

業務上疾病に関する医学的知見の収集に係る 調査研究（化学物質等による疾病） 報告書

2020 年 3 月

エム・アール・アイリサーチアソシエイツ株式会社

目次

I. 背景と目的	1
II. 調査方法	2
1. 調査の概要.....	2
2. 医学文献検討委員会の設置・運営.....	3
2.1 医学文献検討委員会の構成.....	3
2.2 医学文献検討委員会の開催.....	3
3. 報告書に登載する化学物質.....	5
3.1 本調査で対象とする化学物質.....	5
3.2 報告書に登載する化学物質の選定方法.....	19
3.2.1 化学物質①の選定方法.....	20
3.2.2 化学物質②の選定方法.....	21
3.2.3 化学物質の選定結果.....	22
3.2.4 報告書に登載する文献の選定.....	26
3.2.5 報告書に登載する文献の選定結果.....	34
4. 報告書の作成.....	38
4.1 文献の収集・整理.....	38
4.2 レビューサマリーの構成.....	38
III. 結果	40
1. アセトアニトリル.....	40
1.1 物質の性状.....	40
1.2 利用状況・規制等.....	40
1.3 研究報告.....	40
1.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値.....	42
1.4.1 国外機関.....	42
1.4.2 国内機関.....	42
2. エタノール.....	44
2.1 物質の性状.....	44
2.2 利用状況・規制等.....	44
2.3 研究報告.....	44
2.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値.....	46

2.4.1 国外機関	46
2.4.2 国内機関	46
3. エチルメチルケトンペルオキシド.....	48
3.1 物質の性状	48
3.2 利用状況・規制等	48
3.3 研究報告	48
3.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	50
3.4.1 国外機関	50
3.4.2 国内機関	50
4. エチレングリコール.....	52
4.1 物質の性状	52
4.2 利用状況・規制等	52
4.3 研究報告	52
4.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	54
4.4.1 国外機関	54
4.4.2 国内機関	54
5. オゾン.....	56
5.1 物質の性状	56
5.2 利用状況・規制等	56
5.3 研究報告	56
5.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	58
5.4.1 国外機関	58
5.4.2 国内機関	58
6. カーボンプラック.....	60
6.1 物質の性状	60
6.2 利用状況・規制等	60
6.3 研究報告	60
6.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	63
6.4.1 国外機関	63
6.4.2 国内機関	63
7. 銀及びその水溶性化合物.....	65
7.1 物質の性状	65
7.2 利用状況・規制等	66

7.3 研究報告	66
7.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	69
7.4.1 国外機関	69
7.4.2 国内機関	70
8. 酢酸	72
8.1 物質の性状	72
8.2 利用状況・規制等	72
8.3 研究報告	72
8.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	74
8.4.1 国外機関	74
8.4.2 国内機関	74
9. 2-シアノアクリル酸エチル	76
9.1 物質の性状	76
9.2 利用状況・規制等	76
9.3 研究報告	76
9.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	78
9.4.1 国外機関	78
9.4.2 国内機関	78
10. 2, 4-ジクロロフェノキシ酢酸	80
10.1 物質の性状	80
10.2 利用状況・規制等	80
10.3 研究報告	80
10.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	82
10.4.1 国外機関	82
10.4.2 国内機関	82
11. 2, 4-ジニトロトルエン	84
11.1 物質の性状	84
11.2 利用状況・規制等	84
11.3 研究報告	84
11.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	86
11.4.1 国外機関	86
11.4.2 国内機関	86
12. すず及びその化合物	88
12.1 物質の性状	88

12.2 利用状況・規制等	89
12.3 研究報告	90
12.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	94
12.4.1 国外機関	94
12.4.2 国内機関	95
13. タングステン及びその水溶性化合物.....	98
13.1 物質の性状	98
13.2 利用状況・規制等	98
13.3 研究報告	98
13.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	101
13.4.1 国外機関	101
13.4.2 国内機関	101
14. チオりん酸O, O－ジェチルーO－（3, 5, 6－トリクロロー2－ピリジル）（別 名クロルピリホス）	103
14.1 物質の性状	103
14.2 利用状況・規制等	103
14.3 研究報告	103
14.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	108
14.4.1 国外機関	108
14.4.2 国内機関	108
15. 銅及びその化合物.....	110
15.1 物質の性状	110
15.2 利用状況・規制等	110
15.3 研究報告	111
15.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	114
15.4.1 国外機関	114
15.4.2 国内機関	115
16. 二酸化塩素.....	117
16.1 物質の性状	117
16.2 利用状況・規制等	117
16.3 研究報告	117
16.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	119
16.4.1 国外機関	119
16.4.2 国内機関	119

17. ニトロメタン	121
17.1 物質の性状	121
17.2 利用状況・規制等	121
17.3 研究報告	121
17.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	123
17.4.1 国外機関	123
17.4.2 国内機関	123
18. 白金及びその水溶性塩	125
18.1 物質の性状	125
18.2 利用状況・規制等	125
18.3 研究報告	126
18.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	128
18.4.1 国外機関	128
18.4.2 国内機関	128
19. バリウム及びその水溶性化合物	130
19.1 物質の性状	130
19.2 利用状況・規制等	131
19.3 研究報告	131
19.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	135
19.4.1 国外機関	135
19.4.2 国内機関	136
20. ブタン	140
20.1 物質の性状	140
20.2 利用状況・規制等	140
20.3 研究報告	141
20.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	145
20.4.1 国外機関	145
20.4.2 国内機関	146
21. イソプロピルアルコール	148
21.1 物質の性状	148
21.2 利用状況・規制等	148
21.3 研究報告	148
21.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	150

21.4.1 国外機関	150
21.4.2 国内機関	150
22. モリブデン及びその化合物.....	152
22.1 物質の性状	152
22.2 利用状況・規制等	152
22.3 研究報告	152
22.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	154
22.4.1 国外機関	154
22.4.2 国内機関	154
23. ロジン.....	156
23.1 物質の性状	156
23.2 利用状況・規制等	156
23.3 研究報告	156
23.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	158
23.4.1 国外機関	158
23.4.2 国内機関	158
24. アルファーナフチルアミン及びその塩.....	160
24.1 物質の性状	160
24.2 利用状況・規制等	160
24.3 研究報告	160
24.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	162
24.4.1 国外機関	162
24.4.2 国内機関	162
25. アクリル酸.....	164
25.1 物質の性状	164
25.2 利用状況・規制等	164
25.3 研究報告	164
25.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	166
25.4.1 国外機関	166
25.4.2 国内機関	166
26. アジピン酸.....	168
26.1 物質の性状	168
26.2 利用状況・規制等	168

26.3 研究報告	168
26.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	170
26.4.1 国外機関	170
26.4.2 国内機関	170
27. 亜硝酸イソブチル.....	172
27.1 物質の性状	172
27.2 利用状況・規制等	172
27.3 研究報告	172
27.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	174
27.4.1 国外機関	174
27.4.2 国内機関	174
28. アスファルト.....	176
28.1 物質の性状	176
28.2 利用状況・規制等	176
28.3 研究報告	176
28.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	179
28.4.1 国外機関	179
28.4.2 国内機関	179
29. 亜硫酸水素ナトリウム.....	181
29.1 物質の性状	181
29.2 利用状況・規制等	181
29.3 研究報告	181
29.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	183
29.4.1 国外機関	183
29.4.2 国内機関	183
30. アリルアルコール.....	185
30.1 物質の性状	185
30.2 利用状況・規制等	185
30.3 研究報告	185
30.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	187
30.4.1 国外機関	187
30.4.2 国内機関	187
31. アルミニウム及びその水溶性塩.....	189
31.1 物質の性状	189

31.2 利用状況・規制等	190
31.3 研究報告	190
31.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	195
31.4.1 国外機関	195
31.4.2 国内機関	196
32. 一酸化二窒素.....	199
32.1 物質の性状	199
32.2 利用状況・規制等	199
32.3 研究報告	199
32.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	202
32.4.1 国外機関	202
32.4.2 国内機関	202
33. ウレタン.....	204
33.1 物質の性状	204
33.2 利用状況・規制等	204
33.3 研究報告	204
33.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	206
33.4.1 国外機関	206
33.4.2 国内機関	206
34. 1, 1'-エチレン-2, 2'-ビピリジニウム=ジブロミド (別名ジクアット) ...	208
34.1 物質の性状	208
34.2 利用状況・規制等	208
34.3 研究報告	208
34.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	210
34.4.1 国外機関	210
34.4.2 国内機関	210
35. オメガクロロアセトフェノン.....	212
35.1 物質の性状	212
35.2 利用状況・規制等	212
35.3 研究報告	212
35.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	214
35.4.1 国外機関	214
35.4.2 国内機関	214
36. クロロエタン (別名塩化エチル)	216

36.1 物質の性状	216
36.2 利用状況・規制等	216
36.3 研究報告	216
36.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	218
36.4.1 国外機関	218
36.4.2 国内機関	218
37. 2-クロロベンジリデンマロノニトリル.....	220
37.1 物質の性状	220
37.2 利用状況・規制等	220
37.3 研究報告	220
37.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	223
37.4.1 国外機関	223
37.4.2 国内機関	223
38. 結晶質シリカ.....	225
38.1 物質の性状	225
38.2 利用状況・規制等	226
38.3 研究報告	228
38.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	235
38.4.1 国外機関	235
38.4.2 国内機関	237
39. 鉱油.....	240
39.1 物質の性状	240
39.2 利用状況・規制等	241
39.3 研究報告	242
39.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	245
39.4.1 国外機関	245
39.4.2 国内機関	247
40. 固形パラフィン.....	250
40.1 物質の性状	250
40.2 利用状況・規制等	250
40.3 研究報告	250
40.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	252
40.4.1 国外機関	252
40.4.2 国内機関	252

41. 酢酸ビニル	254
41.1 物質の性状	254
41.2 利用状況・規制等	254
41.3 研究報告	254
41.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	256
41.4.1 国外機関	256
41.4.2 国内機関	256
42. 酸化チタン（I V）	258
42.1 物質の性状	258
42.2 利用状況・規制等	258
42.3 研究報告	258
42.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	260
42.4.1 国外機関	260
42.4.2 国内機関	260
43. 酸化鉄	262
43.1 物質の性状	262
43.2 利用状況・規制等	262
43.3 研究報告	262
43.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	265
43.4.1 国外機関	265
43.4.2 国内機関	265
44. 2，2－ジクロロ－1，1，1－トリフルオロエタン（別名 HCFC－123）	267
44.1 物質の性状	267
44.2 利用状況・規制等	267
44.3 研究報告	267
44.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	270
44.4.1 国外機関	270
44.4.2 国内機関	270
45. ジチオりん酸O，O－ジエチル－S－エチルチオメチル（別名ホレート）	272
45.1 物質の性状	272
45.2 利用状況・規制等	272
45.3 研究報告	272
45.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	274

45.4.1 国外機関	274
45.4.2 国内機関	274
46. ジチオリン酸O, O-ジメチルーS-1, 2-ビス (エトキシカルボニル) エチル (別名マラチオン)	276
46.1 物質の性状	276
46.2 利用状況・規制等	276
46.3 研究報告	276
46.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	280
46.4.1 国外機関	280
46.4.2 国内機関	280
47. ジベンゾイルペルオキシド.....	282
47.1 物質の性状	282
47.2 利用状況・規制等	282
47.3 研究報告	282
47.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	284
47.4.1 国外機関	284
47.4.2 国内機関	284
48. 臭化水素.....	286
48.1 物質の性状	286
48.2 利用状況・規制等	286
48.3 研究報告	286
48.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	289
48.4.1 国外機関	289
48.4.2 国内機関	289
49. しゅう酸.....	291
49.1 物質の性状	291
49.2 利用状況・規制等	291
49.3 研究報告	291
49.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	293
49.4.1 国外機関	293
49.4.2 国内機関	293
50. しょう脳.....	295
50.1 物質の性状	295
50.2 利用状況・規制等	295

50.3 研究報告	295
50.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	297
50.4.1 国外機関	297
50.4.2 国内機関	297
51. 水酸化カルシウム.....	299
51.1 物質の性状	299
51.2 利用状況・規制等	299
51.3 研究報告	299
51.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	301
51.4.1 国外機関	301
51.4.2 国内機関	301
52. 石油ナフサ.....	303
52.1 物質の性状	303
52.2 利用状況・規制等	303
52.3 研究報告	303
52.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	305
52.4.1 国外機関	305
52.4.2 国内機関	305
53. 石油ベンジン.....	307
53.1 物質の性状	307
53.2 利用状況・規制等	307
53.3 研究報告	307
53.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	309
53.4.1 国外機関	309
53.4.2 国内機関	309
54. テトラエチルチウラムジスルフィド（別名ジスルフィラム）	311
54.1 物質の性状	311
54.2 利用状況・規制等	311
54.3 研究報告	311
54.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	315
54.4.1 国外機関	315
54.4.2 国内機関	315
55. 灯油.....	317
55.1 物質の性状	317

55.2 利用状況・規制等	317
55.3 研究報告	317
55.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	321
55.4.1 国外機関	321
55.4.2 国内機関	321
56. トリエタノールアミン.....	323
56.1 物質の性状	323
56.2 利用状況・規制等	323
56.3 研究報告	323
56.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	325
56.4.1 国外機関	325
56.4.2 国内機関	325
57. 2, 4, 5-トリクロロフェノキシ酢酸.....	327
57.1 物質の性状	327
57.2 利用状況・規制等	327
57.3 研究報告	327
57.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	329
57.4.1 国外機関	329
57.4.2 国内機関	329
58. 1-ナフチル-N-メチルカルバメート (別名カルバリル)	331
58.1 物質の性状	331
58.2 利用状況・規制等	331
58.3 研究報告	331
58.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	333
58.4.1 国外機関	333
58.4.2 国内機関	333
59. ニコチン.....	335
59.1 物質の性状	335
59.2 利用状況・規制等	335
59.3 研究報告	335
59.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	337
59.4.1 国外機関	337
59.4.2 国内機関	337
60. ビス (2-クロロエチル) スルフィド (別名マスタードガス)	339

60.1 物質の性状	339
60.2 利用状況・規制等	339
60.3 研究報告	339
60.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	341
60.4.1 国外機関	341
60.4.2 国内機関	341
61. フェノチアジン	343
61.1 物質の性状	343
61.2 利用状況・規制等	343
61.3 研究報告	343
61.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	345
61.4.1 国外機関	345
61.4.2 国内機関	345
62. フタル酸ビス（2-エチルヘキシル）（別名DEHP）	347
62.1 物質の性状	347
62.2 利用状況・規制等	347
62.3 研究報告	347
62.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	349
62.4.1 国外機関	349
62.4.2 国内機関	349
63. 2-ブロモ-2-クロロ-1, 1, 1-トリフルオロエタン（別名ハロタン）	351
63.1 物質の性状	351
63.2 利用状況・規制等	351
63.3 研究報告	351
63.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	353
63.4.1 国外機関	353
63.4.2 国内機関	353
64. ヘキサクロロエタン	355
64.1 物質の性状	355
64.2 利用状況・規制等	355
64.3 研究報告	355
64.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	357
64.4.1 国外機関	357
64.4.2 国内機関	357

65. ベンゾ [a] アントラセン	359
65.1 物質の性状	359
65.2 利用状況・規制等	359
65.3 研究報告	359
65.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	361
65.4.1 国外機関	361
65.4.2 国内機関	361
66. ほう酸及びそのナトリウム塩	363
66.1 物質の性状	363
66.2 利用状況・規制等	363
66.3 研究報告	363
66.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	365
66.4.1 国外機関	365
66.4.2 国内機関	365
67. N-メチルカルバミン酸 2, 3-ジヒドロ-2, 2-ジメチル-7-ベンゾ [b] フラニル (別名カルボフラン)	367
67.1 物質の性状	367
67.2 利用状況・規制等	367
67.3 研究報告	367
67.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	370
67.4.1 国外機関	370
67.4.2 国内機関	370
68. N-メチル-2-ピロリドン	372
68.1 物質の性状	372
68.2 利用状況・規制等	372
68.3 研究報告	372
68.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	374
68.4.1 国外機関	374
68.4.2 国内機関	374
69. 沃素及びその化合物	376
69.1 物質の性状	376
69.2 利用状況・規制等	377
69.3 研究報告	377

