな眼の刺激みられたが、7 時間の
415 ばく露の終了前には低下が報告された。570 - 900 mg/m³ の濃度で 1 時間、6 人の自発
416 的被験者へのばく露は、眼を刺激しなかった。1,500 mg/m³ の濃度で 2 時間、690 mg/m³
417 の濃度で 7 時間のばく露で軽度の鼻腔の刺激が発現したが、730 mg/m³ の濃度で 1 時間
418 では発現しなかった。6,400 - 8,200 mg/m³ の濃度のばく露は、眼と気管を重度に即座
419 に刺激した(CICAD 2006)。

420

421 ウ 感作性

422 ・オリーブオイル中の 1% 溶液を用いたパッチテストによって、アレルギー性接触皮膚炎
423 が 2 症例確認された(CICAD 2006)。
424 ・ドライクリーニング施設で 2 年間働いていた女性は、2 回、テトラクロロエチレンの高

- 425 濃度にばく露され、これに起因すると考えられる喘息を発症した(CICAD 2006)。
426 ・18歳の男子学生が、長期のテトラクロロエチレンのばく露後に、重度の呼吸困難、咳、
427 胸部圧迫感を伴う急性喘息を発症した(CICAD 2006)。
428 ・0.25 ml/kg/日を2日間摂取した子どもでアナフィラキシー反応がみられた(CICAD
429 2006)。

430

431 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）

- 432 ・29軒のドライクリーニング店の57人の作業員グループ（大部分が女性）と対照グルー
433 プ（女性16-50人と男性30-65人）のタンパク尿、アルブミン尿、尿リゾチーム活
434 性及びβ-グルクロニダーゼ活性を評価した結果、ドライクリーニング作業員に、糸球
435 体よりも尿細管の非常に弱い障害を示唆する尿リゾチーム活性及びβ-グルクロニダー
436 ゼ活性の有意な増加が認められた。ドライクリーニング作業員の生物学的モニタリング
437 によるテトラクロロエチレンのばく露濃度は、70 mg/m³であった(CICAD 2006)。
438 ・欧州の横断共同研究は、テトラクロロエチレンに平均10年間ばく露した50人のドラ
439 イクリーニング作業員（女性41人、男性9人）における腎臓の影響を評価した。作業
440 日に採取された血液試料及び作業の週を通してランダムに選択された4時間を通して
441 捕集された空気試料が測定された。空気濃度は、「痕跡レベル」から約590 mg/m³範囲
442 でばらつき、平均100 mg/m³であった。血液濃度は、9から900 µg/l（平均143 µg/L）
443 の範囲であった。対照グループは、テトラクロロエチレンのばく露歴のない、性、年齢
444 を合致させた50人の血液供給者で構成された。腎機能は、血液及び尿の指標を用いて
445 評価された。実質的に全ての尿の指標の平均値は、ばく露グループで高く、アルブミン、
446 トランスフェリン、3種の刷子縁抗体、フィブロネクチン、アルカリフォスファターゼ
447 が統計学的に有意な増加を示した。排泄糖タンパクとグリコサミノグリカンの増加も有
448 意差に近づいた。血清において、ラミニンフラグメントと抗糸球体基底膜抗体の統計学
449 的に有意な増加がみられた。血清クレアチニンとβ₂-ミクログロブリンの値は、2つ
450 のグループで重なっており、腎機能の大きな障害がないことを示唆した。対照グループ
451 では、ばく露作業員の13/50例と比較し、3以上の異常値を示したのはわずか3/50例
452 であった。尿細管変化の指標とされる高分子重量タンパクの増加が、対照グループの
453 1/50例と比較してばく露グループで17/50例にみられた。ばく露の期間や強さと腎障
454 害との間に明白な関連性はなかったが、結果は、テトラクロロエチレンによって引き起
455 こされた、進行性腎臓疾患の初期のステージに発現するかもしれない糸球体及び尿細管
456 の変化を示唆した(CICAD 2006)。

457

458 オ 生殖毒性

- 459 ・1973 - 1976年にフィンランドで実施された294,000例を超える妊娠の調査において、
460 人口調査データと病院の退院記録から、両親の職業及び職業的ばく露と自然流産との関
461 連性を評価した。416例のドライクリーニングとランドリー作業員の自然流産の割合は、
462 他のサービス部門作業員よりも高かった。（テトラクロロエチレンにばく露されていた）

463 ドライクリーニング作業者の評価は、別個に実施されていない(CICAD 2006)。
464 ・症例対照研究として、米国カリフォルニアで妊娠期の溶剤のばく露による自然流産への
465 影響が調査されている。症例 (n=852) は、18 歳以上の自然流産を経験した女性で、
466 1986 年 6 月と 1987 年 2 月の間にサンタクララ郡の 11 の病院から 1 研究室に病理標本
467 が提出された。各々の症例に対して、サンタクララ郡の居住者の中から生児出産をした
468 2 人の対照を無作為に抽出した。ばく露と交絡因子は、電話インタビューにより評価さ
469 れた。テトラクロロエチレンのばく露を申告したのは症例 5 例で、対照 2 例に対して粗
470 オッズ比は 4.7 (95% CI 1.1 ~ 21.1) という結果になった。OR と CI (信頼区間) は、
471 ホールデンメソッドとフィッシャーの直接確率検定によって計算された小標本推定で
472 あった。4 症例は、トリクロロエチレンにもばく露していると報告されている (CICAD
473 2006) 。

474 ・米国のカリフォルニア州での小規模調査においてテトラクロロエチレンにばく露したド
475 ライクリーニング作業者 17 人の女性パートナーにおいて生殖への影響が検討され、ド
476 ライクリーニング溶剤にばく露していないランドリー店作業者の 32 人の女性パートナ
477 ーと比較された。妊娠回数、生児出生数、自然流産率に差異はみられなかった。受胎率
478 は 2 つの群でほとんど同じであった。しかし、ドライクリーニング作業者のパートナー
479 は、12 ヶ月以上妊娠を試みた、又は不妊診療の受診が 2 倍以上であった。Cox 比例モ
480 デルによると、他の可能性のある交絡因子を調整した後のテトラクロロエチレンにばく
481 露したドライクリーニング作業者のパートナーの周期あたりの妊娠率は、溶剤にばく露
482 していないランドリー作業者のパートナーのそれのわずか半分であった。さらにランド
483 リー作業者のパートナーは、ドライクリーニング作業者のパートナーよりも妊娠のため
484 の試みの最初の 2 周期以内に妊娠する可能性が高かった。しかし、この調査の解釈は小
485 規模調査によるものであり制限される(CICAD 2006)。

486

487 カ 遺伝毒性

488 ・ドイツのベルリンのドライクリーニング店で従事する 9 人の女性において、リンパ球の
489 染色体異常 (ギャップを除外) の頻度は、事務所で働く 9 人の女性よりも約 2 倍高かつ
490 た。ドライクリーニング店のグループは、144 - 348 mg/m³ の濃度でテトラクロロエチ
491 レンにばく露していた。差異は、ギャップを分析に含めた際にかかなり顕著であった。二
492 動原体染色体の発生率は、ばく露グループの細胞で 13 倍であった。テトラクロロエチ
493 レンには、トリクロロエチレン 0.11 - 0.43% が混入していた(CICAD 2006)。

494

495 キ 発がん性

496 ・1960 年以前に少なくとも 1 年以上テトラクロロエチレンにばく露した 1,708 人のクリ
497 ーニング作業者のコホート研究が、1996 年の末まで続けられた。追跡は 96% 成功した。
498 625 人の作業者は、テトラクロロエチレンのみ使用していた店で働いており、1,083 人
499 は、テトラクロロエチレンと他の溶剤にばく露されていた。全国率を用いて期待死亡数
500 を導出する SMRs (標準化死亡率) は、テトラクロロエチレンを用いているクリーニン

501 グ店での就業期間及び潜伏期間で計算された。すべての要因の死亡の SMR は、1.03 で
502 あった。全コホートのすべてのがんの SMR は 1.25 であり、ばく露期間と潜伏期に伴
503 い上昇した。しかしながら、SMR は、テトラクロロエチレンのみのばく露群よりもテ
504 トラクロロエチレンと他の溶剤のばく露の方が高かった。全コホートで、舌、食道、直
505 腸を除く腸、気管と気管支と肺、膀胱と他の尿管、及び子宮頸部の発がんリスクが上昇
506 した。食道がん死の過剰なリスクは、4 つの性/人種のカテゴリーすべてでみられた。肝
507 臓と胆管のがんによる死亡は、増加とするには不十分であった(統計学的に有意差なし)。
508 腎臓での発がんについて、SMR は 1.41 であった。死亡数のわずか値は、多くの部位で
509 のばく露期間と潜伏期間による分析を許さなかったが、食道と膀胱の発がんリスクは、
510 潜伏期間とばく露期間の両方に伴い増加した。子宮頸部のがんで死亡するリスクは、ば
511 く露期間の増加とともに上昇した。食道と子宮頸部のがんについて上昇したリスクは、
512 テトラクロロエチレンのみのばく露群及びテトラクロロエチレンと他の溶剤のばく露
513 群で類似していた。すべての膀胱がん死亡は、テトラクロロエチレンと他の溶剤のばく
514 露群で発生した。著者らは、食道と子宮頸部のがんによる両死亡率では、生活様式と社
515 会経済学的リスク要因が重要であるが、テトラクロロエチレンのみのばく露のコホート
516 及びテトラクロロエチレンのばく露の期間が長い作業員間で、これらの部位の過剰のリ
517 スクは、テトラクロロエチレンのばく露との関連性を示唆すると結論づけている
518 (CICAD 2006)。

519 ・米国ミズリー州でのドライクリーニング従事者の組合員のコホートにおけるがん死亡率
520 が研究された。1948 年から 1993 年年末の間の少なくとも 1 年働いた 5,369 人につい
521 て死亡の原因が解析された。追跡調査は 88%完了した。すべての原因からの SMR は、
522 1.0 で、すべてのがんによる SMR は 1.2 であった。統計学的に有意な死亡率の上昇が、
523 食道、肺、子宮頸部のがんでみられた。統計学的に有意ではない超過死亡が、ホジキン
524 病と同様、喉頭と膀胱のがんで観察された。肝臓がんの死亡は、統計学的に有意差はな
525 いが、少なかった。食道がんのリスクは「わずかもしくはばく露なし」で 2.1、「中程度
526 /高ばく露」で 2.2 であり、そのリスクは白人男性、黒人男性及び白人女性で上昇してい
527 たが、黒人男性にのみ統計学的に有意であった。喉頭がんの SMR は、「中程度/高ばく
528 露」で統計学的に有意であった。子宮頸がんのもっとも高いリスクは、低いばく露群で
529 みられた。全がん死亡率および食道、喉頭、子宮頸部のがんによる死亡率は、テトラク
530 ロロエチレンの使用が一般的になった 1960 年前後のコホートに参加した作業員間で類
531 似していた。毎年の SMR のデータから、SMR が中間値 4.4 年以下の者で 2.1、中間値
532 よりも大きい者で 0.9 であった膀胱がんを除き、いかなる死亡の原因に対しても期間に
533 よる違いはみられなかった(CICAD 2006)。

534 ・米国ウイコンシン州での死亡診断書の調査において、1963 - 1977 年の間に死亡した
535 671 人の白人女性のランドリー店及びドライクリーニング作業の従業員の 25 の死因に
536 ついて PMR (死因別死亡割合) が計算された。同州の女性低賃金労働者と比較して、
537 リンパ肉腫と同様、腎臓、皮膚、子宮頸部及び直腸のがんで PMR の上昇がみられた。
538 ランドリー店の従業員は有機溶媒へのばく露は低く、分析に彼らを含めることは、調査

539 の感度を低下させてしまうことになる。他のドライクリーニング溶剤の過去のばく露は、
540 いくつかのがんの PMR の上昇に寄与した可能性がある(CICAD 2006)。

541 ・米国オクラホマ州の 1975-1981 年の期間に死亡したランドリー店及びドライクリーニ
542 ングの作業者の 440 人のグループについて、死亡証明書から、性、人種および死亡時年
543 齢別に標準化死亡オッズ比 (SMOR) が計算された。1978 年の全国率と比べて、過剰
544 リスクがすべてのがんに対して認められなかった。一方、肺と腎臓で SMOR は統計学
545 的に有意に高かった。子宮頸部がんによる死亡が 2 例あり、膀胱及び肝臓のがんで統計
546 学的に有意ではないが SMOR の低下がみられた。食道がんについては記載されていない。
547 この研究の感度は、ランドリー店の従業員を含めたことにより低下した。石油系溶
548 剤は、使用した溶剤の 50%を占めていた(CICAD 2006)。

549 ・少なくとも 1 年以上就業し、20 以上の異なる溶剤にばく露した 14,457 人の航空整備作
550 業員についての 1952 - 1982 年の死亡率分析において、テトラクロロエチレンのばく露
551 と多発性骨髄腫もしくは非ホジキンリンパ腫による死亡との間の関連性についての情
552 報が提供された。女性における多発性骨髄腫の 2 例の死亡と非ホジキンリンパ腫からの
553 男女 4 例の死亡がみられた。他のがん部位とテトラクロロエチレンに関する情報は無か
554 った。事業所において使用された主たる溶剤は、ストッダード溶剤、四塩化炭素、トリ
555 クロロエタン、1,1,1-トリクロロエチレンであった(CICAD 2006)。

556 ・20 - 64 歳のランドリー及びドライクリーニングに従事した人々のがんリスクの調査の
557 ために、デンマークの 1970 年国勢調査の職業関連情報とデンマークの職業がん登録の
558 発がん発生率についての 10 年の追跡情報の関連付けが行われた。がんの総症例数は 510
559 で、期待数は 502 であった。過剰発生が膵臓がん及び原発性肝臓がんの女性にみられ、
560 男性でみられなかった。腎臓、膀胱、子宮がんについて、統計学的に有意でないがわず
561 かな低下がみられた。非ホジキンリンパ腫は認められず、食道がんについては言及され
562 ていなかった。症例対照研究の追跡調査において、原発性肝臓がんの全 17 症例はラン
563 ドリー店 (ドライクリーニング作業員はいない) で働いており、一方、対象はわずか
564 74%であり、テトラクロロエチレンのばく露 (ドライクリーニング店に限られる) によ
565 り肝臓がんの過剰発生を説明することができなかった。同様に症例対照研究は、腎臓が
566 んに対する原因因子としてテトラクロロエチレンを支持しなかった(CICAD 2006)。

567 ・ドイツにおいて、277 人の腎細胞がん患者及び 286 人の対照を含む集団ベースの症例対
568 照研究が実施され、塩素系溶剤について OR 値 2.52 が男性で検出された。塩素系溶剤
569 カテゴリーはテトラクロロエチレン及び四塩化炭素が含まれていた(CICAD 2006)。

570 ・ドイツにおいて、腎細胞がんについての大規模集団の症例対照研究が実施された。ばく
571 露アセスメントは、2 つの職業ばく露マトリクスを用いて専門家による評価により実施
572 された。回答率は、患者 81%と対照 75%であった。腎臓がん 935 例と対照 4,298 例で
573 面会調査された。テトラクロロエチレンの中程度のばく露した男性で OR 値 1.4 がみら
574 れ、高いばく露レベル及び著しく高いばく露レベルで各々 OR 値 1.1 と 1.4 がみられた。
575 女性において関連性はみられなかった(CICAD 2006)。