69.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	381
69.4.1 国外機関	381
69.4.2 国内機関	382
70. ヨードホルム	384
70.1 物質の性状	384
70.2 利用状況・規制等	384
70.3 研究報告	384
70.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	387
70.4.1 国外機関	387
70.4.2 国内機関	387
71. りん酸	389
71.1 物質の性状	389
71.2 利用状況・規制等	389
71.3 研究報告	389
71.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	391
71.4.1 国外機関	391
71.4.2 国内機関	391
72. りん酸ジメチル＝(E)－1－(N－メチルカルバモイル)－1－プロペン－2－イル (別名モノクロトホス)	393
72.1 物質の性状	393
72.2 利用状況・規制等	393
72.3 研究報告	393
72.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	395
72.4.1 国外機関	395
72.4.2 国内機関	395
73. りん酸ジメチル＝1－メトキシカルボニル－1－プロペン－2－イル (別名メビンホ ス)	397
73.1 物質の性状	397
73.2 利用状況・規制等	397
73.3 研究報告	397
73.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値	400
73.4.1 国外機関	400
73.4.2 国内機関	400
IV. 参考資料	402

I. 背景と目的

業務上疾病のうち、化学物質等（化学物質及びその化合物（合金を含む。）をいう。以下同じ。）による疾病については、労働基準法施行規則別表（以下「別表」という。）第1の2第4号1に基づく厚生労働大臣告示（平成8年3月29日労働省告示第33号。以下「厚生労働大臣告示」という。）において定めているところであり、現在168の化学物質等による疾病を規定している。

平成25年度の労働基準法施行規則第35条専門検討会（以下「35条専」という。）では、労働安全衛生法施行令別表第3第1号及び別表第9によりSDS（安全データシート）交付制度の対象とされている640物質（当時）のうち、別表第1の2に規定されていない化学物質等による疾病について検討を行ったところである。その後、SDS交付制度の対象とされている化学物質等は673物質に増加したこと等から、平成30年11月に取りまとめられた「労働基準法施行規則第35条専門検討会報告書」においては、「行政当局において、これらの化学物質による疾病について幅広く情報収集に努めるとともに、改めて（中略）化学物質による疾病に関する分科会において別表第1の2へ追加すべきか否かの検討を行うことが妥当」とされた。

この化学物質による疾病に関する分科会での検討には、最新の化学物質等による疾病に関する医学的知見の基礎資料が必要不可欠である。そのため、本調査では国内外の化学物質等による疾病に係る情報収集を実施した。

II. 調査方法

1. 調査の概要

本調査では、現在、SDS 交付制度の対象とされている化学物質（673 物質）のうち、厚生労働大臣告示に規定されている化学物質（168 物質）及び別表第 1 の 2 に規定されている化学物質（5 物質）を除いた化学物質等を対象に、報告書に登載する化学物質等を選定した。選定した物質について、該当物質等に基づく露したことを原因として発症した疾病に関する情報収集を行った。調査研究フローは図 2.1-1 に示すとおりである。

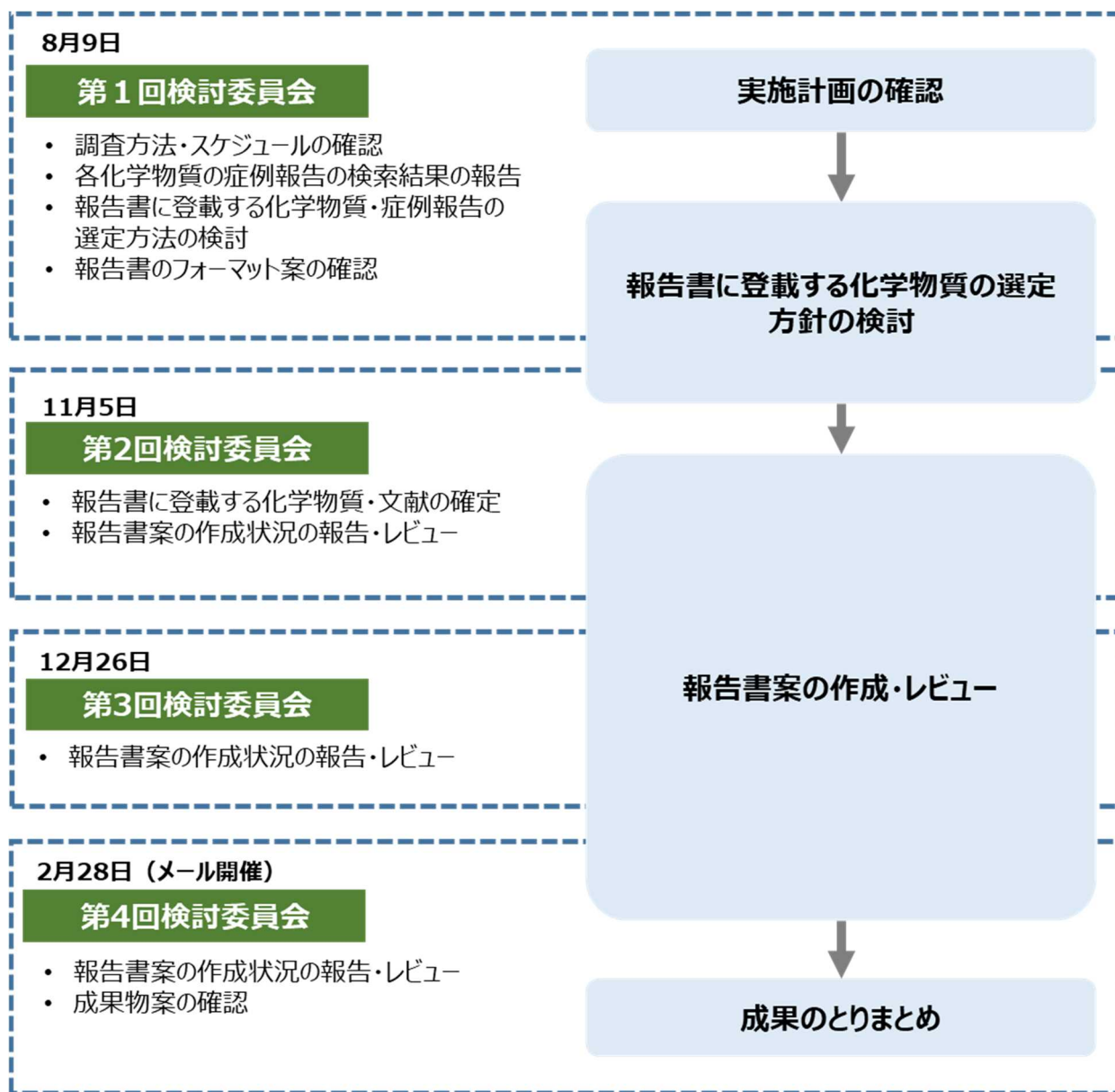


図 2.1-1 調査研究フロー

2. 医学文献検討委員会の設置・運営

2.1 医学文献検討委員会の構成

本調査では労働者の職業上の疾病又は障害、及び労災補償上の取り扱いについて専門的知見を得るため、当該分野の専門性と知見を踏まえ、表 2.1-1 に示す公衆衛生学及び薬学・化学の専門家からなる 5 名の委員で医学文献検討委員会を組織した。

表 2.1-1 医学文献検討委員

氏名	所属	役職	専門	検討委員会での役割
清水 英佑	東京慈恵会医科大学	名誉教授	公衆衛生学、産業医学、環境毒性	検討委員会座長 全体取りまとめ
立道 昌幸	東海大学医学部医学科 基盤診療学系公衆衛生学	教授	産業医学、分子環境予防学、疫学	文献検索、レビューについての推敲・作成アドバイス
吉田 武美	公益社団法人薬剤師認定制度認証機構	代表理事	薬学	文献検索、レビューについての推敲・作成アドバイス
角田 正史	防衛医科大学	教授	衛生学・公衆衛生学、毒物学、産業医学	文献検索、レビューについての推敲・作成アドバイス
宮川 宗之	帝京大学医療技術学部 スポーツ医療学科	教授	衛生学（労働衛生・産業中毒・神経行動毒性・発達神経毒性）	文献検索、レビューについての推敲・作成アドバイス

2.2 医学文献検討委員会の開催

医学文献検討委員会は、報告書に登載する化学物質や報告書のフォーマット案について確認するほか、調査研究の各場面に応じて具体的な指導を行った。医学文献検討委員会の役割と事務局の関係は、図 2.2-1 示すとおりである。

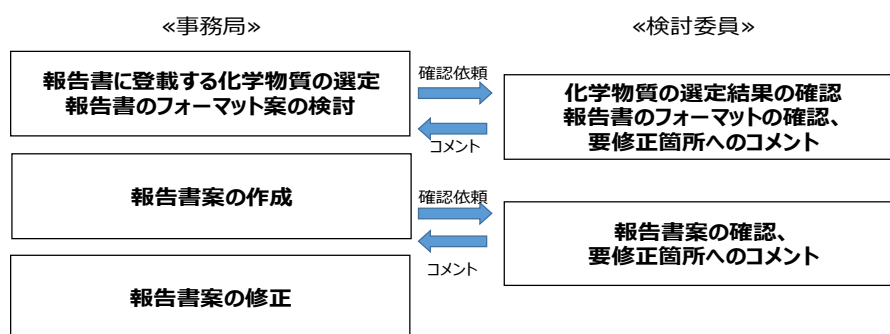


図 2.2-1 事務局と検討委員会の役割

第1回医学文献検討委員会で調査方針を確定した後、第4回までの間に報告書に登載する化学物質等の選定及び該当物質について収集した文献のレビュー結果のまとめ（以下、「レビューサマリー」という。）における技術指導や、事務局が作成する報告書案の推敲を行った。医学文献検討委員会の開催実績は、表 2.2-1 に示すとおりである。

表 2.2-1 医学文献検討委員会の開催実績

開催回	開催日時	議題
第1回	2019年8月9日（金） 15:00-17:00	● 今年度の実施計画の説明 ● 報告書作成対象物質の選定方針の確認 ● 報告書に登載する文献の選定方針の確認 ● 報告のフォーマットの確認 ● 今後のスケジュールについて
第2回	2019年11月5日（火） 15:00-17:00	● 報告書の作成状況の報告 ● 委員によるレビュー結果と対応方針の確認 ● 作成した報告書案の説明 ● 今後のスケジュールについて
第3回	2019年12月26日（木） 13:00-15:00	● 報告書の作成状況の報告 ● 委員によるレビュー結果と対応方針の確認 ● 作成した報告書案の説明 ● 今後のスケジュールについて
第4回	2020年2月28日（金） （メール開催）	● 報告書の作成状況の報告 ● 委員によるレビュー結果と対応方針の確認 ● 作成した報告書案の説明 ● 調査報告書案の説明

3. 報告書に登載する化学物質

3.1 本調査で対象とする化学物質

本調査で対象とする化学物質は、現在、SDS 交付制度の対象とされている化学物質等（673 物質）のうち、厚生労働大臣告示に規定されている化学物質等（168 物質）及び別表第 1 の 2 に規定されている化学物質等（5 物質）を除いた化学物質 500 物質である。化学物質は表 3.1-1 及び表 3.1-2 のとおりである。なお、本節以降、化学物質①（別表第 9 に規定される化学物質のうち、平成 25 年度調査研究報告書において追加することが適当とされなかった 32 物質）は「化学物質①」、化学物質②（500 物質のうち化学物質①に該当しない 468 物質）は「化学物質②」と示す。

本調査の対象物質の中には化合物として表記されており、複数の物質が内包されている場合もある。今回の調査では、厚生労働省「職場のあんぜんサイト」で提供されている GHS 対応モデルラベル・モデル SDS 情報に掲載されている物質及び平成 22 年度調査¹の対象物質を参考に、該当する化合物を特定し、これらの物質を調査対象とした。

表 3.1-1 対象とする化学物質①²

番号 ³	表示・通知義務対象物質	CAS 番号
別表第 9		
15	アセトニトリル	75-05-8
41	イソシアン酸メチル	624-83-9
61	エタノール	64-17-5
71	エチルメチルケトンペルオキシド	1338-23-4
75	エチレングリコール	107-21-1
78	エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート（別名セロソルブアセテート）	111-15-9
116	オゾン	10028-15-6
127	ガソリン	8006-61-9
130	カーボンブラック	1333-86-4
137	銀及びその水溶性化合物	*
149	クロロジフルオロメタン（別名 HCFC-22）	75-45-6
174	コールタール	*
176	酢酸	64-19-7
190	酸化カルシウム	1305-78-8
204	シアナミド	420-04-2
205	2-シアノアクリル酸エチル	7085-85-0
251	2, 4-ジクロロフェノキシ酢酸	94-75-7
272	2, 4-ジニトロトルエン	121-14-2
279	1, 2-ジブプロモエタン（別名 EDB）	106-93-4
322	すず及びその化合物	*
337	タングステン及びその水溶性化合物	*
346	チオリン酸 O, O-ジエチルー O-（3, 5, 6-トリクロロ-2-ピリジル）（別名クロルピリホス）	2921-88-2
379	銅及びその化合物	*
415	二酸化塩素	10049-04-4
429	ニトロメタン	75-52-5

¹ 平成 22 年度化学物質等による健康影響・疾病に関する調査研究報告

² CAS 番号が「*」となっている化学物質は化合物等であり、複数の物質を含む。

³ 労働安全衛生法施行令別表第 3 第 1 号又は別表第 9 号のことをいう。以下同じ。

番号 ³	表示・通知義務対象物質	CAS 番号
437	白金及びその水溶性塩	*
449	バリウム及びその水溶性化合物	*
482	ブタン	*
494	プロピルアルコール	*
508	1, 2, 3, 4, 5, 6-ヘキサクロロシクロヘキサン (別名リンデン)	608-73-1
603	モリブデン及びその化合物	*
632	ロジン	8050-09-7

表 3.1-2 対象とする化学物質②²

番号 ³	表示通知義務対象物質	CAS 番号
別表第 3 第 1 号		
1	ジクロルベンジジン及びその塩	91-94-1 他
2	アルファーナフチルアミン及びその塩	134-32-7 他
4	オルトトリジン及びその塩	119-93-7 他
5	ジアニシジン及びその塩	119-90-4 他
別表第 9		
2	アクリル酸	79-10-7
5	アクリル酸 2-ヒドロキシプロピル	999-61-1
6	アクリル酸メチル	96-33-3
10	アジピン酸	124-04-9
11	アジポニトリル	111-69-3
11-2	亜硝酸イソブチル	542-56-3
11-3	アスファルト	8052-42-4
11-4	アセチルアセトン	123-54-6
12	アセチルサリチル酸 (別名アスピリン)	50-78-2
13	アセトアミド	60-35-5
14	アセトアルデヒド	75-07-0
16	アセトフェノン	98-86-2
18	アセトンシアノヒドリン	75-86-5
20	アミド硫酸アンモニウム	7773-06-0
21	2-アミノエタノール	141-43-5
22	4-アミノ-6-ターシャリ 3-(メチルチオ)-1, 2, 4-トリアジン-5(4H)-オン (別名メトリブジン)	21087-64-9
23	3-アミノ-1H-1, 2, 4-トリアゾール (別名アミトロール)	61-82-5
24	4-アミノ-3, 5, 6-トリクロロピリジン-2-カルボン酸 (別名ピクロラム)	1918-02-1
25	2-アミノピリジン	504-29-0
26	亜硫酸水素ナトリウム	7631-90-5
27	アリルアルコール	107-18-6
28	1-アリルオキシ-2, 3-エポキシプロパン	106-92-3
29	アリル水銀化合物	*
30	アリル-ノルマル-プロピルジスルフィド	2179-59-1
31	亜りん酸トリメチル	121-45-9
32	アルキルアルミニウム化合物	*
34	3-(アルファーアセトニルベンジル)-4-ヒドロキシクマリン (別名ワルファリン)	81-81-2