576 ・乳がんと飲水のテトラクロロエチレンの関連性を早期に示唆することを追加的に評価す

577 る症例対照研究が報告された。2003年の公表では、症例(672例)は米国マサチュー
578 セッツ州のケープコッド地方の8つの町の女性で、1987年から1993年に乳がん
579 と診断されていた。対照(616例)は、同じ町の人口統計学的に同等な女性であ
580 った。女性は、1960年後半から1980年前半に排水管のビニル製内張りから漏れ
581 出したテトラクロロエチレンにばく露された。住居に入ったテトラクロロエチ
582 レンの相対配送量は、居住歴、水流、配管の特性が考慮されたアルゴリズム
583 を用いて推測された。0-15年の潜伏期間を考慮した場合、ばく露レベルが75
584 と90パーセントタイルを超える女性において、リスクの軽度から中程度の上
585 昇がみられた(CICAD 2006)。
586 ・米国マサチューセッツ州のケープコッドの5つの上部の町において、結腸-直腸、
587 肺、脳及び膵臓のがんとテトラクロロエチレンの飲水ばく露との関連性を評価
588 するため、1983-1986年に診断された住民の集団症例対照研究が実際された。
589 肺がんの調整されたオッズ比は、潜伏期間を前提にするしないに関係なく、
590 ばく露レベルが90パーセントタイル以上であった対象者において上昇した。
591 結腸-肺がんの調整オッズ比は、さらなる潜伏期間の延長が考慮されたばく
592 露対象者で中等度上昇した(CICAD 2006)。

592 発がんの定量的リスク評価

593 US EPA IRIS, Cancer Unit Risk Values : $2.6 \times 10^{-7} / (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ (評価年 2012) (IRIS
594 2014)

595 (腫瘍タイプ: 肝細胞腺腫あるいは肝細胞がん、実験動物: 雄 BDF1 マウス、ばく露経路:
596 吸入ばく露)

597 Cal. EPA, Hot Spots Unit Risk : 5.9×10^{-6} (Cal. EPA 2014)

599 発がん性分類

600 IARC : 2A (2013)

601 産衛学会 : 2B (1972)

602 EU CLP Annex VI : 2

603 NTP 12th : R (ヒト発がん性があると合理的に予測される物質)

604 ACGIH : A3 (1993)

605 EPA : ヒト発がん性の可能性が高い物質

607 ク 神経毒性

608 ・690 mg/m³ のテトラクロロエチレンを、11人の健康な成人に7時間、さらに別の5人に
609 毎日5日間吸入ばく露した。16人中3人の被験者は、ばく露開始後3時間以内に実施し
610 たロンベルグ試験で平衡を維持することが困難であったが、2回目の検査では正常であ
611 った。ばく露3日目のもう1人の被験者は、1時間のばく露後にロンベルグ試験でわず
612 かな悪化を示し、軽度の眩暈と知的能力のわずかな低下を示した(CICAD 2006、IRIS
613 2012)。

614 ・主として NIOSH によって助成された比較ばく露試験が総説に要約されている。5週間

615 試験の一環として、3-4 人の健康な男性に約 0、140、690、1,000 mg/m³ のテトラクロ
616 ロエチレンを、1、3、7.5 時間/日、5 日/週吸入ばく露した。訴えられた症状は、テトラ
617 クロエチレンのばく露に関連しなかった。690 mg/m³ を 7.5 時間ばく露した男女にお
618 いて、ばく露中の脳波に皮質の抑制を意味する変化が示唆された。視覚誘発反応と平衡
619 試験は、男女とも正常であった。神経機能テストとして認知機能、運動機能、運動/認知
620 機能及び時間予測を男性に実施したが、統計学的に有意なばく露の影響はみられなかつ
621 た。運動機能の二次検査(フラガナン協調運動)で、690 及び 1,000 mg/m³ にばく露され
622 た週の少なくとも 1 日で、対照と比較し統計学的に有意な低下がみられた(P = 0.05)。

623 6 人の男性と 6 人の女性における別の試験で、神経行動学的機能に対するテトラクロ
624 ロエチレン吸入ばく露とアルコールあるいはトランキライザーのジアゼパムの経口投与
625 の相互作用を検討した。各被験者には、各々 11 週間のばく露期間中、月曜日又は火曜日
626 は 0 mg/m³、水曜日と金曜日は 690 mg/m³、木曜日は 170 mg/m³ を 5.5 時間吸入ばく露
627 し、プラセボカプセル、アルコールあるいはジアゼパムを与えるか、あるいは何も与え
628 なかった。テトラクロエチレンのばく露によって、症状の発現率は上昇せず、被験者
629 の気分も変らなかった。運動機能を調べる 2 回の平衡機能検査と 2 回の神経行動学的検
630 査では、テトラクロエチレンばく露による有意な低下はみられなかった。690 mg/m³
631 ばく露の数日間に、運動機能の 3 番目の検査 (フラガナン協調運動) で有意なスコアの
632 低下(P < 0.05)がみられた。テトラクロエチレンばく露の脳波に対する影響は認めら
633 れなかった(CICAD 2006、IRIS 2012)。

634 ・単盲検試験において、12 人の被験者に約 69 mg/m³、10 人の被験者に 340 mg/m³ のテト
635 ラクロエチレンを 4 時間/日、4 日間吸入ばく露し、神経生理学的測定を実施した。非
636 ばく露の対照群は設定しなかった。340 mg/m³ 群の 1、2、3、4 日のばく露 3 時間後の
637 視覚誘発電位パターンは、対照日に測定したものと有意(P < 0.05)に異なっており、
638 その違いは連日のばく露で次第に大きくなった。69 mg/m³ 群の視覚誘発電位パターンは、
639 対照日のパターンと異なっていたが、有意差はなかった。69 mg/m³ 群と 340 mg/m³ 群
640 の視覚誘発電位パターンに有意差がみられた。コントラスト感度は、69 mg/m³ 群より
641 340 mg/m³ 群で影響は大きく、ばく露の最終日でもっとも顕著であった。しかし、統計
642 解析は報告されておらず、被験者数が少ないことから限界がある。いずれのばく露レベ
643 ルにおいても末梢性難聴はみられなかった。340 mg/m³ 群において、69 mg/m³ 群と比較
644 し、運動/認知機能(continuous performance test for vigilance)及び運動機能テスト
645 (eye-hand coordination)で有意な低下、運動機能テスト(simple reaction time)で有意
646 に近い差(P = 0.09)がみられた(CICAD 2006、IRIS 2012)。

647 ・自発的被験者で、1000 mg/m³
648 のテトラクロエチレンを 10 分間ばく露後の血中濃度は 3 mg/L となり、覚醒検査にお
649 ける単調さの条件下で注意力欠如への耐性が、わずかに(しかし有意に)上昇した(CICAD
650 2006)。

650 ・ベルギーの 6 軒のドライクリーニング店で平均 6.4 年間テトラクロエチレンに職業的
651 にばく露した 26 人(女性 24 人、男性 2 人)について研究された。対照(女性 31 人、
652 男性 2 人)は、チョコレート工場あるいは労働衛生機関の就労者で、溶剤の職業的ばく

653 露はないと申告した。個人別大気サンプリングにより、平均テトラクロロエチレン濃度
654 (8時間 TWA) は、約 140 mg/m³ (TWA 濃度範囲は約 62-260 mg/m³) であった。22
655 種の神経系障害症状うち 17 種が、対照群よりもドライクリーニング作業員で高頻度にみ
656 られた。しかし、いずれも有意差はなく、ばく露期間との関連もなかった。ドライクリ
657 ーニング作業員の 4 種の神経行動学的テストの平均スコアは、対照群と有意差はなく、
658 異常スコア(対照群の 5 パーセンタイル未満および 95 パーセンタイル超)の発生頻度も
659 両群間で大きな差はなかった(CICAD 2006)。

660 ・テトラクロロエチレンに高ばく露したドイツのドライクリーニング作業員 44 人(女性
661 39 人、男性 5 人) 低ばく露のドライクリーニング作業員 57 人(女性 50 人、男性 7 人)
662 及び非ばく露対照者 84 人(女性 64 人、男性 20 人)に複数の神経心理学的テストを実
663 施した。低及び高ばく露群の作業環境中の平均テトラクロロエチレン濃度(8時間 TWA)
664 は、各々約 83 ± 55 及び 370 ± 120 mg/m³ であった。低ばく露群及び高ばく露群の平均
665 ばく露期間は、各々 11.8 及び 10.6 年であった。被験者に症状及び性格(パーソナリティ
666 ー)の標準的検査、感覚運動機能検査(フィンガータッピング及びエイミング課題を含
667 む)及び指先器用検査を実施した。知覚速度閾値は、スクリーン上の短くフラッシュす
668 る刺激の認識により評価した。選択反応時間は、"9 種の光及び音刺激"を用いた。ウェク
669 スラー知能検査の下位検査(数唱、符号問題、抹消問題)並びに言葉、顔及び数字の認
670 識検査を用いた。知能検査は論理的思考の下位検査を用いた。層別解析で種々の群間差
671 を調整した。両ばく露群の知覚速度閾値と選択反応時間は対照群に比較し有意に
672 (P<0.01)悪く、注意力検査(数唱、符号問題)及び視覚的探索課題と記憶(抹消問題)
673 のスコアも低かったが、低及び高ばく露群間に有意差はなかった。ばく露群は対照群に
674 比較し、より多くの神経学的症状及び情緒不安定を申告したが、低ばく露群においての
675 み有意差があった。他の検査においては、群間に差はなかった。アルコール摂取で群間
676 差を調整をしても、試験結果も変わらなかった(CICAD 2006、IRIS 2012)。

677 ・中枢神経系への影響を、中国の 3 軒のドライクリーニング店の作業員 56 人(女性 27 人、
678 男性 29 人;平均テトラクロロエチレンばく露期間 3 年)及び作業場で働く非ばく露対照
679 者 69 人(女性 37 人、男性 32 人)において評価した。受動的空気サンプリングで、8
680 時間 TWA テトラクロロエチレン濃度の幾何平均値は 40 mg/m³、TWA 濃度範囲は 28 -
681 670 mg/m³ であった。5 つの症状(眩暈、酩酊感、浮遊感、頭重感、顔面紅潮)は、ド
682 ライクリーニング作業員で有意に高頻度であった(CICAD 2006)。
683 ・上記と同じ店舗の 64 人のクリーニング作業員で色覚を評価した。受動的サンプリングで、大気中テトラクロ
684 ロエチレン濃度の幾何平均値(平均化時間の報告なし)は 90 mg/m³ であった。ランソニー
685 の新しい色覚検査で、対照群と有意差はなく、ドライクリーニング作業員で明確な色覚
686 喪失を示した症例はなかった(CICAD 2006)。
687 ・イタリアのパルマ近郊の小さな町の店で働く(平均期間 10 年) 60 人の女性のドライクリーニング作業員において、テトラクロロ
688 エチレンばく露による神経内分泌的及び神経行動学的影響を評価した。対照群(n = 30)
689 は、有機溶剤を用いずに衣類を水洗いする病院作業員であった。両群の年齢、身体特性
690 及び喫煙習慣は同様であったが、アルコール摂取量は、対照群で約 5%高かった。空気サ

691 ンプリングで、4 時間 TWA テトラクロロエチレン濃度の中央値は約 100 mg/m³、TWA
692 濃度範囲は約 7-460 mg/m³であった。ドライクリーニング作業者は、3 種の検査（単純
693 反応時間、覚醒及びストレス）スコアが有意に低かった。さらに、平均血清プロラクチ
694 ンレベルは、マッチした対照者よりも有意に高かった。3 種のばく露指標（ばく露期間、
695 テトラクロロエチレンの大気中及び血中濃度）はいずれも、ドライクリーニング作業
696 者における検査スコアの低下あるいは血清プロラクチン濃度の上昇と有意に関連していな
697 かった(CICAD 2006、IRIS 2012)。・イタリアのモデナのドライクリーニング店で少なく
698 とも 1 年間（平均 8.8 年間）働いていたドライクリーニング作業 35 人を無作為抽出し、
699 Lanthony D-15 テストにより色覚を評価した。対照は、職業上又は趣味で溶剤又は神経
700 毒性物質のばく露がなく、性別、年齢、アルコール摂取及び喫煙でマッチする 35 人のモ
701 デナの工場作業であった。すべてのドライクリーニング作業での平均 8 時間 TWA
702 テトラクロロエチレン濃度は 41 mg/m³で、TWA 濃度範囲は約 2.8 – 210 mg/m³（受動的
703 個人別サンプリング）であった。平均 8 時間 TWA 濃度は、22 人の機械操作者（48
704 mg/m³）で 13 人のアイロン担当者（34 mg/m³）より若干高いだけであった。検査で満
705 点を取ったのは、対照群で 13 人に対し、ドライクリーニング作業では 3 人のみであっ
706 た(P < 0.01)。誤答は主に青 - 黄色領域（溶剤ばく露に関連する影響）でみられた。ド
707 ライクリーニング作業者の検査成績は対照群と比較し、全般的に低かった。TWA 大気中
708 濃度と誤答総数の間に有意な正の相関(r = 0.52)もみられた。テトラクロロエチレンばく
709 露の他の 2 種の指標（平均期間及び統合化指標である年間 TWA 濃度）と誤答総数の関
710 連はなかった(CICAD 2006、IRIS 2012)。
711 ・上記のドライクリーニング作業で色覚が評価された 35 人中 33 人を 2 年後に同じ方法
712 で再調査した。テトラクロロエチレンのばく露濃度は、19 人の被験者(グループ A とす
713 る)では 2 年間に上昇し(幾何平均値 1.67 ppm から 4.35 ppm)、14 人の被験者では低下
714 していた(幾何平均値 2.95 ppm から 0.66 ppm)。33 人の作業者全体で、2 年間にばく露
715 濃度は、ほんのわずかに変化しただけであった（幾何平均値 17 から 13 mg/m³）。色覚
716 は 2 回の調査の間に全体で悪化し、ばく露量が増加したグループ A での色覚喪失を反映
717 していた(CCI(Color Confusion Index)値の算術平均: 1.16 から 1.26、p < 0.01)。青 - 黄
718 色領域の色知覚がもっとも影響を受け、少数の作業者では赤 - 緑領域の誤答であった。
719 全体の色覚は、年齢(r = 0.45)及びテトラクロロエチレン濃度(r = 0.39、p < 0.05)と有意
720 に相関した。ばく露濃度が低下した被験者では、CCI 値誤答のスコアは変化しなかつた
721 (算術平均: 1.15 から 1.15)。また、CCI 値とばく露レベル(log TWA)の関連が、年齢、
722 飲酒及び喫煙で調整した分散分析で示されている(CICAD 2006、IRIS 2012)。・テトラ
723 クロロエチレン脳症と診断された患者 4 人（3 例はドライクリーニング作業者として 10
724 - 16 年間のばく露によって、4 例目は家の木材の誤った処置によって誘発された）で、
725 記憶、運動、視空間及び実行機能の認知障害を伴う疲労と錯乱の症状がみられた。ばく
726 露データは入手できなかった。65 人（男性 35 人、女性 30 人）のドライクリーニング作
727 業者に、臨床症例でみられた同じ障害を検出するために計画された神経行動学的検査を
728 実施した。低、中及び高ばく露群は、各々 2.1、3.9 及び 14.6 年間就労していた。3 群は、

729 現在のばく露の推定値（低、中及び高）からも分類され、各々76、160、280 mg/m³の
730 平均大気中テトラクロロエチレン濃度（8時間TWA）に相当した。視覚性再生、パター
731 ン記憶、パターン認識の3種の検査スコアは、高濃度長期ばく露したドライクリーニング
732 グ作業員で、低濃度長期ばく露した作業員より有意に低かった(P < 0.01)。これらの視
733 覚性機能の障害は、テトラクロロエチレン脳症と診断された4人の患者で観察された視
734 空間機能障害と一致した。ドライクリーニング作業員の訴えの中で、急激な立ち上がり
735 による眩暈と“溶剤誘発性眩暈”の症状の過去3ヶ月間の訴え数が、高ばく露群で有意
736 に増加した。視空間機能への影響が、平均14.6年間の機械操作者として就労し、8時間
737 TWA大気中テトラクロロエチレン濃度の推定値280 mg/m³にばく露した被験者で一貫
738 してみられた(CICAD 2006、IRIS 2012)。