番号 ³	表示通知義務対象物質	CAS 番号
35	アルファ, アルファ-ジクロロトルエン	98-87-3
36	アルファ-メチルスチレン	98-83-9
37	アルミニウム及びその水溶性塩	7429-90-5
	アルミニウム水溶性塩	*
42	イソプレン	78-79-5
43	N-イソプロピルアニリン	768-52-5
44	N-イソプロピルホスホン酸O-エチル-O (3-メチル-4-メチルチオフェニル) (別名フェナミホス)	22224-92-6
45	イソプロピルアミン	75-31-0
46	イソプロピルエーテル	108-20-3
47	3'-イソプロポキシ-2-トリフルオロメチルベンズアニリド (別名フルトラニル)	66332-96-5
49	イソホロン	78-59-1
50	一塩化硫黄	10025-67-9
52	一酸化窒素	10102-43-9
53	一酸化二窒素	10024-97-2
54	イットリウム及びその化合物	*
55	イプシロン-カプロラクタム	105-60-2
56	2-イミダゾリジンチオン	96-45-7
57	4, 4'- (4-イミノシクロヘキサ-2, 5-ジエニル) ジアニリン塩酸塩 (別名C I ベイシックレッド9)	569-61-9
59	インデン	95-13-6
60	ウレタン	51-79-6
62	エタンチオール	75-08-1
63	エチリデンノルボルネン	16219-75-3
64	エチルアミン	75-04-7
66	エチル-セカンダリーペンチルケトン	541-85-5
68	O-エチル-S-フェニル=エチルホスホノチオナート (別名ホノホス)	944-22-9
69	2-エチルヘキサン酸	149-57-5
70	エチルベンゼン	100-41-4
72	N-エチルモルホリン	100-74-3
72-2	エチレン	74-85-1
76	エチレングリコールモノイソプロピルエーテル	109-59-1
77	エチレングリコールモノエチルエーテル (別名セロソルブ)	110-80-5
79	エチレングリコールモノ-ノルマル-ブチルエーテル (別名ブチルセロソルブ)	111-76-2
79-2	エチレングリコールモノブチルエーテルアセタート	112-07-2
81	エチレングリコールモノメチルエーテルアセタート	110-49-6
84	1, 1'-エチレン-2, 2'-ビピリジニウム=ジブロミド (別名ジクアット)	85-00-7
85	2-エトキシ-2, 2-ジメチルエタン	637-92-3
86	2- (4-エトキシフェニル) -2-メチルプロピル=3-フェノキシベンジルエーテル (別名エトフェンブロックス)	80844-07-1
88	1, 2-エポキシ-3-イソプロポキシプロパン	4016-14-2
89	2, 3-エポキシ-1-プロパノール	765-34-4
90	2, 3-エポキシ-1-プロパノール	556-52-5
92	エメリー	1302-74-5

番号 ³	表示通知義務対象物質	CAS 番号
93	エリオナイト	12510-42-8
95	塩化アリル	107-05-1
96	塩化アンモニウム	12125-02-9
97	塩化シアン	506-77-4
99	塩化チオニル	7719-09-7
101	塩化ベンジル	100-44-7
102	塩化ベンゾイル	98-88-4
103	塩化ホスホリル	10025-87-3
105	塩素化カンフェン（別名トキサフェン）	8001-35-2
106	塩素化ジフェニルオキシド	31242-93-0
108	4，4'-オキシビス（2-クロロアニリン）	28434-86-8
109	オキシビス（チオホスホン酸）O，O，O'，O'-テトラエチル（別名スルホテップ）	3689-24-5
110	4，4'-オキシビスベンゼンスルホニルヒドラジド	80-51-3
111	オキシビスホスホン酸四ナトリウム	7722-88-5
113	1，2，4，5，6，7，8，8-オクタクロロ-2，3，3a，4，7，7a-ヘキサヒドロ-4，7-メタノ-1H-インデン（別名ククロルデン）	57-74-9
114	2-オクタノール	123-96-6
115	オクタン	111-65-9 他
117	オメガ-クロロアセトフェノン	532-27-4
120	オルト-クロロスチレン	2039-87-4
121	オルト-クロロトルエン	95-49-8
123	オルト-セカンダリーブチルフェノール	89-72-5
124	オルト-ニトロアニソール	91-23-6
128	カテコール	120-80-9
132	ぎ酸	64-18-6
133	ぎ酸エチル	109-94-4
134	ぎ酸メチル	107-31-3
135	キシリジン	1300-73-8
	2,3-キシリジン	87-59-2
	2,4-キシリジン	95-68-1
	2,5-キシリジン	95-78-3
	2,6-キシリジン	87-62-7
	3,4-キシリジン	95-64-7
	3,5-キシリジン	108-69-0
138	クメン	98-82-8
140	クレオソート油	61789-28-4
143	クロロアセチル=クロリド	79-04-9
144	クロロアセトアルデヒド	107-20-0
145	クロロアセトン	78-95-5
146	クロロエタン(別名塩化エチル)	75-00-3
147	2-クロロ-4-エチルアミノ-6-イソプロピルアミノ-1，3，5-トリアジン(別名アトラジン)	1912-24-9
148	4-クロロ-オルト-フェニレンジアミン	95-83-0
148-2	クロロ酢酸	79-11-8
150	2-クロロ-6-トリクロロメチルピリジン（別名ニトラピリン）	1929-82-4
151	2-クロロ-1，1，2-トリフルオロエチルジフルオロメチルエーテル（別名エンフルラン）	13838-16-9
152	1-クロロ-1-ニトロプロパン	600-25-9

番号 ³	表示通知義務対象物質	CAS 番号
154	クロロフェノール	25167-80-0
	o-クロロフェノール	95-57-8
	m-クロロフェノール	108-43-0
	p-クロロフェノール	106-48-9
155-2	1-クロロ-2-プロパノール	127-00-4
155-3	2-クロロ-1-プロパノール	78-89-7
156	2-クロロプロピオン酸	598-78-7
157	2-クロロベンジリデンマロノニトリル	2698-41-1
159	クロロペンタフルオロエタン（別名：CFC-115）	76-15-3
162	4-クロロ-2-メチルアニリン及びその塩酸塩	95-69-2
	4-クロロ-2-メチルアニリン塩酸塩	3165-93-3
162-2	O-3-クロロ-4-メチル-2-オキソ-2H-クロメン-7-イル=O' O'-ジエチル=ホスホロチオアート	56-72-4
163	クロロメチルメチルエーテル	107-30-2
164	軽油	64741-44-2
165	けつ岩油	68308-34-9
165-2	結晶質シリカ	14808-60-7 他
166	ケテン	463-51-4
167	ゲルマン	7782-65-2
168	鉱油	*
169	五塩化りん	10026-13-8
170	固形パラフィン	8002-74-2
173	五弗化臭素	7789-30-2
175	コールタールナフサ	*
178	酢酸1, 3-ジメチルブチル	108-84-9
179	酢酸鉛	301-04-2
180	酢酸ビニル	108-05-4
183	酢酸ベンジル	140-11-4
186	サチライシン	9014-01-1
187	三塩化りん	7719-12-2
189	酸化アルミニウム	1344-28-1
191	酸化チタン（I V）	13463-67-7
192	酸化鉄	1309-37-1
193	1, 2-酸化ブチレン	106-88-7
194	酸化プロピレン	75-56-9
195	酸化メシチル	141-79-7
196	三酸化二ほう素	1303-86-2
197	三臭化ほう素	10294-33-4
197-2	三弗化アルミニウム	7784-18-1
198	三弗化塩素	7790-91-2
199	三弗化ほう素	7637-07-2
200	次亜塩素酸カルシウム	7778-54-3
201	N, N'-ジアセチルベンジジン	613-35-4
202	ジアセトンアルコール	123-42-2
207	2, 4-ジアミノアニソール	615-05-4
208	4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル	101-80-4
209	4, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド	139-65-1
210	4, 4'-ジアミノ-3, 3'-ジメチルジフェニルメタン	838-88-0
211	2, 4-ジアミノトルエン	95-80-7
217	ジイソブチルケトン	108-83-8
218	ジイソプロピルアミン	108-18-9

番号 ³	表示通知義務対象物質	CAS 番号
219	ジエタノールアミン	111-42-2
220	2－（ジエチルアミノ）エタノール	100-37-8
221	ジエチルアミン	109-89-7
222	ジエチルケトン	96-22-0
223	ジエチル－パラ－ニトロフェニルチオホスフェイト（別名パラチオン）	56-38-2
224	1，2－ジエチルヒドラジン	1615-80-1
224-2	N，N－ジエチルヒドロキシルアミン	3710-84-7
224-3	ジエチレングリコールモノブチルエーテル	112-34-5
225	ジエチレントリアミン	111-40-0
228	1，4－ジオキサ－2，3－ジイルチオビス（チオホスホン酸）O，O，O'，O'－テトラエチル（別名：ジオキサチオン）	78-34-2
229	1，3－ジオキサラン	646-06-0
232	シクロヘキサン	110-82-7
233	シクロヘキシルアミン	108-91-8
234	2－シクロヘキシルビフェニル	10470-01-6
235	シクロヘキセン	110-83-8
236	シクロペンタジエニルトリカルボニルマンガン	12079-65-1
237	シクロペンタジエン	542-92-7
238	シクロペンタン	287-92-3
239	ジクロロアセチレン	7572-29-4
240	ジクロロエタン（1，1－ジクロロエタン）	75-34-3
241	ジクロロエチレン（1，1－ジクロロエチレン）	75-35-4
241-2	ジクロロ酢酸	79-43-6
242	3，3'－ジクロロ－4，4'－ジアミノジフェニルメタン	101-14-4
243	ジクロロジフルオロメタン（別名CFC－12）	75-71-8
244	1，3－ジクロロ－5，5－ジメチルイミダゾリジン－2，4－ジオン	118-52-5
245	3，5－ジクロロ－2，6－ジメチル－4－ピリジノール（別名：クロピドール）	2971-90-6
246	ジクロロテトラフルオロエタン（別名CFC－114）	76-14-2
247	2，2－ジクロロ－1，1，1－トリフルオロエタン（別名HCFC－123）	306-83-2
248	1，1－ジクロロ－1－ニトロエタン	594-72-9
249	3－（3，4－ジクロロフェニル）－1，1－ジメチル尿素（別名ジウロン）	330-54-1
250	2，4－ジクロロフェノキシエチル硫酸ナトリウム	136-78-7
252	1，4－ジクロロ－2－ブテン	764-41-0
253	ジクロロフルオロメタン（別名HCFC－21）	75-43-4
255	2，2－ジクロロプロピオン酸	75-99-0
256	1，3－ジクロロプロペン	542-75-6
258	四酸化オスミウム	20816-12-0
259	ジシアン	460-19-5
260	ジシクロペンタジエニル鉄	102-54-5
261	ジシクロペンタジエン	77-73-6
262	2，6－ジターシャリーブチル－4－クレゾール	128-37-0
263	1，3－ジチオラン－2－イリデンマロン酸ジイソプロピル（イソプロチオラン）	50512-35-1
264	ジチオリン酸O－エチル－O－（4－メチルチオフェニル）－S－ノルマル－プロピル（別名スルプロホス）	35400-43-2

番号 ³	表示通知義務対象物質	CAS 番号
266	ジチオリン酸O, O-ジエチル-S-エチルチオメチル (別名ホレート)	298-02-2
266-2	ジチオリン酸O, O-ジエチル-S-(ターシャリーブチルチオメチル) (別名テルブホス)	13071-79-9
267	ジチオリン酸O, O-ジメチル-S-[(4-オキソ-1, 2, 3-ベンゾトリアジン-3 (4H)-イル) メチル] (別名アジンホスメチル)	86-50-0
268	ジチオリン酸O, O-ジメチル-S-1, 2-ビス (エトキシカルボニル) エチル (別名マラチオン)	121-75-5
269	ジナトリウム=4-[(2, 4-ジメチルフェニル) アゾ]-3-ヒドロキシ-2, 7-ナフタレンジスルホナート (別名ボンソーMX)	3761-53-3
270	ジナトリウム=8-[[3, 3'-ジメチル-4'-[[4-[(4-メチルフェニル) スルホニル] オキシ] フェニル] アゾ] [1, 1'-ビフェニル]-4-イル] アゾ]-7-ヒドロキシ-1, 3-ナフタレンジスルホナート (別名C I アシッドレッド114)	6459-94-5
271	ジナトリウム=3-ヒドロキシ-4-[(2, 4, 5-トリメチルフェニル) アゾ]-2, 7-ナフタレンジスルホナート (別名ボンソー3R)	3564-09-8
274	2-(ジノルマル-ブチルアミノ) エタノール	102-81-8
275	ジノルマル-プロピルケトン	123-19-3
276	ジビニルベンゼン	1321-74-0
277	ジフェニルアミン	122-39-4
278	ジフェニルエーテル	101-84-8
280	1, 2-ジブromo-3-クロロプロパン	96-12-8
281	ジブromोजフルオロメタン	75-61-6
282	ジベンゾイルペルオキシド	94-36-0
283	ジボラン	19287-45-7
286	[4-[[4-(ジメチルアミノ) フェニル] [4-[エチル (3-スルホベンジル) アミノ] フェニル] メチリデン] シクロヘキサン-2, 5-ジエン-1-イリデン] (エチル) (3-スルホナトベンジル) アンモニウムナトリウム塩 (別名ベンジルバイオレット4B)	1694-09-3
287	ジメチルアミン	124-40-3
288	ジメチルエチルメルカプトエチルチオホスファート (別名メチルジメトン)	8022-00-2
289	ジメチルエトキシシラン	14857-34-2
290	ジメチルカルバモイル=クロリド	79-44-7
292	ジメチルジスルフィド	624-92-0
292-2	ジメチル=2, 2, 2-トリクロロ-1-ヒドロキシエチルホスホナート (別名DEP)	52-68-6
293	N, N-ジメチルニトロソアミン	62-75-9
294	ジメチル-パラ-ニトロフェニルチオホスフェイト (別名メチルパラチオン)	298-00-0
295	ジメチルヒドラジン	下記
	1, 1-ジメチルヒドラジン	57-14-7
	1, 2-ジメチルヒドラジン	540-73-8
297	1, 1'-ジメチル-4, 4'-ビピリジニウム2メタンスルホン酸塩	2074-50-2

番号 ³	表示通知義務対象物質	CAS 番号
298	2-（4，6-ジメチル-2-ピリミジニルアミノカルボニルアミノスルフォニル）安息香酸メチル（別名スルホメチロンメチル）	74222-97-2
300	1-〔（2，5-ジメトキシフェニル）アゾ〕-2-ナフトール（別名シトラスレッドナンバー2）	6358-53-8
302	臭化水素	10035-10-6
304	しゅう酸	144-62-7
306	臭素化ビフェニル	*
308	硝酸アンモニウム	6484-52-2
309	硝酸ノルマル-プロピル	627-13-4
310	しょう脳	76-22-2
311	シラン	7803-62-5
313	ジルコニウム化合物	*
314	人造鈹物繊維	*
	リフラクトリーセラミックファイバー	142844-00-6
317	水酸化カルシウム	1305-62-0
318	水酸化セシウム	21351-79-1
320-2	水酸化ビス（2-メトキシエトキシ）アルミニウムナトリウム	22722-98-1
321	水酸化リチウム	7580-67-8
324	ステアリン酸亜鉛	557-05-1
325	ステアリン酸ナトリウム	822-16-2
326	ステアリン酸鉛	1072-35-1
327	ステアリン酸マグネシウム	557-04-0
328	ストリキニーネ	57-24-9
329	石油エーテル	*
330	石油ナフサ	*
331	石油ベンジン	*
332	セスキ炭酸ナトリウム	533-96-0
334	2-ターシャリーブチルイミノ-3-イソプロピル-5-フェニルテトラヒドロ-4H-1，3，5-チアジアジン-4-オン（別名ブプロフェジン）	69327-76-0
336	炭化けい素	409-21-2
338	タンタル及びその酸化物	*
339	チオジ（パラ-フェニレン）-ジオキシービス（チオホスホン酸）O，O，O'，O'-テトラメチル（別名：テメホス）	3383-96-8
340	チオ尿素	62-56-6
341	4，4'-チオビス（6-ターシャリーブチル-3-メチルフェノール）	96-69-5
342	チオフェノール	108-98-5
344	チオリン酸O，O-ジエチル-エチルチオエチル（別名ジメトン）	8065-48-3
345	チオリン酸O，O-ジエチル-O-（6-オキソ-1-フェニル-1，6-ジヒドロ-3-ピリダジニル）（別名ピリダフェンチオン）	119-12-0
347	チオリン酸O，O-ジエチル-O-〔4-（メチルスルフィニル）フェニル〕（別名フェンスルホチオン）	115-90-2
348	チオリン酸O，O-ジメチル-O-（2，4，5-トリクロロフェニル）（別名ロンネル）	299-84-3

番号 ³	表示通知義務対象物質	CAS 番号
350	チオりん酸O, O-ジメチル-O-(3-メチル-4-メチルチオフェニル) (別名フェンチオン)	55-38-9
351	デカボラン	17702-41-9
352	鉄水溶性塩	*
353	1, 4, 7, 8-テトラアミノアントラキノン (別名: ジスパースブルー1)	2475-45-8
354	テトラエチルチウラムジスルフィド (別名ジスルフィラム)	97-77-8
355	テトラエチルピロホスフェイト (別名TEPP)	107-49-3
356	テトラエトキシシラン	78-10-4
360	4, 5, 6, 7-テトラクロロ-1, 3-ジヒドロベンゾ[c]フラン-2-オン (別名フサライド)	27355-22-2
361	テトラクロロジフルオロエタン (別名CFC-112)	76-12-0
362	2, 3, 7, 8-テトラクロロジベンゾ-1, 4-ジオキシン	1746-01-6
364	テトラナトリウム=3, 3'-[(3, 3'-ジメチル-4, 4'-ビフェニリレン)ビス(アゾ)]ビス[5-アミノ-4-ヒドロキシ-2, 7-ナフタレンジスルホナート] (別名トリパンプルー)	72-57-1
365	テトラナトリウム=3, 3'-[(3, 3'-ジメトキシ-4, 4'-ビフェニリレン)ビス(アゾ)]ビス[5-アミノ-4-ヒドロキシ-2, 7-ナフタレンジスルホナート] (別名CIダイレクトブルー15)	2429-74-5
366	テトラニトロメタン	509-14-8
367-2	テトラヒドロメチル無水フタル酸	11070-44-3
368	テトラフルオロエチレン	116-14-3
369	1, 1, 2, 2-テトラブプロモエタン	79-27-6
370	テトラブプロモメタン	558-13-4
371	テトラメチルこはく酸ニトリル	3333-52-6
373	テトラメトキシシラン	681-84-5
375	テルフェニル	26140-60-3
376	テルル及びその化合物	*
378	テレフタル酸	100-21-0
380	灯油	8008-20-6
381	トリエタノールアミン	102-71-6
382	トリエチルアミン	121-44-8
385	トリクロロ酢酸	76-03-9
386	1, 1, 2-トリクロロ-1, 2, 2-トリフルオロエタン	76-13-1
388	1, 1, 1-トリクロロ-2, 2-ビス(4-クロロフェニル)エタン (別名DDT)	50-29-3
389	1, 1, 1-トリクロロ-2, 2-ビス(4-メトキシフェニル)エタン (別名メトキシクロル)	72-43-5
390	2, 4, 5-トリクロロフェノキシ酢酸	93-76-5
391	トリクロロフルオロメタン (別名CFC-11)	75-69-4
392	1, 2, 3-トリクロロプロパン	96-18-4
394	トリクロロメチルスルフェニル=クロリド	594-42-3
396	トリシクロヘキシルすず=ヒドロキシド	13121-70-5
397	1, 3, 5-トリス(2, 3-エポキシプロピル)-1, 3, 5-トリアジン-2, 4, 6(1H, 3H, 5H)-トリオン	2451-62-9

番号 ³	表示通知義務対象物質	CAS 番号
398	トリス（N，N－ジメチルジチオカルバメート）鉄（別名 ファーバム）	14484-64-1
400	トリフェニルアミン	603-34-9
401	トリブロモメタン	75-25-2
402	2－トリメチルアセチル－1，3－インダンジオン	83-26-1
403	トリメチルアミン	75-50-3
404	トリメチルベンゼン	25551-13-7
408	ナフタレン	91-20-3
409	1－ナフチルチオ尿素	86-88-4
410	1－ナフチル－N－メチルカルバメート（別名カルバリ ル）	63-25-2
413	ニコチン	54-11-5
417	二硝酸プロピレン	6423-43-4
419	ニトリロ三酢酸	139-13-9
420	5－ニトロアセナフテン	602-87-9
421	ニトロエタン	79-24-3
424	ニトロセルローズ	9004-70-0
425	N－ニトロソモルホリン	59-89-2
426	ニトロトルエン	1321-12-6
	o－ニトロトルエン	88-72-2
	m－ニトロトルエン	99-08-1
	p－ニトロトルエン	99-99-0
427	ニトロプロパン	下記
	1－ニトロプロパン	108-03-2
	2－ニトロプロパン	79-46-9
430	乳酸ノルマル－ブチル	138-22-7
432	ノナン	111-84-2 他
433	ノルマル－ブチルアミン	109-73-9
434	ノルマル－ブチルエチルケトン	106-35-4
435	ノルマル－ブチル－2，3－エポキシプロピルエーテル	2426-08-6
436	N－〔1－（N－ノルマル－ブチルカルバモイル）－1 H －2－ベンゾイミダゾリル〕カルバミン酸メチル（別名ベ ノミル）	17804-35-2
438	ハフニウム及びその化合物	*
440	パラ－クロロアニリン	106-47-8
442	パラ－ジメチルアミノアゾベンゼン	60-11-7
443	パラ－ターシャリーブチルトルエン	98-51-1
446	パラ－フェニルアゾアニリン	60-09-3
447	パラ－ベンゾキノン	106-51-4
450	ピクリン酸	88-89-1
451	ビス（2，3－エポキシプロピル）エーテル	2238-07-5
452	1，3－ビス〔（2，3－エポキシプロピル）オキシ〕ベ ンゼン	101-90-6
453	ビス（2－クロロエチル）エーテル	111-44-4
454	ビス（2－クロロエチル）スルフィド（別名マスタードガ ス）	505-60-2
455	N，N－ビス（2－クロロエチル）メチルアミン－N－オ キシド	126-85-2
456	ビス（ジチオリン酸）S，S’－メチレン－O，O，O’， O’－テトラエチル（別名エチオン）	563-12-2
457	ビス（2－ジメチルアミノエチル）エーテル	3033-62-3
460	ヒドラジン－水和物	7803-57-8

番号 ³	表示通知義務対象物質	CAS 番号
462	4－ビニル－1－シクロヘキセン	100-40-3
463	4－ビニルシクロヘキセンジオキシド	106-87-6
464	ビニルトルエン	25013-15-4
464-2	N－ビニル－2－ピロリドン	88-12-0
465	ビフェニル	92-52-4
466	ピペラジン二塩酸塩	142-64-3
468	ピレトラム	8003-34-7
468-2	フェニルイソシアネート	103-71-9
469	フェニルオキシラン	96-09-3
470	フェニルヒドラジン	100-63-0
471	フェニルホスフィン	638-21-1
472	フェニレンジアミン	25265-76-3
	o－フェニレンジアミン	95-54-5
	m－フェニレンジアミン	108-45-2
473	フェノチアジン	92-84-2
476	1，3－ブタジエン	106-99-0
477	ブタノール	下記
	1－ブタノール	71-36-3
	2－メチルプロパン－2－オール	75-65-0
	イソブタノール（イソブチルアルコール）	78-83-1
	tert－ブタノール	78-92-2
478	フタル酸ジエチル	84-66-2
479	フタル酸ジ－ノルマル－ブチル	84-74-2
480	フタル酸ジメチル	131-11-3
481	フタル酸ビス（2－エチルヘキシル）（別名DEHP）	117-81-7
482-2	2，3－ブタンジオン（別名ジアセチル）	431-03-8
483	1－ブタンチオール	109-79-5
484	弗化カルボニル	353-50-4
485	弗化ビニリデン	75-38-7
486	弗化ビニル	75-02-5
488	2－ブテナール	123-73-9
488-2	ブテン	25167-67-3
	1－ブテン	106-98-9
	2－ブテン	107-01-7 他
	イソブテン	115-11-7
490	フルフラール	98-01-1
491	フルフリルアルコール	98-00-0
492	1，3－プロパンスルトン	1120-71-4
492-2	プロピオンアルデヒド	123-38-6
493	プロピオン酸	79-09-4
495	プロピレンイミン	75-55-8
496	プロピレングリコールモノメチルエーテル	107-98-2
497	2－プロピン－1－オール	107-19-7
497-2	プロペン	115-07-1
498	ブロモエチレン	593-60-2
499	2－ブロモ－2－クロロ－1，1，1－トリフルオロエタン（別名ハロタン）	151-67-7
500	ブロモクロロメタン	74-97-5
501	ブロモジクロロメタン	75-27-4
502	5－ブロモ－3－セカンダリーブチル－6－メチル－1，2，3，4－テトラヒドロピリミジン－2，4－ジオン（別名ブロマシル）	314-40-9

番号 ³	表示通知義務対象物質	CAS 番号
503	ブロモトリフルオロメタン	75-63-8
504-2	3-ブromo-1-プロペン（別名臭化アリル）	106-95-6
505	ヘキサクロロエタン	67-72-1
506	1, 2, 3, 4, 10, 10-ヘキサクロロ-6, 7-エポキシ-1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a-オクタヒドロ-エキソ-1, 4-エンド-5, 8-ジメタノナフタレン（別名ディルドリン）	60-57-1
507	1, 2, 3, 4, 10, 10-ヘキサクロロ-6, 7-エポキシ-1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a-オクタヒドロ-エンド-1, 4-エンド-5, 8-ジメタノナフタレン（別名エンドリン）	72-20-8
509	ヘキサクロロシクロペンタジエン	77-47-4
511	1, 4, 5, 6, 7, 7-ヘキサクロロビシクロ[2.2.1]-5-ヘプテン-2, 3-ジカルボン酸（別名クロレンド酸）	115-28-6
512	1, 2, 3, 4, 10, 10-ヘキサクロロ-1, 4, 4a, 5, 8, 8a-ヘキサヒドロ-エキソ-1, 4-エンド-5, 8-ジメタノナフタレン（別名アルドリン）	309-00-2
516	ヘキサフルオロアセトン	684-16-2
516-2	六フッ化アルミン酸三ナトリウム	13775-53-6
516-3	ヘキサフルオロプロペン	116-15-4
517	ヘキサメチルホスホリックトリアミド	680-31-9
518	ヘキサメチレンジアミン	124-09-4
521	1-ヘキセン	592-41-6
522	ベータ-ブチロラクトン	3068-88-0 他
523	ベータ-プロピオラクトン	57-57-8
524	1, 4, 5, 6, 7, 8, 8-ヘプタクロロ-2, 3-エポキシ-3a, 4, 7, 7a-テトラヒドロ-4, 7-メタノ-1H-インデン（別名ヘプタクロルエポキシド）	1024-57-3
525	1, 4, 5, 6, 7, 8, 8-ヘプタクロロ-3a, 4, 7, 7a-テトラヒドロ-4, 7-メタノ-1H-インデン（別名ヘプタクロル）	76-44-8
526	ヘプタン	142-82-5 他
529	ペルオキシ二硫酸二ナトリウム	7775-27-1
530	ペルフルオロオクタン酸及びそのアンモニウム塩	335-67-1
	ペルフルオロオクタン酸アンモニウム塩	3825-26-1
533	ベンゾ[a]アントラセン	56-55-3
534	ベンゾ[a]ピレン	50-32-8
535	ベンゾフラン	271-89-6
536	ベンゾ[e]フルオラセン	205-99-2
538	ペンタクロロニトロベンゼン	82-68-8
539	ペンタクロロフェノール（別名PCPナトリウム塩）	131-52-2
540	1-ペンタナール	110-62-3
541	1, 1, 3, 3, 3-ペンタフルオロ-2-（トリフルオロメチル）-1-プロペン（別名PFIB）	382-21-8
542	ペンタボラン	19624-22-7
543	ペンタン	109-66-0 他
544	ほう酸及びそのナトリウム塩	10043-35-3
	ほう酸ナトリウム	1330-43-4
545-2	ポルトランドセメント	65997-15-1
546	（2-ホルミルヒドラジノ）-4-（5-ニトロ-2-フリル）チアゾール	3570-75-0

番号 ³	表示通知義務対象物質	CAS 番号
547	ホルムアミド	75-12-7
551	ミネラルスピリット（ミネラルシンナー、ペトロリウムスピリット、ホワイトスピリット及びミネラルターペンを含む。）	64742-47-8
552	無水酢酸	108-24-7
555	メターキシリレンジアミン	1477-55-0
556	メタクリル酸	79-41-4
558	メタクリロニトリル	126-98-7
559	メタージシアノベンゼン	626-17-5
561	メタンスルホン酸エチル	62-50-0
562	メタンスルホン酸メチル	66-27-3
563	メチラール	109-87-5
564	メチルアセチレン	74-99-7
565	N－メチルアニリン	100-61-8
566	2，2'－〔〔4－（メチルアミノ）－3－ニトロフェニル〕アミノ〕ジエタノール（別名HCブルーナンバー1）	2784-94-3
567	N－メチルアミノホスホン酸O－（4－ターシャリーブチル－2－クロロフェニル）－O－メチル（別名クルホメート）	299-86-5
568	メチルアミン	74-89-5
570	メチルエチルケトン	78-93-3
571	N－メチルカルバミン酸2－イソプロピルオキシフェニル（別名プロポキスル）	114-26-1
572	N－メチルカルバミン酸2，3－ジヒドロ－2，2－ジメチル－7－ベンゾ〔b〕フラニル（別名カルボフラン）	1563-66-2
574	メチルシクロヘキサノール	25639-42-3 他
575	メチルシクロヘキサノン	1331-22-2 他
576	メチルシクロヘキサン	108-87-2
577	2－メチルシクロペンタジエニルトリカルボニルマンガン	12108-13-3
578	2－メチル－4，6－ジニトロフェノール	534-52-1
579	2－メチル－3，5－ジニトロベンズアミド	148-01-6
580	メチル－ターシャリーブチルエーテル（別名MTBE）	1634-04-4
581	5－メチル－1，2，4－トリアゾロ〔3，4－b〕ベンゾチアゾール（別名トリシクラゾール）	41814-78-2
582	2－メチル－4－（2－トリルアゾ）アニリン	97-56-3
582-2	メチルナフタレン	下記
	1－メチルナフタレン	90-12-0
	2－メチルナフタレン	91-57-6
582-3	2－メチル－5－ニトロアニリン	99-55-8
583	2－メチル－1－ニトロアントラキノン	129-15-7
584	N－メチル－N－ニトロソカルバミン酸エチル	615-53-2
585	メチル－ノルマル－ブチルケトン	591-78-6
586	メチル－ノルマル－ペンチルケトン	110-43-0
587	メチルヒドラジン	60-34-4
588	メチルビニルケトン	78-94-4
588-2	N－メチル－2－ピロリドン	872-50-4
589	1－〔（2－メチルフェニル）アゾ〕－2－ナフトール（別名オイルオレンジSS）	2646-17-5
590	メチルプロピルケトン	107-87-9
591	5－メチル－2－ヘキサノン	110-12-3
592	4－メチル－2－ペンタノール	108-11-2
593	2－メチル－2，4－ペンタンジオール	107-41-5