739 ・ドイツのミュールヘイムのドライクリーニング施設の近隣に住む92人からの抽出された
740 男性5人と女性9人において、神経生理学的及び神経行動学的検査を用いて、長期間の
741 住居内でのテトラクロロエチレンばく露の影響を評価した。被験者は、0.002 mg/L以上
742 のテトラクロロエチレンの血中濃度を示し、ドライクリーニング施設の上の階もしくは
743 隣に最低1年以上住み、有機溶剤の職業的なばく露は受けていなかった。年齢と性別を
744 マッチさせた、対照群（男性9人、女性14人）は、主として有機溶剤ばく露歴がない保
745 健事務所か環境衛生研究所のスタッフから構成された。調査実施者はこれら2つの組織
746 で雇用されており、同僚に検査を行っていたと考えられることから、バイアスの可能性
747 が懸念される。ばく露被験者では、屋内空気捕集による平均（7時間TWA）空気中濃度
748 は、4.8 mg/m³であり、中央値は1.4 mg/m³であった。ばく露被験者の3種の神経行動
749 学的試験の平均スコアは、共変量と可能性のある交絡因子で調整後、有意に悪かった。
750 微細運動機能の指標であるフィンガータッピング検査と眼-手協調性テスト、視覚機能
751 の直接測定よりも感度が低いと思われる視覚誘発電位、及び音叉を用いた足首での振動
752 感覚は、対照群と差はなかった(CICAD 2006、IRIS 2012)。

753 ・35人のドライクリーニング作業員と年齢と教育をマッチさせた39人の非ばく露対照者
754 において、発声反応時間に対するテトラクロロエチレンばく露の影響を検討した。ばく
755 露評価は、「驚づかみサンプル (grab sample)」手法によってのみ実施し、テトラクロロ
756 エチレンの濃度の中央値は55 mg/m³（範囲14 - 940 mg/m³）であった。テトラクロロ
757 エチレンの累積ばく露の指標も作成された。ばく露群では、平均反応時間及び/もしくは
758 発声持続時間が有意に長く、累積テトラクロロエチレンばく露量と、即時課題(r = 0.69)
759 及び遅延課題(r = 0.73)との間に有意な正相関が認められた(CICAD 2006、IRIS
760 2012)。

761 ・テトラクロロエチレンばく露の可能性のあるニューヨーク市のドライクリー
762 ング業者が入居した各々2つのビルのアパート住民とニューヨーク州アルバニーにある
763 ドライクリーニング業者が入居したビルのデイケア従業員で、神経学的機能を評価した。
764 アパート住民調査は、どちらかのビルに平均5.8年間各々居住していた6家族17人(20
765 - 50歳の成人11人、60歳以上の成人2人及び小児4人)を対象とした。対照は、ばく
766 露アパート住民と年齢及び性別をマッチさせたアルバニーにあるニューヨーク州保健局
の職員の中から抽出した。この住民研究において、対照者の抽出にバイアスの可能性が

767 ある。第一に、対照者は、症例が住むニューヨーク市から 240 km 程度離れたアルバニ
768 ーから抽出している。第二に調査実施者は、調査対象が症例か対照かを知っている可能
769 性がある(距離の問題で、検査はさまざまな施設で実施し、アルバニーでは同僚に実施し
770 たと考えられる)。デイクエア従業員調査では、9 人の成人を対象とした。年齢及び性別を
771 マッチさせた対照は、ばく露従業員の知人、地域の小売店従業員、ニューヨーク州保健
772 局の職員、他のデイクエアセンターの職員といったいくつかのグループからなっていた。
773 アパート住民調査において、ドライクリーニングが営業時間中に終日捕集された大気サ
774 ンプル濃度の中央値は、1.4 mg/m³(平均 2.5 mg/m³; 範囲 0.69 - 6.2 mg/m³)であった。
775 視覚検査時のテトラクロロエチレン濃度の中央値は、0.62 mg/m³(平均 1.2 mg/m³; 範
776 囲 0.069 - 5.4 mg/m³)であった。ドライクリーニング業者の閉店前のデイクエア施設の大
777 気モニタリングでは、中央値及び平均値は 2.2 mg/m³であり、濃度範囲は 1.9 から 2.4
778 mg/m³であった。ドライクリーニング機器の撤去から 5 週間後の視覚検査時は、濃度は
779 背景値(0.0083 - 0.056mg/m³)に近づいていた。視力は、ばく露群と対照群で差はなか
780 った。空間周波数ごとの視覚コントラスト感度についての平均スコアは、各々ばく露住
781 民とデイクエア従業員で各々の対照よりも有意に低かった。ばく露 - 反応解析では、検査
782 成績の低下とテトラクロロエチレン濃度の増加の間に関連はみられなかった。4 人の小
783 児の空間視覚は悪く、正常な活動に影響するようであった。アパート住民調査では、ば
784 く露被験者に対して、ドライクリーニング施設の閉鎖後、6 - 10 及び 17 - 21 ヶ月後に 2
785 回再検査を実施した。視覚コントラスト感度は、(統計学的な比較は実施されなかったが)
786 2 回の検査の間に悪化したようであった。色覚評価において、ばく露群は各々の対照と
787 比べてより多く誤答をしたが、有意差はなかった(CICAD 2006、IRIS 2012)。

- 788 ・ 18 人のドライクリーニング作業員(男性 9 人、女性 9 人; ばく露群)と 9 人の洗濯作業
789 者(対照群)で、情調チェックリスト、ウェクスラー数唱、ウェクスラー符号、ナイサ
790 ー文字探し、フリッカー融合頻度、サンタアナ器用度、選択反応時間及び単純反応時間
791 の各検査試験を実施した。ドライクリーニング群の平均 TWA テトラクロロエチレン濃
792 度(呼気サンプルと 5 日間検査の環境モニタリングに基づく)は、120 mg/m³で、男性
793 (しばしば機器操作者であった)は、平均 TWA 濃度 220 mg/m³にばく露していた。測
794 定エンドポイント 11 項目のうち 2 項目で有意差がみられたが、これらの影響はおそらく
795 ストダード溶剤のばく露によることが多重回帰分析で示唆された(CICAD 2006)。
- 796 ・ 金属部品の洗浄にテトラクロロエチレンを用いていた鉄道修理工場で少なくとも 2 年間
797 勤務していた 106 人の作業員の調査で、神経学的影響を示す証拠はみつからなかった。
798 工場のテトラクロロエチレンの大気中濃度は、しばしば 2,800 mg/m³を上回り、測定値
799 の約 75%は 1.4 から 340 mg/m³の範囲にあった(CICAD 2006)。
- 800 ・ テトラクロロエチレンを使用しているドライクリーニング店が入居している、あるいは
801 入居していないビルに住む大人と子どもを対象に、室内空気、呼気及び血液中のテトラ
802 クロロエチレン濃度と視覚コントラスト感度(VCS)の関連について検討した。室内テ
803 トラクロロエチレン平均濃度が 336 µg/m³、平均呼気濃度が 159.5 µg/m³、平均血液濃度
804 が、0.51 µg/L であった。ドライクリーニング店が入居するビルに住む子どもにおいて単

805 一空間周波数 12 cpd (cycle per degree) での VCS が低下した。調整ロジスチック回帰分
806 析は、対象小児で、室内空気中、呼気中及び血中テトラクロロエチレンの増加が 12 cpd
807 での VCS 低下のオッズを有意に上昇させることを示した。大人の VCS の減少は有意で
808 はなかった(IRIS 2012)。

809
810

811 (3) 許容濃度の設定

812 ACGIH TLV-TWA : 25 ppm (170_{mg}/m³) STEL : 100 ppm (685 mg/m³) (設定年 1993)
813 (ACGIH 2014)

814 勧告根拠 :