番号 ³	表示通知義務対象物質	CAS 番号
594	2-メチル-N-[3-(1-メチルエトキシ)フェニル]ベンズアミド (別名メプロニル)	55814-41-0
596	メチルメルカプタン	74-93-1
600	2-メトキシ-5-メチルアニリン	120-71-8
601	1-(2-メトキシ-2-メチルエトキシ)-2-プロパノール	34590-94-8
601-2	2-メトキシ-2-メチルブタン (別名ターシャリーアミルメチルエーテル)	994-05-8
602	メルカプト酢酸	68-11-1
604	モルホリン	110-91-8
606	沃素及びその化合物	*
607	ヨードホルム	75-47-8
607-2	硫化カルボニル	463-58-1
608	硫化ジメチル	75-18-3
610	硫化水素ナトリウム	16721-80-5
611	硫化ナトリウム	1313-82-2
612	硫化りん	1314-80-3 他
614	硫酸ジイソプロピル	2973-10-6
615	硫酸ジエチル	64-67-5
618	りん酸	7664-38-2
619	りん酸ジ-ノルマル-ブチル	107-66-4
620	りん酸ジ-ノルマル-ブチル=フェニル	2528-36-1
621	りん酸1, 2-ジブプロモ-2, 2-ジクロロエチル=ジメチル (別名ナレド)	300-76-5
622	りん酸ジメチル=(E)-1-(N,N-ジメチルカルバモイル)-1-プロペン-2-イル (別名ジクロトホス)	141-66-2
623	りん酸ジメチル=(E)-1-(N-メチルカルバモイル)-1-プロペン-2-イル (別名モノクロトホス)	6923-22-4
624	りん酸ジメチル=1-メトキシカルボニル-1-プロペン-2-イル (別名メビンホス)	7786-34-7
626	りん酸トリス(2, 3-ジブプロモプロピル)	126-72-7
627	りん酸トリ-ノルマル-ブチル	126-73-8
628	りん酸トリフェニル	115-86-6
630	六塩化ブタジエン	87-68-3
633	ロテノン	83-79-4

3.2 報告書に登載する化学物質の選定方法

本調査で対象とする 500 物質から報告書に登載する化学物質を選定した。選定はこれまでに発表された症例報告数で化学物質を絞り込み、さらに本調査の目的に資する文献数で絞り込みを行った。具体的な選定方法は図 3.2-1 のとおりである。

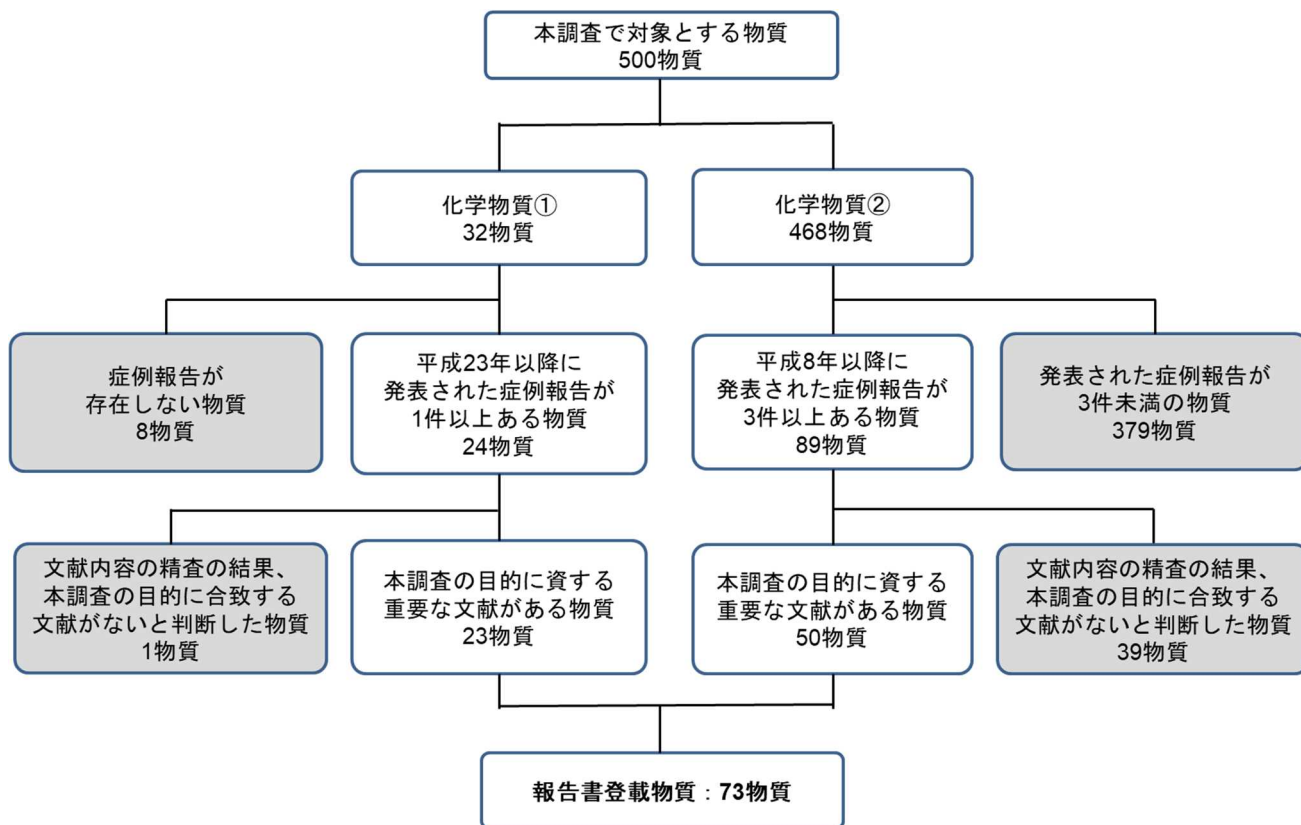


図 3.2-1 報告書に登載する化学物質

3.2.1 化学物質①の選定方法

化学物質①については、平成 23（2011）年以降に発表された症例報告⁴が 1 件以上ある物質を選定した。具体的には、物質ごとに以下の検索式を用いて、文献データベース（PubMed 及び医中誌）で症例報告を検索した。

表 3.2-1 ①の化学物質 文献データベースでの検索式

PubMed	医中誌 Web
((("2011/1/1"[PDAT]:"3000"[PDAT]) AND ("case report" OR "case reports") AND (CAS 番号[EC/RN Number] OR "物質名")) NOT (("Clinical Trials, Veterinary as Topic"[Mesh] or animals[Mesh] or "Animal Experimentation"[Mesh] or "models, animal"[Mesh] or "clinical trial, veterinary") or ("Multiple Chemical Sensitivity"[Mesh] or "Sick Building Syndrome"[Mesh]))	((CAS 番号 or 物質名)) and (DT=2011:2019 and PT=会議録除く and PT=症例報告))) NOT (動物実験/TH or 動物モデル/TH or 動物/TH or 過敏症-化学物質/TH or シックハウス症候群/TH)

症例報告数が少ない化学物質は、ヒットした症例報告が妥当なものか概要等を確認し、以下の条件に当てはまる症例報告は除外した。

- ・ 化学物質にばく露したことを原因として発症した疾病に関する報告ではないもの
- ・ 動物実験の結果のみを報告しているもの（ヒトを対象とした症例報告でないもの）
- ・ 化学物質過敏症やシックハウス症候群など一般に疾病としての概念が明確でないもの

⁴ ここでいう症例報告は、症例報告とともに各種の分析が加えられている文献を含み、動物実験の結果のみを報告した文献及び化学物質過敏症やシックハウス症候群のように、一般に疾病としての概念が明確でないものに関する文献は除くものとした。

3.2.2 化学物質②の選定方法

化学物質②については、平成 8（1996）年以降に発表された症例報告が 3 件以上ある物質を選定した。具体的には、物質ごとに以下の検索式を用いて、文献データベースで症例報告を検索した。

表 3.2-2 ②の化学物質 文献データベースでの検索式

PubMed	医中誌
((("1996/1/1"[PDAT]:"3000"[PDAT]) AND ("case report" OR "case reports") AND (CAS 番号[EC/RN Number] OR "物質名")) NOT (("Clinical Trials, Veterinary as Topic"[Mesh] or animals[Mesh] or "Animal Experimentation"[Mesh] or "models, animal"[Mesh] or "clinical trial, veterinary") or ("Multiple Chemical Sensitivity"[Mesh] or "Sick Building Syndrome"[Mesh])))	((CAS 番号 or 物質名 and (DT=1996:2019 and PT=会議録除く and PT=症例報告))) NOT (動物実験/TH or 動物モデル/TH or 動物/TH or 過敏症-化学物質/TH or シックハウス症候群/TH)

症例報告数が少ない化学物質は、ヒットした症例報告が妥当なものか概要等を確認し、以下の条件に当てはまる症例報告は除外した。

- ・ 化学物質にばく露したことを原因として発症した疾病に関する報告ではないもの
- ・ 動物実験の結果のみを報告しているもの（ヒトを対象とした症例報告でないもの）
- ・ 化学物質過敏症やシックハウス症候群など一般に疾病としての概念が明確でないもの

3.2.3 化学物質の選定結果

化学物質①を対象とした文献検索の結果、平成 23 年以降に発表され、症例報告が 1 件以上ある物質は 24 物質であった。化学物質②を対象とした文献検索の結果、平成 8 年以降に発表された症例報告が 3 件以上ある物質は、89 物質であった。

以上より、113 物質が報告書に登載する化学物質の候補となった。化学物質の候補は表 3.2-3 のとおりである。

表 3.2-3 報告書に登載する化学物質の候補

候補 番号	番号 ³	表示通知義務対象物質	物質名
1	15	アセトニトリル	アセトニトリル
2	61	エタノール	エタノール
3	71	エチルメチルケトンペルオキシド	エチルメチルケトンペルオキシド
4	75	エチレングリコール	エチレングリコール
5	116	オゾン	オゾン
6	127	ガソリン	天然ガソリン
7	130	カーボンブラック	カーボンブラック
8	137	銀及びその水溶性化合物	銀 硝酸銀（Ⅰ） 銀化合物
9	176	酢酸	酢酸
10	205	2-シアノアクリル酸エチル	2-シアノアクリル酸エチル
11	251	2,4-ジクロロフェノキシ酢酸	2,4-ジクロロフェノキシ酢酸
12	272	2,4-ジニトロトルエン	2,4-ジニトロトルエン
13	322	スズ及びその化合物	スズ 塩化スズ（Ⅴ） フッ化スズ（ⅠⅠ） 塩化スズ（ⅠⅠ）
14	337	タングステン及びその水溶性化合物	タングステン
15	346	チオリン酸O,O-ジエチル-O-(3,5,6-トリクロロ-2-ピリジル)（別名クロルピリホス）	チオリン酸O,O-ジエチル-O-(3,5,6-トリクロロ-2-ピリジル)
16	379	銅及びその化合物	銅 硫酸銅（ⅠⅠ）
17	415	二酸化塩素	二酸化塩素
18	429	ニトロメタン	ニトロメタン
19	437	白金及びその水溶性塩	白金
20	449	バリウム及びその水溶性化合物	バリウム 硝酸バリウム 塩化バリウム バリウム化合物
21	482	ブタン	n-ブタン イソブタン

候補 番号	番号 ³	表示通知義務対象物質	物質名
22	494	プロピルアルコール(イソプロピルアルコール)	プロパン-2-オール
23	603	モリブデン及びその化合物	モリブデン
24	632	ロジン	ロジン
25	2	アルファーナフチルアミン及びその塩	1-ナフチルアミン
26	5	アクリル酸	アクリル酸
27	10	アジピン酸	アジピン酸
28	11-2	亜硝酸イソブチル	イソブチル=ニトリット
29	11-3	アスファルト	アスファルト
30	12	アセチルサリチル酸(別名アスピリン)	o-アセトキシ安息香酸
31	13	アセトアミド	アセトアミド
32	14	アセトアルデヒド	アセトアルデヒド
33	16	アセトフェノン	アセトフェノン
34	25	2-アミノピリジン	2-アミノピリジン
35	26	亜硫酸水素ナトリウム	亜硫酸水素ナトリウム
36	27	アリルアルコール	アリルアルコール
37	29	アリル水銀化合物	水銀化合物
38	34	3-(アルファーアセトニルベンジル)-4-ヒドロキシクマリン(別名ワルファリン)	3-(α -アセトニルベンジル)-4-ヒドロキシクマリン
39	37	アルミニウム及びその水溶性塩	アルミニウム
			三塩化アルミニウム
			アルミニウム化合物
40	45	イソプロピルアミン	イソプロピルアミン
41	52	一酸化窒素	一酸化窒素
42	53	一酸化二窒素	一酸化二窒素
43	54	イットリウム及びその化合物	イットリウム
44	59	インデン	1H-インデン
45	60	ウレタン	エチル=カルバマート
46	70	エチルベンゼン	エチルベンゼン
47	81	エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート	2-メトキシエチル=アセタート
48	84	1, 1'-エチレン-2, 2'-ビピリジニウム=ジブロミド(別名ジクアット)	6, 7-ジヒドロジピリド [1, 2-a : 2', 1'-c] ピラジン-5, 8-ジイウム=ジブロミド
49	88	1, 2-エポキシ-3-イソプロポキシプロパン	1, 2-エポキシ-3-イソプロポキシプロパン
50	95	塩化アリル	3-クロロプロパン-1-エン
51	117	オメガクロロアセトフェノン	2-クロロアセトフェノン
52	128	カテコール	ピロカテコール
53	146	クロロエタン (別名塩化エチル)	塩化エチル
54	148-2	クロロ酢酸	クロロ酢酸
55	157	2-クロロベンジリデンマロノニトリル	2-クロロベンジリデンマロノニトリル
56	163	クロロメチルメチルエーテル	クロロメチルメチルエーテル

候補 番号	番号 ³	表示通知義務対象物質	物質名
57	165-2	結晶質シリカ	二酸化ケイ素 クリストバライト 石英（結晶） 二酸化ケイ素
58	168	鉱油	ニュートラル潤滑油用基油 （CAS: 64741-97-5） 白色鉱油（石油） ニュートラル潤滑油用基油 （CAS:8002-05-9） ニュートラル潤滑油用基油 （CAS:64741-88-4） 鉱油
59	170	固形パラフィン	固形パラフィン
60	180	酢酸ビニル	ビニル＝アセタート
61	191	酸化チタン（I V）	二酸化チタン
62	192	酸化鉄	三酸化二鉄（I I I）
63	232	シクロヘキサン	シクロヘキサン
64	235	シクロヘキセン	シクロヘキセン
65	241-2	ジクロロ酢酸	ジクロロ酢酸
66	247	2，2－ジクロロ－1，1，1－ トリフルオロエタン（別名H C F C－1 2 3）	2，2－ジクロロ－1，1，1－ トリフルオロエタン
67	259	ジシアン	ジシアン
68	266	ジチオリン酸O，O－ジエチル－ S－エチルチオメチル（別名ホレ ート）	ジチオリン酸O，O－ジエチル－ S－エチルチオメチル
69	292-2	ジメチル＝2，2，2－トリクロ ロ－1－ヒドロキシエチルホス ホナート（別名D E P）	ジメチル＝2，2，2－トリクロ ロ－1－ヒドロキシエチルホス ホナート
70	268	ジチオリン酸O，O－ジメチル－ S－1，2－ビス（エトキシカル ボニル）エチル（別名マラチオン）	ジエチル＝2－[(ジメトキシホ スホロチオイル) スルファニル] スクシナート
71	282	ジベンゾイルペルオキシド	ベンゾイルパーオキサイド
72	287	ジメチルアミン	ジメチルアミン
73	302	臭化水素	臭化水素
74	304	しゅう酸	シュウ酸
75	310	しょう脳	ショウ脳
76	317	水酸化カルシウム	水酸化カルシウム
77	330	石油ナフサ	ナフサ
78	331	石油ベンジン	石油ベンジン
79	336	炭化けい素	炭化ケイ素
80	340	チオ尿素	チオ尿素
81	352	鉄水溶性塩	鉄化合物
82	354	テトラエチルチウラムジスル フィド（別名ジスルフィラム）	テトラエチルチウラム＝ジスル フィド
83	380	灯油	灯油
84	381	トリエタノールアミン	トリエタノールアミン

候補 番号	番号 ³	表示通知義務対象物質	物質名
85	390	2, 4, 5-トリクロロフェノキシ酢酸	2, 4, 5-トリクロロフェノキシ酢酸
86	408	ナフタレン	ナフタレン
87	410	1-ナフチル-N-メチルカルバメート (別名カルバリル)	N-メチルカルバミン酸 1-ナフチル
88	413	ニコチン	ニコチン
89	447	パラ-ベンゾキノン	p-ベンゾキノン
90	454	ビス(2-クロロエチル)スルフィド (別名マスタードガス)	ビス(2-クロロエチル)スルフィド
91	468	ピレトラム	ピレスリン及びピレスロイド
92	473	フェノチアジン	フェノチアジン
93	481	フタル酸ビス(2-エチルヘキシル) (別名DEHP)	ビス(2-エチルヘキサン-1-イル) = フタラート
94	493	プロピオン酸	プロピオン酸
95	497-2	プロペン	プロペン
96	499	2-ブロモ-2-クロロ-1, 1, 1-トリフルオロエタン (別名ハロタン)	2-ブロモ-2-クロロ-1, 1, 1-トリフルオロエタン
97	505	ヘキサクロロエタン	ペルクロロエタン
98	529	ペルオキシ二硫酸二ナトリウム	ペルオキシ二硫酸二ナトリウム
99	533	ベンゾ [a] アントラセン	ベンゾ [a] アントラセン
100	535	ベンゾフラン	ベンゾフラン
101	544	ほう酸及びそのナトリウム塩	ホウ酸
102	556	メタクリル酸	メタクリル酸
103	563	メチラル	ジメトキシメタン
104	568	メチルアミン	メチルアミン
105	572	N-メチルカルバミン酸 2, 3-ジヒドロ-2, 2-ジメチル-7-ベンゾ [b] フラニル (別名カルボフラン)	N-メチルカルバミン酸 2, 3-ジヒドロ-2, 2-ジメチル-7-ベンゾ [b] フラニル
106	588-2	N-メチル-2-ピロリドン	1-メチル-2-ピロリドン
107	604	モルホリン	モルホリン
108	606	沃素及びその化合物	ヨウ化メチル
			二ヨウ素
			ヨウ化カリウム
			ヨウ素化合物
109	607	ヨードホルム	ヨードホルム
110	615	硫酸ジエチル	ジエチル = スルファート
111	618	りん酸	リン酸
112	623	りん酸ジメチル = (E)-1-(N-メチルカルバモイル)-1-プロペン-2-イル (別名モノクロトホス)	リン酸ジメチル = (E)-1-メチル-2-(N-メチルカルバモイル) ビニル
113	624	りん酸ジメチル = 1-メトキシカルボニル-1-プロペン-2-イル (別名メビンホス)	リン酸ジメチル = 1-メトキシカルボニル-1-プロペン-2-イル

3.2.4 報告書に登載する文献の選定

選定した化学物質について、報告書に登載する文献を最大 4 件選定した。今後の検討に資する重要な文献を選定するため、選定方針は以下のとおりとした。

- 当該物質への職業ばく露を原因として発症した疾病・障害に関する疫学研究報告を最優先とする。
- 文献のヒット件数が少なく、上記に該当する文献がない場合は、文献の概要等を確認し、適切な症例報告を選定する。
- ヒットした文献を確認した結果、本調査の目的に資する文献ではなかった場合、報告書に登載する化学物質から除外する。

選定方針をもとに報告書に登載する文献候補をリストアップするため、選定した化学物質ごとに、文献データベース（PubMed 及び医中誌）を用いて、当該物質に係る文献を検索した。文献の検索は以下の 3 段階で実施し、重要な文献の絞り込みを行った。

(1) 第 1 段階

疫学研究デザイン（cohort、case control 等）や職業性（occupational exposure、industrial 等）に関する用語をキーワードとする検索式を作成し、PubMed 及び医中誌を用いて文献検索を行った。検索式は表 3.2-4 及び表 3.2-5 のとおりである。

表 3.2-4 化学物質①の検索式

PubMed での検索式
((("2011/1/1"[PDAT]:"3000"[PDAT]) AND ("case report" OR "case reports" OR cohort OR "case control" or "Meta-Analysis")) AND (occupat* OR "occupational exposure" OR industrial OR workplace) AND (CAS 番号[EC/RN Number] OR "物質名")) NOT (("Clinical Trials, Veterinary as Topic"[Mesh] or animals[Mesh] or "Animal Experimentation"[Mesh] or "models, animal"[Mesh] or "clinical trial, veterinary") or ("Multiple Chemical Sensitivity"[Mesh] or "Sick Building Syndrome"[Mesh]))
医中誌 Web の検索式
((CAS 番号 or 化学物質) and (DT=2011:2019 and PT=原著論文)) NOT (動物実験/TH or 動物モデル/TH or 動物/TH or 過敏症-化学物質/TH or シックハウス症候群/TH)

表 3.2-5 化学物質②の検索式

PubMed での検索式
((("1996/1/1"[PDAT]:"3000"[PDAT]) AND ("case report" OR "case reports" OR cohort OR "case control" or "Meta-Analysis")) AND (occupat* OR "occupational exposure" OR industrial OR workplace) AND (CAS 番号[EC/RN Number] OR "物質名")) NOT (("Clinical Trials, Veterinary as Topic"[Mesh] or animals[Mesh] or "Animal Experimentation"[Mesh] or "models, animal"[Mesh] or "clinical trial, veterinary") or ("Multiple Chemical Sensitivity"[Mesh] or "Sick Building Syndrome"[Mesh]))
医中誌 Web での検索式
((CAS 番号 or 化学物質) and (DT=1996:2019 and PT=原著論文)) NOT (動物実験/TH or 動物モデル/TH or 動物/TH or 過敏症-化学物質/TH or シックハウス症候群/TH)

(2) 第 2 段階

文献検索を行った結果、ヒット件数が 50 件を超えた化学物質については、さらに絞り込みを行うため疫学に関するキーワード（epidemiology 等）を追加して、再度検索を行った。また PubMed での検索結果が 10 件以下であった化学物質は、検索範囲を広げるため職業性に関するキーワード（occupational exposure、industrial 等）を減らし、再検索を行った。再検索式は表 3.2-6 及び表 3.2-7 のとおりである。また再検索し化学物質は表 3.2-8 のとおりである。

表 3.2-6 化学物質①の再検索式

PubMed での文献検索結果が 50 件を超えた場合の検索式
((("2011/1/1"[PDAT]:"3000"[PDAT]) AND ("case report" OR "case reports" OR cohort OR "case control" or "Meta-Analysis") AND (occupat* OR "occupational exposure" OR industrial OR workplace) AND (epidemiology OR epidemiology[Mesh] OR epidemiol*) AND (CAS 番号[EC/RN Number] OR "物質名")) NOT (("Clinical Trials, Veterinary as Topic"[Mesh] or animals[Mesh] or "Animal Experimentation"[Mesh] or "models, animal"[Mesh] or "clinical trial, veterinary") or ("Multiple Chemical Sensitivity"[Mesh] or "Sick Building Syndrome"[Mesh])))
PubMed での文献検索結果が 10 件以下であった場合の検索式
((("2011/1/1"[PDAT]:"3000"[PDAT]) AND ("case report" OR "case reports" OR cohort OR "case control" or "Meta-Analysis") AND (CAS 番号[EC/RN Number] OR "物質名")) NOT (("Clinical Trials, Veterinary as Topic"[Mesh] or animals[Mesh] or "Animal Experimentation"[Mesh] or "models, animal"[Mesh] or "clinical trial, veterinary") or ("Multiple Chemical Sensitivity"[Mesh] or "Sick Building Syndrome"[Mesh])))
医中誌 Web での文献検索結果が 50 件を超えた場合の検索式
((CAS 番号 or 物質名) and (DT=2011:2019 and PT=原著論文)) NOT (動物実験/TH or 動物モデル/TH or 動物/TH or 過敏症-化学物質/TH or シックハウス症候群/TH) and (職業性曝露/TH or 産業医学/TH or 職業病/TH)

表 3.2-7 化学物質②の再検索式

PubMed での文献検索結果が 50 件を超えた場合の検索式
((("1996/1/1"[PDAT]:"3000"[PDAT]) AND ("case report" OR "case reports" OR cohort OR "case control" or "Meta-Analysis") AND (occupat* OR "occupational exposure" OR industrial OR workplace) AND (epidemiology OR epidemiology[Mesh] OR epidemiol*) AND (CAS 番号[EC/RN Number] OR "物質名")) NOT (("Clinical Trials, Veterinary as Topic"[Mesh] or animals[Mesh] or "Animal Experimentation"[Mesh] or "models, animal"[Mesh] or "clinical trial, veterinary") or ("Multiple Chemical Sensitivity"[Mesh] or "Sick Building Syndrome"[Mesh])))
PubMed での文献検索結果が 10 以下であった場合の検索式
((("1996/1/1"[PDAT]:"3000"[PDAT]) AND ("case report" OR "case reports" OR cohort OR "case control" or "Meta-Analysis") AND (CAS 番号[EC/RN Number] OR "物質名")) NOT (("Clinical Trials, Veterinary as Topic"[Mesh] or animals[Mesh] or "Animal Experimentation"[Mesh] or "models, animal"[Mesh] or "clinical trial, veterinary") or ("Multiple Chemical Sensitivity"[Mesh] or "Sick Building Syndrome"[Mesh])))
医中誌 Web での文献検索結果が 50 件を超えた場合の検索式
(CAS 番号 or 物質名) and (DT=1996:2019 and PT=原著論文)) NOT (動物実験/TH or 動物モデル/TH or 動物/TH or 過敏症-化学物質/TH or シックハウス症候群/TH) and (職業性曝露/TH or 産業医学/TH or 職業病/TH)

表 3.2-8 再検索を行った化学物質

候補 番号	番号 ³	表示通知義務対象物質	物質名	PubMed での検索結果		医中誌 Web での検索 結果が 50 件以上
				50 件以上	10 件以下	
1	15	アセトニトリル	アセトニトリル		○	○
2	61	エタノール	エタノール		○	○
3	71	エチルメチルケトンペルオキシド	エチルメチルケトンペルオキシド		○	
4	75	エチレングリコール	エチレングリコール		○	○
5	116	オゾン	オゾン			○
6	127	ガソリン	天然ガソリン		○	
7	130	カーボンブラック	カーボンブラック		○	
8	137	銀及びその水溶性化合物	銀			○
			硝酸銀 (I)		○	
			銀化合物		○	
9	176	酢酸	酢酸		○	○
10	205	2-シアノアクリル酸エチル	2-シアノアクリル酸エチル		○	
11	251	2, 4-ジクロロフェノキシ酢酸	2, 4-ジクロロフェノキシ酢酸		○	
12	272	2, 4-ジニトロトルエン	2, 4-ジニトロトルエン		○	
13	322	すず及びその化合物	スズ		○	○
			塩化スズ (IV)		○	
			フッ化スズ (II)		○	
			塩化スズ (II)		○	
14	337	タングステン及びその水溶性化合物	タングステン		○	○
15	346	チオリン酸O, O-ジエチル-O-(3, 5, 6-トリクロロ-2-ピリジル) (別名クロルピリホス)	チオリン酸O, O-ジエチル-O-(3, 5, 6-トリクロロ-2-ピリジル)		○	
16	379	銅及びその化合物	銅			○
			硫酸銅 (II)		○	
17	415	二酸化塩素	二酸化塩素		○	
18	429	ニトロメタン	ニトロメタン		○	
19	437	白金及びその水溶性塩	白金		○	○

候補 番号	番号 ³	表示通知義務対象物質	物質名	PubMed での検索結果		医中誌 Web での検索 結果が 50 件以上
				50 件以上	10 件以下	
20	449	バリウム及びその水溶性化合物	バリウム		○	○
			硝酸バリウム		○	
			塩化バリウム		○	
			バリウム化合物		○	○
21	482	ブタン	n-ブタン		○	○
			イソブタン		○	
22	494	プロピルアルコール (イソプロピルアルコール)	プロパン-2-オール		○	
23	603	モリブデン及びその化合物	モリブデン		○	○
24	632	ロジン	ロジン		○	○
25	2	アルファーナフチルアミン及びその塩	1-ナフチルアミン		○	○
26	5	アクリル酸	アクリル酸		○	○
27	10	アジピン酸	アジピン酸		○	
28	11-2	亜硝酸イソブチル	イソブチル=ニトリット		○	
29	11-3	アスファルト	アスファルト			○
30	12	アセチルサリチル酸 (別名アスピリン)	o-アセトキシ安息香酸		○	○
31	13	アセトアミド	アセトアミド		○	○
32	14	アセトアルデヒド	アセトアルデヒド		○	○
33	16	アセトフェノン	アセトフェノン		○	○
34	25	2-アミノピリジン	2-アミノピリジン		○	○
35	26	亜硫酸水素ナトリウム	亜硫酸水素ナトリウム		○	
36	27	アリルアルコール	アリルアルコール		○	
37	29	アリル水銀化合物	水銀化合物		○	
38	34	3-(アルファ-アセトニルベンジル)-4-ヒドロキシクマリン (別名ワルファリン)	3-(α -アセトニルベンジル)-4-ヒドロキシクマリン		○	○
39	37	アルミニウム及びその水溶性塩	アルミニウム			○
			三塩化アルミニウム		○	
			アルミニウム化合物		○	○
40	45	イソプロピルアミン	イソプロピルアミン		○	
41	52	一酸化窒素	一酸化窒素		○	○

候補 番号	番号 ³	表示通知義務対象物質	物質名	PubMed での検索結果		医中誌 Web での検索 結果が 50 件以上
				50 件以上	10 件以下	
42	53	一酸化二窒素	一酸化二窒素		○	○
43	54	イットリウム及びその化合物	イットリウム		○	○
44	59	インデン	1 H-インデン		○	○
45	60	ウレタン	エチル＝カルバマート		○	○
46	70	エチルベンゼン	エチルベンゼン		○	○
47	81	エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート	2-メトキシエチル＝アセタート		○	○
48	84	1, 1'-エチレン-2, 2'-ビピリジニウム＝ジブロミド (別名ジクアット)	6, 7-ジヒドロジピリド[1, 2-a:2', 1'-c] ピラジン-5, 8-ジイウム＝ジブロミド		○	
49	88	1, 2-エポキシ-3-イソプロポキシプロパン	1, 2-エポキシ-3-イソプロポキシプロパン			○
50	95	塩化アリル	3-クロロプロパー1-エン		○	
51	117	オメガークロロアセトフェノン	2-クロロアセトフェノン		○	
52	128	カテコール	ピロカテコール		○	○
53	146	クロロエタン(別名塩化エチル)	塩化エチル		○	
54	148-2	クロロ酢酸	クロロ酢酸		○	○
55	157	2-クロロベンジリデンマロノニトリル	2-クロロベンジリデンマロノニトリル		○	
56	163	クロロメチルメチルエーテル	クロロメチルメチルエーテル		○	○
57	165-2	結晶質シリカ	二酸化ケイ素			○
			クリストバライト		○	○
			石英 (結晶)		○	○
			二酸化ケイ素		○	○

No.	番号 ³	表示通知義務対象物質	物質名	PubMed での検索結果		医中誌 Web での検索 結果が 50 件以上
				50 件以上	10 件以下	
58	168	鉱油	ニュートラル潤滑油用基油 (CAS: 64741-97-5)			
			白色鉱油 (石油)		○	
			ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:8002-05-9)		○	
			ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:64741-88-4)		○	
			鉱油		○	
59	170	固形パラフィン	固形パラフィン		○	○
60	180	酢酸ビニル	ビニル＝アセタート		○	○
61	191	酸化チタン (I V)	二酸化チタン		○	○
62	192	酸化鉄	三酸化二鉄 (I I I)		○	○
63	232	シクロヘキサン	シクロヘキサン		○	○
64	235	シクロヘキセン	シクロヘキセン		○	○
65	241-2	ジクロロ酢酸	ジクロロ酢酸		○	
66	247	2, 2-ジクロロ-1, 1, 1-トリフルオ ロエタン (別名 H C F C-1 2 3)	2, 2-ジクロロ-1, 1, 1-トリフルオ ロエタン		○	
67	259	ジシアン	ジシアン		○	
68	266	ジチオリン酸 O, O-ジエチル-S-エチル チオメチル (別名ホレート)	ジチオリン酸 O, O-ジエチル-S-エチ ルチオメチル		○	
69	292-2	ジメチル=2, 2, 2-トリクロロ-1-ヒ ドロキシエチルホスホナート (別名 D E P)	ジメチル=2, 2, 2-トリクロロ-1-ヒ ドロキシエチルホスホナート		○	○
70	268	ジチオリン酸 O, O-ジメチル-S-1, 2- ビス (エトキシカルボニル) エチル (別名 マラチオン)	ジエチル=2-[(ジメトキシホスホロチオ イル) スルファニル] スクシナート		○	○
71	282	ジベンゾイルペルオキシド	ベンゾイルパーオキシaid		○	○
72	287	ジメチルアミン	ジメチルアミン		○	○
73	302	臭化水素	臭化水素		○	○
74	304	しゅう酸	シュウ酸		○	○