815 100-200 ppm での長期のばく露から生じるかも知れない不快症状や自覚症状(例え
816 ば、頭痛、眩暈、眠気、協調運動失調)の可能性を最小化して安全マージンを提供す
817 るために、テトラクロロエチレンに TLV-TWA 25 ppm が勧告される。麻酔様作用のリ
818 スクを最小化するために TLV-STEL 100 ppm がさらに勧告される。これらの勧告値は、
819 潜在する肝臓の障害を防ぐ際に広い安全マージン提供する。肝臓の障害は 30 日間継続
820 してテトラクロロエチレンを与えられたマウスの 9 ppm の濃度でみられたが、このば
821 く露パターンは、職業的場面でみられたばく露を代表するものではなかった。テトラ
822 クロロエチレンは、相対的に高い用量でマウス及びラットにおいて発がん性を有して
823 おり、A3(確認された動物発がん性因子であるが、ヒトとの関連性は不明)の表記が本
824 物質に割り当てられた。テトラクロロエチレンを用いた試験から遺伝毒性は皆無かそ
825 れに近いと報告されてきた。テトラクロロエチレンは、実験動物種に特有な、生理学
826 に基づいた薬物動態的ベースを有する、多くの塩素化したエタン類及びエチレン類に
827 共通の部位特異的な腫瘍を起こす。そして、入手できる疫学研究はばく露されたヒト
828 においてがんのリスクの増加を確認していない。NTP のがんバイオアッセイ研究の解
829 釈に関しては依然不一致のままである。

830

831 ACGIH BEI ばく露後の呼気中テトラクロロエチレン : 3 ppm (設定年 2009) (ACGIH
832 2014)

833 勧告根拠 :

834 BEI 委員会は、少なくとも 2 日間の連続するばく露を伴う就労後の交代勤務前に採
835 取された呼気中濃度 3 ppm を BEI として勧告する。身体活動と身体組成の両方が測
836 定値の解釈に影響する。ばく露評価は、ばく露期間中の肉体的作業負荷が軽度以上で
837 ある、作業者の脂肪の量がかなり平均を上回るもしくは下回る、あるいは、ばく露後
838 の活動が激しい(例、自転車漕ぎ、ジョギング)場合、バイアスを受けるおそれがあ
839 る。。

840

841 ACGIH BEI 血中テトラクロロエチレン : 0.5 mg/L (設定年 1997) (ACGIH 2014)

842 勧告根拠 :

843 BEI 委員会は、ばく露の伴う少なくとも 2 日間の就労日の後の交代勤務前に採取さ
844 れた血液中濃度 0.5 mg/L を BEI として勧告する。身体活動と身体組成の両方が測定値
845 の解釈に影響する。ばく露評価は、ばく露の間の肉体的作業負荷が軽度以上である、作
846 業者の脂肪の量が極度である、あるいは、ばく露後の活動が激しい(例、自転車漕ぎ、
847 ジョギング) 場合、バイアスを受けうる。測定値とばく露の強さの間に理論的な関係性
848 の欠落のため、あるいは値が非常に早く低下するので結果を解釈することが困難である
849 ため、他の時間に採取されたサンプルの値は推奨されない。勧告された BEI は、国際的
850 な単位系(SI) 3 μ mol/L に相当する。

851
852

853 日本産業衛生学会：検討中。皮(設定年 2009)、生殖毒性第 3 群 (設定年 2014)

854 1972 年に、許容濃度 50 ppm (340 mg/m³) が提案されているが、現在は、「検討中」
855 であり、設定されていない。

856 テトラクロロエチレンのヒトについてのクリーニング従事者において生殖影響につ
857 いての症例報告や疫学研究はあるが、この物質のばく露との関連は明確ではない。ま
858 た、動物実験においては影響が認められたとの報告があるが、否定的な結果も報告さ
859 れており、第 2 群とする程明らかな影響があるとは言い難いと判断する。よって、テ
860 トラクロロエチレンを生殖毒性第 3 群とする。

861

862 DFG MAK： 設定されず (発がん性分類 3B のため)。H

863

864 NIOSH REL： Ca Minimize workplace exposure concentration 職場のばく露濃度を最小
865 化する

866 OSHA PEL： 100 ppm

867 UK WEL： 情報なし

868 AIHA： 情報なし

869

870

871

872 引用文献

- ・ (ACGIH 2014) American Conference of Industrial Hygienists (ACIH): 2014 TLVs and BELs with th Edition Documentation CD-ROM
- ・ (CICAD 2006) Concise International Chemical Assessment Document 68 Tetrachloroethene, WHO
- ・ (IARC 2013) International Agency for Research on Cancer (IARC) : IARC Monographs Vol. 106 Tetrachloroethylene (2013)
- ・ (IRIS 2012) U.S. Environmental Health Criteria (US EPA) : Integrated Risk Information System (IRIS) Tetrachloroethylene

(Perchloroethylene)

- (NCI 1997) National Cancer Institute Carcinogenesis Technical Report Series No.13 Bioassay of Tetrachloroethylene for possible carcinogenicity
- (NITE 2006) (独)製品評価技術基盤機構(NITE):化学物質の初期評価リスク評価書 Ver.1.0, No.65 テトラクロロエチレン (2006)
- (NITE CHRIP) 製品評価技術基盤機構(NITE)化学物質総合情報検索システム (CHRIP)
- (NTP 1986) National Toxicology Program Technical Report Series No.311 Toxicology and Carcinogenesis Studies of Tetrachloroethylene (Perchloroethylene) (CAS No. 127-18-4) in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Inhalation Studies).
- (NTP 2011) National Toxicology Program (NTP:米国国家毒性プログラム):12th Report on Carcinogens (2011)
- (SIDS 1996) Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD):SIDS Initial Assessment Report For SIAM 5, Tetrachloroethylene, 1996
- (WHO/EHC 1984) WHO/IPCS:Environmental Health Criteria(環境保健クライテリア): EHC, No.31 Tetrachloroethylene
- (厚生労働省 2014) 厚生労働省 職場のあんぜんサイト HP がん原性試験実施結果 テトラクロロエチレンの吸入によるがん原性試験結果の概要 <http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/bio/gan/ankgd05.htm>
- (経産省 2014) 経済産業省:第二種特定化学物質の製造・輸入及び出荷実績(24年度)
- (産衛 2013) 日本産業衛生学会(JSOH):許容濃度等の勧告(2013)
- (産衛 1972) 許容濃度の暫定値の提案理由 テトラクロロエチレン産業衛生学雑誌 14巻 173-174

873

874

物質名：テトラクロロエチレン

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：LC₅₀ = 28,000 mg/m³(6 時間)、35,000 mg/m³(8 時間) 経口毒性：LD₅₀ = 2,400 – 4,500 mg/kg 体重</p> <p><u>マウス</u> 吸入毒性：LC₅₀ = 40,000 mg/m³(2 時間)、36,000 mg/m³(4 時間) 21,000 mg/m³(6 時間) 経口毒性：LD₅₀ = 4,700 – 9,600 mg/kg 体重</p> <p><u>ウサギ</u> 経皮毒性：LD₅₀ = 約 20,000 mg/kg 体重</p> <p><u>健康影響</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実験動物の急性吸入ばく露により、中枢神経抑制（麻酔、自発運動の亢進・抑制、緊張低下、反射の消失、傾眠、震え、失調性歩行、昏迷）及び肝毒性を示す。 ・ ヒトの急性吸入ばく露により、浮遊感、運動協調性の障害、倦怠感、精神的不明瞭、高揚感、酩酊が報告されている。 ・ ヒトの急性経口ばく露により、眩暈、酩酊、立ちくらみ、吐き気、眠気、意識消失、重度の精神病及び死亡が報告されている。
イ 刺激性/ 腐食性	<p>皮膚刺激性/腐食性：あり</p> <p>広範囲な皮膚の発赤及び水疱形成が、テトラクロロエチレンが染み込んだ衣類を着用して意識消失で倒れていた作業者でみられた。</p> <p>眼に対する重篤な損傷性/刺激性：あり</p> <p>520 – 550 mg/m³の蒸気に数分間ばく露した自発的被験者において、一時的で軽度な眼の刺激が報告された。</p>
ウ 感作性	<p>皮膚感作性：判断できない</p> <p>根拠：・ オリーブオイル中の 1%溶液を用いたパッチテストによって、アレルギー性接触皮膚炎が 2 症例確認された。</p> <p>・ モルモットを用いたスプリットアジュバンド技術を用いた試験において、皮膚感作性は観察されなかった。</p> <p>呼吸器感作性：判断できない</p> <p>根拠：・ ドライクリーニング施設で 2 年間働いていた女性は、2 回の別々の高いばく露エピソードに明らかに起因すると考えられるテトラクロロエチレンに関連した喘息を発症した。</p> <p>・ 18 歳の男子学生は、長期のテトラクロロエチレンのばく露に引き続き、重度の呼吸困難、咳、胸部圧迫感を伴う急性喘息エピソードを経験した。</p>