No.	番号 ³	表示通知義務対象物質	物質名	PubMed での検索結果		医中誌 Web での検索 結果が 50 件以上
				50 件以上	10 件以下	
75	310	しょう脳	ショウ脳		○	
76	317	水酸化カルシウム	水酸化カルシウム		○	○
77	330	石油ナフサ	ナフサ		○	○
78	331	石油ベンジン	石油ベンジン		○	
79	336	炭化けい素	炭化ケイ素		○	○
80	340	チオ尿素	チオ尿素		○	○
81	352	鉄水溶性塩	鉄化合物		○	○
82	354	テトラエチルチウラムジスルフィド (別名ジスルフィラム)	テトラエチルチウラム＝ジスルフィド		○	
83	380	灯油	灯油		○	○
84	381	トリエタノールアミン	トリエタノールアミン		○	
85	390	2, 4, 5-トリクロロフェノキシ酢酸	2, 4, 5-トリクロロフェノキシ酢酸		○	
86	408	ナフタレン	ナフタレン		○	○
87	410	1-ナフチル-N-メチルカルバメート (別名カルバリル)	N-メチルカルバミン酸 1-ナフチル		○	
88	413	ニコチン	ニコチン			○
89	447	パラ-ベンゾキノン	p-ベンゾキノン		○	○
90	454	ビス (2-クロロエチル) スルフィド (別名マスタードガス)	ビス (2-クロロエチル) スルフィド	○		
91	468	ピレトラム	ピレスリン及びピレスロイド		○	
92	473	フェノチアジン	フェノチアジン		○	○
93	481	フタル酸ビス (2-エチルヘキシル) (別名 DEHP)	ビス (2-エチルヘキサノール-1-イル) =フタレート		○	○
94	493	プロピオン酸	プロピオン酸		○	○
95	497-2	プロペン	プロペン		○	○
96	499	2-ブロモ-2-クロロ-1, 1, 1-トリフルオロエタン (別名ハロタン)	2-ブロモ-2-クロロ-1, 1, 1-トリフルオロエタン		○	○
97	505	ヘキサクロロエタン	ペルクロロエタン		○	
98	529	ペルオキシ二硫酸二ナトリウム	ペルオキシ二硫酸二ナトリウム		○	
99	533	ベンゾ [a] アントラセン	ベンゾ [a] アントラセン		○	

No.	番号 ³	表示通知義務対象物質	物質名	PubMed での検索結果		医中誌 Web での検索 結果が 50 件以上
				50 件以上	10 件以下	
100	535	ベンゾフラン	ベンゾフラン		○	○
101	544	ほう酸及びそのナトリウム塩	ホウ酸		○	○
102	556	メタクリル酸	メタクリル酸	○		○
103	563	メチラール	ジメトキシメタン			
104	568	メチルアミン	メチルアミン		○	○
105	572	N-メチルカルバミン酸 2, 3-ジヒドロ- 2, 2-ジメチル-7-ベンゾ [b] フラニ ル (別名カルボフラン)	N-メチルカルバミン酸 2, 3-ジヒドロ- 2, 2-ジメチル-7-ベンゾ [b] フラ ニル		○	
106	588-2	N-メチル-2-ピロリドン	1-メチル-2-ピロリドン		○	
107	604	モルホリン	モルホリン		○	○
108	606	沃素及びその化合物	ヨウ化メチル		○	
			二ヨウ素		○	○
			ヨウ化カリウム		○	○
			ヨウ素化合物		○	
109	607	ヨードホルム	ヨードホルム		○	○
110	615	硫酸ジエチル	ジエチル＝スルファート	○		○
111	618	りん酸	リン酸		○	○
112	623	りん酸ジメチル＝(E)-1-(N-メチル カルバモイル)-1-プロペン-2-イル (別名モノクロトホス)	リン酸ジメチル＝(E)-1-メチル-2- (N-メチルカルバモイル) ビニル		○	
113	624	りん酸ジメチル＝1-メトキシカルボニ ル-1-プロペン-2-イル (別名メビン ホス)	リン酸ジメチル＝1-メトキシカルボニ ル-1-プロペン-2-イル		○	

(3) 第 3 段階

第 1 段階及び第 2 段階を経て絞り込みを行った文献は、タイトル及びアブストラクトを確認し、本調査研究の目的に適する文献かどうか判定した。確認の結果、治療目的での化学物質の使用に関する研究、労働環境中の化学物質濃度を測定している研究等、本調査の目的から大きく外れる文献は除外した。なお、本調査の目的に資する文献が複数存在する場合は、下記①～③に該当する文献を優先した。

- ① 就業中に化学物質にばく露したことが明らかであるもの
- ② 事故や誤飲等も含め、化学物質にばく露したことによる健康への影響を検討した疫学研究
- ③ 事故や誤飲等も含め、化学物質にばく露したことによる健康への影響を報告した症例報告

3.2.5 報告書に登載する文献の選定結果

上記のとおり文献を選定した。本調査の目的から大きく外れる文献を除外した結果、報告書に登載する予定であった 113 物質のうち 40 物質（表 3.2-9）は、本調査の目的に資する文献がなかったため、対象外とした。

最終的に報告書に登載する化学物質は 73 物質であり、各物質で選定した文献数は表 3.2-10 に示すとおりである。

表 3.2-9 対象外とした化学物質

候補 番号	番号 ³	表示通知義務対象物質
6	127	ガソリン
30	12	アセチルサリチル酸（別名アスピリン）
31	13	アセトアミド
32	14	アセトアルデヒド
33	16	アセトフェノン
34	25	2-アミノピリジン
37	29	アリル水銀化合物
38	34	3-（アルファーアセトニルベンジル）-4-ヒドロキシクマリン （別名ワルファリン）
40	45	イソプロピルアミン
41	52	一酸化窒素
43	54	イットリウム及びその化合物
44	59	インデン
46	70	エチルベンゼン
47	81	エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート
49	88	1, 2-エポキシ-3-イソプロポキシプロパン
50	95	塩化アリル
52	128	カテコール
54	148-2	クロロ酢酸
56	163	クロロメチルメチルエーテル
63	232	シクロヘキサン
64	235	シクロヘキセン
65	241-2	ジクロロ酢酸

候補 番号	番号 ³	表示通知義務対象物質
67	259	ジシアン
69	292-2	ジメチル＝2，2，2－トリクロロ－1－ヒドロキシエチルホスホ ナート（別名DEP）
72	287	ジメチルアミン
79	336	炭化けい素
80	340	チオ尿素
81	352	鉄水溶性塩
86	408	ナフタレン
89	447	パラ－ベンゾキノン
91	468	ピレトラム
94	493	プロピオン酸
95	497-2	プロペン
98	529	ペルオキシ二硫酸二ナトリウム
100	535	ベンゾフラン
102	556	メタクリル酸
103	563	メチラール
104	568	メチルアミン
107	604	モルホリン
110	615	硫酸ジエチル

表 3.2-10 報告書に登載する化学物質とその文献数

通し 番号	候補 番号	番号 ³	表示通知義務対象物質	物質名	文献数
1	1	15	アセトニトリル	アセトニトリル	1件
2	2	61	エタノール	エタノール	3件
3	3	71	エチルメチルケトンペルオキシ ド	エチルメチルケトンペルオキシ ド	1件
4	4	75	エチレングリコール	エチレングリコール	2件
5	5	116	オゾン	オゾン	2件
6	7	130	カーボンブラック	カーボンブラック	2件
7	8	137	銀及びその水溶性化合物	銀	3件
				硝酸銀（I）	3件
8	9	176	酢酸	酢酸	1件
9	10	205	2－シアノアクリル酸エチル	2－シアノアクリル酸エチル	1件
10	11	251	2，4－ジクロロフェノキシ酢 酸	2，4－ジクロロフェノキシ酢 酸	2件
11	12	272	2，4－ジニトロトルエン	2，4－ジニトロトルエン	1件
12	13	322	すず及びその化合物	スズ	1件
				塩化スズ（II）	1件
				塩化スズ（IV）	1件
				フッ化スズ（II）	2件
13	14	337	タングステン及びその水溶性化 合物	タングステン	4件
14	15	346	チオリン酸O，O－ジエチルー O－（3，5，6－トリクロロ －2－ピリジル）（別名クロル ピリホス）	チオリン酸O，O－ジエチルー O－（3，5，6－トリクロロ －2－ピリジル）	4件

通し 番号	候補 番号	番号 ³	表示通知義務対象物質	物質名	文献数
15	16	379	銅及びその化合物	銅	1 件
				硫酸銅 (I I)	2 件
16	17	415	二酸化塩素	二酸化塩素	2 件
17	18	429	ニトロメタン	ニトロメタン	1 件
18	19	437	白金及びその水溶性塩	白金	2 件
19	20	449	バリウム及びその水溶性化合物	バリウム	1 件
				硝酸バリウム	2 件
				塩化バリウム	1 件
20	21	482	ブタン	n-ブタン	2 件
				イソブタン	2 件
21	22	494	プロピルアルコール (イソプロ ピルアルコール)	プロパン-2-オール	1 件
22	23	603	モリブデン及びその化合物	モリブデン	1 件
23	24	632	ロジン	ロジン	2 件
24	25	2	アルファーナフチルアミン及び その塩	1-ナフチルアミン	1 件
25	26	5	アクリル酸	アクリル酸	1 件
26	27	10	アジピン酸	アジピン酸	1 件
27	28	11-2	亜硝酸イソブチル	イソブチル=ニトリット	2 件
28	29	11-3	アスファルト	アスファルト	2 件
29	35	26	亜硫酸水素ナトリウム	亜硫酸水素ナトリウム	2 件
30	36	27	アリルアルコール	アリルアルコール	1 件
31	39	37	アルミニウム及びその水溶性塩	アルミニウム	4 件
				三塩化アルミニウム	1 件
32	42	53	一酸化二窒素	一酸化二窒素	3 件
33	45	60	ウレタン	エチル=カルバマート	1 件
34	48	84	1, 1'-エチレン-2, 2'-ビ ピリジニウム=ジプロミド (別 名ジクアット)	6, 7-ジヒドロジピリド [1, 2-a:2', 1'-c] ピラジン -5, 8-ジイウム=ジプロミ ド	2 件
35	51	117	オメガクロロアセトフェノン	2-クロロアセトフェノン	1 件
36	53	146	クロロエタン(別名塩化エチル)	塩化エチル	3 件
37	55	157	2-クロロベンジリデンマロノ ニトリル	2-クロロベンジリデンマロノ ニトリル	2 件
38	57	165-2	結晶質シリカ	二酸化ケイ素 (CAS:7631-86-9)	3 件
				クリストバライト	1 件
				石英 (結晶)	1 件
				二酸化ケイ素 (CAS:15468-32-3)	3 件
39	58	168	鉱油	白色鉱油 (石油)	2 件
				ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:8002-05-9)	2 件
				ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:64741-88-4)	2 件
40	59	170	固形パラフィン	固形パラフィン	1 件
41	60	180	酢酸ビニル	ビニル=アセタート	1 件
42	61	191	酸化チタン (I V)	二酸化チタン	2 件
43	62	192	酸化鉄	三酸化二鉄 (I I I)	2 件
44	66	247	2, 2-ジクロロ-1, 1, 1- トリフルオロエタン (別名 H C F C-1 2 3)	2, 2-ジクロロ-1, 1, 1- トリフルオロエタン	2 件

通し 番号	候補 番号	番号 ³	表示通知義務対象物質	物質名	文献数
45	68	266	ジチオリン酸O, O-ジエチル -S-エチルチオメチル (別名 ホレート)	ジチオリン酸O, O-ジエチル -S-エチルチオメチル	1 件
46	70	268	ジチオリン酸O, O-ジメチル -S-1, 2-ビス (エトキシ カルボニル) エチル (別名マラ チオン)	ジエチル=2-[(ジメトキシホ スホロチオイル) スルファニル] スクシナート	3 件
47	71	282	ジベンゾイルペルオキシド	ベンゾイルパーオキサイド	1 件
48	73	302	臭化水素	臭化水素	3 件
49	74	304	しゅう酸	シュウ酸	1 件
50	75	310	しょう脳	ショウ脳	3 件
51	76	317	水酸化カルシウム	水酸化カルシウム	2 件
52	77	330	石油ナフサ	ナフサ	1 件
53	78	331	石油ベンジン	石油ベンジン	2 件
54	82	354	テトラエチルチウラムジスル フィド (別名ジスルフィラム)	テトラエチルチウラム=ジスル フィド	4 件
55	83	380	灯油	灯油	4 件
56	84	381	トリエタノールアミン	トリエタノールアミン	3 件
57	85	390	2, 4, 5-トリクロロフェノ キシ酢酸	2, 4, 5-トリクロロフェノキ シ酢酸	2 件
58	87	410	1-ナフチル-N-メチルカル バメート (別名カルバリル)	N-メチルカルバミン酸 1-ナ フチル	1 件
59	88	413	ニコチン	ニコチン	1 件
60	90	454	ビス (2-クロロエチル) スル フィド (別名マスタードガス)	ビス (2-クロロエチル) スル フィド	1 件
61	92	473	フェノチアジン	フェノチアジン	1 件
62	93	481	フタル酸ビス (2-エチルヘキ シル) (別名DEHP)	ビス (2-エチルヘキサノー 1 -イル) =フタラート	2 件
63	96	499	2-ブロモ-2-クロロ-1, 1, 1-トリフルオロエタン (別 名ハロタン)	2-ブロモ-2-クロロ-1, 1, 1-トリフルオロエタン	1 件
64	97	505	ヘキサクロロエタン	ペルクロロエタン	2 件
65	99	533	ベンゾ [a] アントラセン	ベンゾ [a] アントラセン	1 件
66	101	544	ほう酸及びそのナトリウム塩	ホウ酸	1 件
67	105	572	N-メチルカルバミン酸 2, 3 -ジヒドロ-2, 2-ジメチル -7-ベンゾ [b] フラニル (別 名カルボフラン)	N-メチルカルバミン酸 2, 3 -ジヒドロ-2, 2-ジメチル -7-ベンゾ [b] フラニル	3 件
68	106	588-2	N-メチル-2-ピロリドン	1-メチル-2-ピロリドン	1 件
69	108	606	沃素及びその化合物	ヨウ化メチル ヨウ素化合物	2 件 2 件
70	109	607	ヨードホルム	ヨードホルム	2 件
71	111	618	りん酸	リン酸	1 件
72	112	623	りん酸ジメチル= (E) -1- (N-メチルカルバモイル) - 1-プロペン-2-イル (別名 モノクロトホス)	リン酸ジメチル= (E) -1-メ チル-2- (N-メチルカルバ モイル) ビニル	2 件
73	113	624	りん酸ジメチル=1-メトキシ カルボニル-1-プロペン-2 -イル (別名メビンホス)	リン酸ジメチル=1-メトキシ カルボニル-1-プロペン-2 -イル	2 件

4. 報告書の作成

4.1 文献の収集・整理

選定した文献は海外機関から電子購入（PDF ファイルの購入）し収集した。収集した文献はリストを作成して管理するとともに、物質ごとのフォルダを作成し、電子データとして格納した。収集文献リスト、収集文献は統一番号によって整理・管理するとともに、報告書でも同様の番号を掲載することで情報の相互参照性を高めた。