	<p>・0.25 ml/kg/日を2日間摂取した小児にアナフィラキシー反応がみられた。</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=70 mg/m³ (10.3 ppm)</p> <p>根拠：29軒のドライクリーニング店の57人の作業者グループ(大部分が女性)と対照グループ(女性16-50人と男性30-65人)のタンパク尿、アルブミン尿、尿リゾチーム活性及びβ-グルクロニダーゼ活性を評価した結果、ドライクリーニング作業者に、糸球体よりも尿細管の非常に弱い障害を示唆する尿リゾチーム活性及びβ-グルクロニダーゼ活性の有意な増加が認められた。ドライクリーニング作業者の生物学的モニタリングによるテトラクロロエチレンのばく露濃度は、70 mg/m³であった。(有害性評価書 P14 CICAD 2006)</p> <p>不確実性係数 UF = 10</p> <p>根拠：LOAEL NOAEL 変換 (10)</p> <p>評価レベル = 7 mg/m³ (1.03 ppm)</p> <p>計算式：70 mg/m³ × 1/10(LOAEL NOAEL) = 7 mg/m³</p> <p>(参考)</p> <p>NOAEL = 10 ppm</p> <p>根拠：雌雄のBDF1系マウス(50匹/性/群)にテトラクロロエチレン0、10、50、250 ppmの濃度で6時間/日、5日/週の頻度で104週間吸入ばく露した。50 ppm以上の群の雌雄で近位尿細管のカリオメガリー及び肝毒性がみられた。(有害性評価書 P9~P10 厚生労働省がん原性試験結果 CICAD 2006)</p> <p>労働補正：労働時間補正 6/8、労働日数補正 5/5</p> <p>不確実性係数 UF = 10</p> <p>根拠：種差(10)</p> <p>評価レベル = 5.1 mg/m³ (0.75 ppm)</p> <p>計算式：10 ppm × 6/8 × 5/5 × 1/10(種差) = 0.75 ppm</p>
オ 生殖毒性	<p>生殖毒性：判断できない</p> <p>根拠：ヒトの疫学調査からは明確な生殖毒性は判断できない。動物実験による生殖毒性試験結果では、胚・胎児への軽度な影響がみられたが、母体毒性もみられている。産業衛生学会では生殖毒性第3群に分類されている。以上から生殖毒性ありとは判断できない。</p> <p>(参考)</p> <p>NOAEL = 1,500 mg/m³</p> <p>根拠：CFY系ラット(18-19匹/群)にテトラクロロエチレンを0、1,500、4,500、8,500 mg/m³の濃度で8時間/日、妊娠期間(0-21日)を通して吸入ばく露した。1,500 mg/m³のばく露群では、母毒性や胎児への影響は認められなかった。4,500 mg/m³以上のばく露群で、母動物(成長抑制、相対肝臓重量の増加)及び胚/胎児(着床前胚損失の増加、胎児重量の低値、骨格発達の遅延及び過剰肋骨の増加)の毒性影響が観察された。神経行動学的検査が一部の出生児(同一試験での動物</p>

	<p>かは不明)で、離乳から 100 日齢時点まで実施された。(ばく露濃度は明らかではないが、) 100 日齢時の雌で、探索行動におけるわずかで一時的な減少及び、運動量の増加がみられた。性成熟には影響はなく、剖検では奇形及び変異の増加はみられなかった。(有害性評価書 P6 CICAD 2006)</p> <p>不確実性係数 UF = 10 根拠：種差 (10) 評価レベル = 150 mg/m³ (22.1 ppm) 計算式： 1500 mg/m³ × 1/10(種差) = 150 mg/m³ (22.1 ppm)</p>
カ 遺伝毒性	<p>遺伝毒性：あり</p> <p>根拠：トリクロロエチレンが微量混入したテトラクロロエチレンに職業的にばく露したヒトにおいて、リンパ球の染色体異常の頻度は高く、陽性と判断される。一方、<i>in vitro</i> の復帰突然変異試験、染色体異常試験、姉妹染色分体交換試験等、また、<i>in vivo</i> の小核試験、染色体異常試験等多くの試験で陰性の結果が得られている。なお、哺乳動物における代謝物は Ames 試験で陽性を示した。</p>
キ 発がん性	<p>発がん性：あり</p> <p>根拠：雌雄の F344 系ラット (50 匹/性/群) にテトラクロロエチレンを 0、50、200、600 ppm の濃度で 6 時間/日、5 日/週の頻度で 104 週間吸入ばく露した試験において、雌雄で脾臓の単核細胞性白血病 (雄：11/50、14/50、22/50、27/50、雌：10/50、17/50、16/50、19/50) の発生の増加を認めた。</p> <p>また、雌雄の BDF1 系マウス (50 匹/性/群) にテトラクロロエチレン 0、10、50、250 ppm の濃度で 6 時間/日、5 日/週の頻度で 104 週間吸入ばく露した試験において、雄で肝細胞癌 (7/50、8/50、12/50、25/50)、肝細胞腺腫 (7/50、13/50、8/50、26/50) 及びハーダー腺の腺腫 (2/50、2/50、2/50、8/50) を、雌で肝細胞癌 (0/50、0/50、0/50、14/50) 及び肝細胞腺腫 (3/50、3/50、7/50、26/50) の発生の増加をみとめた。(有害性評価書 P9～P10 厚生労働省がん原性試験結果 CICAD 2006)</p> <p>また、その他のラット及びマウスを用いた試験においても発がん性がみとめられている。</p> <p>閾値の有無：なし</p> <p>根拠：テトラクロロエチレンは「遺伝毒性」を有する。動物試験において発がんが認められるが、そのメカニズムは不明である。</p> <p><u>閾値ありの場合 (参考)</u></p> <p>NOAEL = 10 ppm</p> <p>根拠：雌雄の BDF1 系マウス (50 匹/性/群) にテトラクロロエチレン 0、10、50、250 ppm の濃度で 6 時間/日、5 日/週の頻度で 104 週間吸入ばく露した試験において、雄で肝細胞癌 (7/50、8/50、12/50、25/50)、肝細胞腺腫 (7/50、13/50、8/50、26/50) 及びハーダー腺の腺腫 (2/50、2/50、2/50、8/50) を、雌で肝細胞癌 (0/50、</p>

	<p>0/50、0/50、14/50) 及び肝細胞腺腫 (3/50、3/50、7/50、26/50) の発生の増加をみとめた。(有害性評価書 P9 ~ P10 厚生労働省がん原性試験結果 CICAD 2006)</p> <p>労働補正：労働時間補正 6/8、労働日数補正 5/5 不確実性係数 UF = 100 根拠：種差 (10)、がんの重大性 (10) 評価レベル= 0.51 mg/m³ (0.075 ppm) 計算式： 10 ppm × 6/8 × 5/5 × 1/100 = 0.075 ppm</p> <p><u>閾値なしの場合</u> ユニットリスク (UR) = 2.6 × 10⁻⁷ per µg/m³ (有害性評価書 P18 (US EPA IRIS 2014)) 発がんの過剰発生リスク (10⁻⁴)に相当するばく露濃度=384 µg/m³ 計算式： 1 × 10⁻⁴ ÷ (2.6 × 10⁻⁷) = 384 µg/m³ この値を基に労働補正 (呼吸量：10/20×労働日数：240/365×労働年数：45/75= 0.2)を行う。 労働補正後の発がんの過剰発生リスク (10⁻⁴)に相当するばく露濃度= 1.92 mg/m³ (0.282 ppm) 計算式：労働補正後の発がんの過剰発生リスク (10⁻⁴)に相当するばく露濃度/0.2 = 384 µg/m³ / 0.2 × 1000 = 1.92 mg/m³</p>
ク 神経毒性	<p>神経毒性：あり LOAEL=1.4 mg/m³ (0.2 ppm) 根拠：テトラクロロエチレンばく露の可能性のあるニューヨーク市のドライクリーニング業者が入居した各々2つのビルのアパート住民とニューヨーク州アルバニーにあるドライクリーニング業者が入居したビルのデイケア従業員で、神経学的機能を評価した。アパート住民調査は、どちらかのビルに平均5.8年間各々居住していた6家族17人(20-50歳の成人11人、60歳以上の成人2人及び小児4人)を対象とした。対照は、ばく露アパート住民と年齢及び性別をマッチさせたアルバニーにあるニューヨーク州保健局の職員の中から抽出した。この住民研究において、対照者の抽出にバイアスの可能性がある。第一に、対照者は、症例が住むニューヨーク市から240km程度離れたアルバニーから抽出している。第二に調査実施者は、調査対象が症例か対照かを知っている可能性がある(距離の問題で、検査はさまざまな施設で実施し、アルバニーでは同僚に実施したと考えられる)。デイケア従業員調査では、9人の成人を対象とした。年齢及び性別をマッチさせた対照は、ばく露従業員の知人、地域の小売店従業員、ニューヨーク州保健局の職員、他のデイケアセンターの職員といったいくつかのグループからなっていた。アパート住民調査において、ドライクリーニングが営業時間中に終日捕集された大気サンプル濃度の中央値は、1.4 mg/m³ (平均 2.5 mg/m³ ; 範囲 0.69</p>

	<p>- 6.2 mg/m³)であった。視覚検査時のテトラクロロエチレン濃度の中央値は、0.62 mg/m³ (平均 1.2 mg/m³; 範囲 0.069 - 5.4 mg/m³)であった。ドライクリーニング業者の閉店前のデイケア施設の大気モニタリングでは、中央値及び平均値は 2.2 mg/m³ であり、濃度範囲は 1.9 から 2.4 mg/m³ であった。ドライクリーニング機器の撤去から 5 週間後の視覚検査時は、濃度は背景値 (0.0083 - 0.056mg/m³) に近づいていた。視力は、ばく露群と対照群で差はなかった。空間周波数ごとの視覚コントラスト感度についての平均スコアは、各々ばく露住民とデイケア従業員で各々の対照よりも有意に低かった。ばく露 - 反応解析では、検査成績の低下とテトラクロロエチレン濃度の増加の間に関連はみられなかった。4 人の小児の空間視覚は悪く、正常な活動に影響するようであった。アパート住民調査では、ばく露被験者に対して、ドライクリーニング施設の閉鎖後、6 - 10 及び 17 - 21 ヶ月後に 2 回再検査を実施した。視覚コントラスト感度は、(統計学的な比較は実施されなかったが) 2 回の検査の間に悪化したようであった。色覚評価において、ばく露群は各々の対照と比べてより多く誤答をしたが、有意差はなかった。(有害性評価書 P22 ~ 23 CICAD 2006 IRIS 2012)</p> <p>不確実性係数 UF = 10 根拠 : LOAEL NOAEL 変換 (10) 評価レベル = 0.14 mg/m³ (0.02 ppm) 計算式 : 1.4 mg/m³ × 1/10(LOAEL NOAEL) = 0.14 mg/m³ (参考) LOAEL = 5 mg/kg 体重/日 根拠 : 若齢 (3 - 4 週齢) の雄 SD 系ラット (9 匹/群) に 0、5、50 mg/kg 体重/日のテトラクロロエチレンを 5 日/週、8 週間強制経口投与し、最終投与 3 日後に行動学的検査を実施した。投与期間中の臨床的行動は正常であったが、投与群で体重増加抑制がみられた。尾浸漬痛覚試験、ホットプレート試験及びホットプレート温度上昇試験で、わずかであるが有意に反応が遅延した。両投与群で自発運動及び立ち上がり行動が低下し、高用量群で統計学的に有意であった。両投与群で筋クロモナス性攣縮と顔面及び前肢クロモナスの閾値が増加した。(有害性評価書 P12 CICAD 2006)</p> <p>不確実性係数 UF = 100 根拠 : 種差 (10)、LOAEL NOAEL の変換 (10) 評価レベル = 0.3 mg/m³ (0.04 ppm) 計算式 : 5 mg/kg 体重 × 60 kg/10 m³ × 1/100 = 0.3 mg/m³ (0.04 ppm)</p>
ケ 許容濃度の設定	ACGIH : TWA 25 ppm (170 mg/m ³) STEL 100 ppm (685 mg/m ³) (設定年 1993) 根拠 : 100-200 ppm での長期のばく露から生じるかも知れない不快症状や自覚症状 (例えば、頭痛、眩暈、眠気、協調運動失調) の可能性を最小化して安全

マージンを提供するために、テトラクロロエチレンに TLV-TWA 25 ppm が勧告される。麻酔様作用のリスクを最小化するために TLV-STEL 100 ppm がさらに勧告される。これらの勧告値は、潜在する肝臓の障害を防ぐ際に広い安全マージン提供する。肝臓の障害は 30 日間継続してテトラクロロエチレンを与えられたマウスの 9ppm の濃度でみられたが、このばく露パターンは、職業的場面でみられたばく露を代表するものではなかった。テトラクロロエチレンは、相対的に高い用量でマウス及びラットにおいて発がん性を有しており、A3(確認された動物発がん性因子であるが、ヒトとの関連性は不明)の表記が本物質に割り当てられた。テトラクロロエチレンを用いた試験から遺伝毒性は皆無かそれに近いと報告されてきた。テトラクロロエチレンは、実験動物種に特有な生理学に基づいた薬物動態的ベースを有する、多くの塩素化したエタン類及びエチレン類に共通の部位特異的な腫瘍を起こす。そして、入手できる疫学研究がばく露されたヒトにおいてがんのリスクの増加を確認していない。NTP のがんバイオアッセイ研究の解釈に関しては依然不一致のままである。

BEI ばく露後の呼気中 3 ppm (設定年 2009)

根拠：BEI 委員会は、少なくとも 2 日間の連続するばく露を伴う就労日の後の交代勤務前に採取された呼気中濃度 3 ppm を BEI として勧告する。身体活動と身体組成の両方が測定値の解釈に影響する。ばく露評価は、ばく露期間中の肉体的作業負荷が軽度以上である、作業者の脂肪の量がかなり平均を上回るもしくは下回る、あるいは、ばく露後の活動が激しい(例、自転車漕ぎ、ジョギング)場合、バイアスを受けるおそれがある。

BEI 血中テトラクロロエチレン： 0.5 mg/L (設定年 1997)

根拠：BEI 委員会は、ばく露の伴う少なくとも 2 日間の就労日の後の交代勤務前に採取された血液中濃度 0.5 mg/L を BEI として勧告する。身体活動と身体組成の両方が測定値の解釈に影響する。ばく露の間の肉体的作業負荷が軽度以上である、作業者の脂肪の量が極度である、あるいは、ばく露後の活動が激しい(例、自転車漕ぎ、ジョギング)場合、バイアスを受けうる。測定値とばく露の強さの間に理論的な関係性の欠落のため、あるいは値が非常に早く低下するので結果を解釈することが困難であるため、他の時間に採取されたサンプルの値は推奨されない。勧告された BEI は、国際的な単位系(SI) 3 μ mol/L に相当する。

日本産業衛生学会：検討中、皮(設定年 2009)、生殖毒性第 3 群 (設定年 2014)

根拠：テトラクロロエチレンのヒトについてのクリーニング従事者において生殖影響についての症例報告や疫学研究はあるが、この物質のばく露との関連は明確ではない。また、動物実験においては影響が認められたとの報告があるが、否定的な結果も報告されており、第 2 群とする程明らかな影響があるとは言

	<p>い難いと判断する。よって、テトラクロロエチレンを生殖毒性第3群とする。</p> <p>DFG MAK：設定されず（発がん性分類3Bのため）、H</p> <p>NIOSH：Ca Minimize workplace exposure concentration</p> <p>OSHA：TWA 100ppm、CEIL 200；300*（*5-min peak in any 3hr）</p>
--	---

877