表 4.1-1 文献リスト（管理用）（イメージ）

07 二酸化硫黄

サマリー中 文献番号	No.	研究 種別	著者	年	タイトル	書誌情報	文献収集	備考
	1	疫学調査	Lin CC et al.	2014	Multilevel analysis of air pollution and early childhood neurobehavioral development.	Int J Environ Res Public Health. 2014 Jul 2;11(7):6827-41.	○	
	2	疫学調査	Ekosse GI.	2011	Health status within the precincts of a nickel-copper mining and smelting environment.	Afr Health Sci. 2011 Mar;11(1):90-6.	○	
	3	疫学調査	Lin YT et al.	2014	Air pollution and limb defects: a matched-pairs case-control study in Taiwan.	Environ Res. 2014 Jul;132:273-80.	○	
	4	疫学調査	Jung CR et al.	2013	Air pollution and newly diagnostic autism spectrum disorders: a population-based cohort study in Taiwan.	PLoS One. 2013 Sep 25;8(9):e75510.	○	
	5	疫学調査	Mainolfi MB et al.	2013	Low-level exposure to air pollution and risk of adverse birth outcomes in Hillsborough County, Florida.	J Occup Environ Med. 2013 May;55(5):490-4.	○	
	6	疫学調査	Mukamal KJ et al.	2009	Weather and air pollution as triggers of severe headaches.	Neurology. 2009 Mar 10;72(10):922-7.	○	
	7	疫学調査	Hong YC et al.	2002	Air pollution: a new risk factor in ischemic stroke mortality.	Stroke. 2002 Sep;33(9):2165-9.	○	
	8	症例報告	Savic M, Siriski-Sasic J, Djulizibaric D.	1987	Discomforts and laboratory findings in workers exposed to sulfur dioxide.	Int Arch Occup Environ Health 59(5): 513-518.	○	サマリー引用
	9	症例報告	Yadav JS, Kaushik VK.	1996	Effect of sulphur dioxide exposure on human chromosomes.	Mutat Res 359(1):25-29.	○	サマリー引用
	10	症例報告	Meng Z, Zhang L.	1990a	Chromosomal aberrations and sister-chromatid exchanges in lymphocytes of workers exposed to sulphur dioxide.	Mutat Res 241(1): 15-20.	○	サマリー引用
	11	症例報告	Meng Z, Zhang L.	1990b	Observation of frequencies of lymphocytes with micronuclei in human peripheral blood cultures from workers in a sulphuric acid factory.	Environmental and Molecular Mutagenesis 15(4): 218-220.	○	サマリー引用
	12	症例報告	Nordenson I, Beckman G, Beckman L. et al.	1980	Is exposure to sulphur dioxide clastogenic? Chromosomal aberrations among workers at a sulphite pulp factory.	Hereditas 93: 161-164.	○	サマリー引用

4.2 レビューサマリーの構成

収集した文献は、表 4.2-1 に示す構成に沿ってレビューサマリーを作成した。作成したレビューサマリーは医学文献検討委員会に提出し、委員会委員による評価を受けた。この際、医学文献委員会からの指摘や考察があれば、必要に応じて追記した。

表 4.2-1 レビューサマリーの構成

No.XX 物質名

1.物質の性状

当該物質の物理学的性質を簡潔に記載。

2.利用状況・規制等

当該物質がどのような用途で利用されているか、特に産業界での利用方法を中心に記載。また、国内の関連法規制を簡潔に記載。

3.研究報告

疫学研究報告

No.	研究手法	対象集団	具体的な 症状	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の 従事作業等	
...	...	...	...	...	...	...	...

症例報告

No.	症状及び 障害	具体的な 症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の 従事作業等	
...	...	...	...	...	...	...

4.国際機関による評価及び学会等の勧告値

4.1 国外機関

国際評価機関によりリスク評価がなされている場合には、それらの評価及びばく露限界値等を表形式で整理する。

評価機関	評価内容
IARC	ヒトに対する発がん性の評価
ACGHI	毒性評価、基準値等
...	...

4.2 国内機関：日本産業衛生学会による評価

日本産業衛生学会の公表している、許容濃度及び関連する毒性分類表を掲載する。

対象物質	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖毒 性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
...	...	...	...	...	...	...	...	...

GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

健康に対する有害物質を評価した GHS 分類及び CLP 分類結果がある場合には、併せて記載する。

III. 結果

1. アセトアニトリル

1.1 物質の性状

アセトニトリルは、特徴的な臭気のある無色の液体である。本物質の蒸気は空気とよく混合し、爆発性混合物を生成しやすい。加熱又は燃焼、並びに高温面と接触すると分解する。また、シアン化水素及び窒素酸化物などの有毒なフェームを生じる。強酸化剤と激しく反応し、酸及び塩基とも反応する。引火点が低く火災や爆発の危険がある。また、有毒で引火性のシアン化水素を生じる⁵。

表 1.1-1 アセトニトリルの物理化学的特性⁵

分子量：41.0	比重：0.8	融点：-46℃	沸点：82℃
CAS No：75-05-8	溶解性（対水溶解度）：1,390g/100ml		

1.2 利用状況・規制等

本物質は、農薬・医薬・香料・染料等の有機合成用原料、抗生物質抽出剤、クロマトグラフィー分離のキャリアー液等の抽出・分離用溶剤、カラーフィルム処理用溶剤、反応溶剤、精製溶剤、リチウム電池用有機電解液等などに利用されている^{6,7}。EU のリスク評価書（2002）⁸によると、化学プラントの作業員及び写真現像室作業員が本物質にばく露された例が報告されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

1.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 1.3-1 に示すとおりである。

⁵ ILO (2011) International Chemical Safety Card ACETONITRILE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0088&p_version=2)

⁶ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_75-05-8.html) (2019 年 10 月閲覧)

⁷ 国内で使用できる農薬として登録されている。(<http://www.acis.famic.go.jp/search/vtllg303.do>) (2020 年 1 月閲覧)

⁸ EU (2002) Risk Assessment Report acetonitrile (http://www.nihs.go.jp/hse/chem-info/eu/euj/75-05-8_j.pdf)

表 1.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	内分泌・代謝関係の疾病等	30 歳男性 - 実験室にて昏睡状態で発見される。コリン作動薬による中毒症候群が見られ、代謝性アシドーシスを発症。 - 入院 2、3、5 日目にヒドロキシコバラミン、チオ硫酸ナトリウムで治療を行い、一時的に回復しつつも、乳酸アシドーシスが再発。入院 7 日目にジスルフィラムで治療を行うと、アシドーシスは解消し、アセトニトリル濃度も減少した。これはシアン化合物の生成によるものと考えられた。	- 経路：経口 - 時間：30 分（薬物を飲んで手当てを受けるまで）	- 物質：アセトニトリル - 濃度：不明	自殺目的でアルジカルブとアセトニトリルを飲んでばく露。	De Paepe P et al. 2016

1.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

1.4.1 国外機関

表 1.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	Acetonitrile
	評価・ばく露限界値等	CBD (ヒト発がん性を決定できない物質)
EU	評価物質名称	ACETONITRILE
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 70mg/m ³ , 40ppm as TWA; (皮膚)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ACETONITRILE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 20ppm as TWA; (皮膚吸収); A4(人における発がん性が分類できていない物質)
DFG	評価物質名称	ACETONITRILE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 17mg/m ³ , 10ppm; ピークばく露限度カテゴリー: II(2) 皮膚吸収 (H); 妊娠中のリスクグループ: C

1.4.2 国内機関

表 1.4-2 日本産業衛生学会によるアセトニトリルの許容濃度⁹

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【アセトニトリル】 [75-05-8]	—	—	—	—	—	—	—	—

⁹ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告 (2019 年度)
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf> (2020 年 1 月閲覧)

表 1.4-3 アセトニトリルの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）¹⁰

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【アセトニトリル】	【Acetonitrile】
1	急性毒性	経口	—	4 *
		経皮	区分 3	4 *
		吸入：ガス	—	4 *
		吸入：蒸気	区分 4	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		—	—
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2	2
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		×	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（中枢神経系、呼吸器）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 2（血液系、中枢神経系、呼吸器、肝臓、腎臓）	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施日：H29 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/8/6

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

¹⁰ CLP 分類の「*」について、最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

2. エタノール

2.1 物質の性状

エタノールは、無色透明で刺激臭のある液体である。水及びほとんどの有機溶媒と混和し、引火性が高い。次亜塩素酸カルシウム、酸化銀、アンモニアと徐々に反応し、火災や爆発の危険をもたらす。硝酸、硝酸銀、硝酸第二水銀、過塩素酸マグネシウムなどの酸化剤と激しく反応し、火災や爆発の危険をもたらす^{11, 12}。

表 2.1-1 エタノールの物理化学的特性¹¹

分子量：46.1	比重：0.79	融点：-114 °C	沸点：78°C
CAS No：64-17-5	溶解性（対水溶解度）：混和		

2.2 利用状況・規制等

本物質は、アルコール飲料、実験室用溶剤、変性アルコール、医薬品（消毒剤、ローション、トニック、コロン類）製造、香粧品工業、有機合成化学工業の溶剤、ガソリンのオクタン価向上剤、医薬品助剤（溶剤）などに利用されている^{12,13}。OECD のリスク評価書（2004）¹⁴では、本物質にばく露される可能性のある職業として、本物質の製造工場の従事者を挙げている。また、サンプルの収集や機器のメンテナンス作業、トラックや列車への積み込み作業、本物質を含むインクやラッカー等の製造中にばく露が発生する可能性があるとしている。本物質は、労働安全衛生法により、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

2.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する海外の文献 3 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 2.3-1 に示すとおりである。

¹¹ ILO (2018) International Chemical Safety Card ETHANOL (ANHYDROUS)

(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0044&p_version=2)

¹² 厚生労働省 (2014) 職場のあんぜんサイト (https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/GHS_MSD_DET.aspx)

¹³ Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/dbget-bin/www_bget?dr_ja:D06542)

¹⁴ OECD (2004) SIDS INITIAL ASSESSMENT PROFILE ETHANOL

(<https://hpvchemicals.oecd.org/UI/handler.axd?id=2602cc56-d998-4e67-bd78-5454ef3f8f9a>)

表 2.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 血液・造血器の疾病関係等	■ 49 歳女性 ■ 幹細胞治療のため経皮的エタノール注入（5ml の無水エタノール）療法を受けた翌朝に、四肢に複数の点状出血が出現。 ■ 血液検査で血小板減少が観察された。血小板輸血及び組換えヒトインターロイキン(IL)-11 の注射により、患者の血小板数は $30.00 \times 10^9/L$ に回復。診断確認のために、2 回の骨髄穿刺を行う。 ■ 本症例は、エタノールによる巨核球成熟の抑制により血小板減少症が起こり、その結果、無巨芽球性血小板減少性紫斑が起きたと推測された。	■ 経路：経皮 (percutaneous) ■ 時間：半日（経皮的エタノール注入後の翌朝まで）	■ 物質：無水エタノール ■ 濃度：不明	■ 肝細胞がんの治療のための経皮的エタノール注入療法を受けてばく露。	Ai DL et al. 2016
2	■ 循環器系の疾病等	■ 31 歳、164cm、60kg の女性 ■ 動静脈奇形のため、エタノール硬化療法を実施。99%エタノール 50ml を 30 分かけて止血帯を用いずに注入した。 ■ エタノール注入後血圧が 160/100 に上昇。注入が終わり、伏臥位から背臥位にしたとたん、血圧は最高 40-50、最低 10-15 に激減。エピネフリン投与と胸部圧迫で蘇生法を実施。 ■ 経胸壁心エコー検査（transthoracic echocardiography：TTE 検査）から右心室の拡張と右心室の機能低下が見られた。このことより、全身に吸収されたエタノールにより、急性肺高血圧が起こり、心血管虚血が起こったと推測された。	■ 経路：血流注入 ■ 時間：30 分	■ 物質：エタノール ■ 濃度：99%	■ 動静脈奇形のためのエタノール硬化療法を受けてばく露。	Jo JY et al. 2014
3	■ 意識障害関係の疾病等	■ 体重 24kg の 6 歳女兒 ■ 6 歳の女兒が小児科の救急救命室に搬送された。女兒は意識が不明瞭であり、次第に刺激に対して反応を示さなくなった。入院時の GCS（グラスゴーコーマスケール）は 9 点。血清アルコールレベルは 205mg/dL。 ■ 問診の結果、学校で日中頻繁にトイレに行き、アルコールベースの消毒剤を「味が好きだから」という理由で飲んでいたことが判明。 ■ 24kg の体重の子供が血清アルコール濃度 205mg/dL に達するには、エタノール 60%の製品を 55mL 飲む必要があると計算された。	■ 経路：経口 ■ 時間：数時間～半日（日中に摂取し、父親に連れられて帰宅後、病院で手当てを受けるまで）	■ 物質：アルコールベースの手の消毒剤 ■ 濃度：一般的な商品のエタノール濃度は 60-65%	■ 学校のトイレに設置してある手の消毒剤を飲んでばく露。	Joseph MM et al. 2011

2.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

2.4.1 国外機関

表 2.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Ethanol in alcoholic beverages
	評価・ばく露限界値等	1（ヒトに対して発がん性を示す）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ETHANOL (ANHYDROUS)
	評価・ばく露限界値等	TLV:1,000ppm as STEL; A3（動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質）
DFG	評価物質名称	ETHANOL (ANHYDROUS)
	評価・ばく露限界値等	MAK: 380mg/m ³ , 200ppm; ピークばく露限度カテゴリー: II(4); 発がん性カテゴリー: 5; 妊娠中のリスクグループ: C; 生殖細胞変異原性グループ: 5

2.4.2 国内機関

表 2.4-2 日本産業衛生学会によるエタノールの許容濃度¹⁵

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【エタノール】 [64-17-5]	—	—	—	—	—	—	—	—

¹⁵ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 2.4-3 エタノールの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果 【エタノール】	CLP 分類結果 2019 年現在分類されて いない
1	急性 毒性	経口	—	
		経皮	—	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2B	
4		呼吸器感作性	×	
		皮膚感作性	×	
5		生殖細胞変異原性	×	
6		発がん性	区分 1A	
7		生殖毒性	区分 1A	
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 3（気道刺激性、麻酔作用）	
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（肝臓）、 区分 2（中枢神経系）	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有 害性）	×	

GHS 分類実施年度：H25 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

3. エチルメチルケトンペルオキシド

3.1 物質の性状

エチルメチルケトンペルオキシドは、刺激臭のある、無色の液体である。加熱すると激しく燃焼、又は爆発することがある。燃焼すると有毒で腐食性のガスを生成する。また、強酸化剤であり可燃性物質や還元性物質、アミン、金属、強酸及び強塩基と激しく反応する¹⁶。

表 3.1-1 エチルメチルケトンペルオキシドの物理化学的特性¹⁷

分子量：176.2	比重：1.10～1.17	融点：-	沸点：80℃で分解する
CAS No：1338-23-4	溶解性（対水溶解度）：非常に溶けにくい		

3.2 利用状況・規制等

本物質は、アクリル樹脂・ガラス繊維強化プラスチック硬化剤などに利用されている¹⁸。また、塗料、樹脂、ゴムの製造にも使われている。OECD のリスク評価書（2007）¹⁹によると、これらを取り扱う事業場では労働者が本物質へばく露される可能性があり、ばく露が生じそうな経路は皮膚接触（過酸化物を含む飛沫へ接触、スプレーを用いた散布作業中に皮膚へ散布）と吸入（散布作業中の吸入）である。しかし、これらは個人用防護具の使用により最小化されとしている。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

3.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 3.3-1 に示すとおりである。

¹⁶ ILO (2005) International Chemical Safety Card METHYL ETHYL KETONE PEROXIDE (Technical product) (https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1028&p_version=2)

¹⁷ 厚生労働省 (2015) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/1338-23-4.html>)

¹⁸ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_1338-23-4.html) (2019 年 10 月閲覧)

¹⁹ OECD (2007) SIDS INITIAL ASSESSMENT PROFILE 2-Butanone, peroxide (MEKP) (<https://hpvchemicals.oecd.org/UI/handler.axd?id=90126ccf-c516-44be-81af-750fd593aa85>)

表 3.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	- 血液・造血器の疾病関係等 - 尿路系の疾病等 - 消化器系の疾病等	- 海運業にてグラスファイバーボート修理工として働く 31 歳男性。 - エチルメチルケトンペルオキシドを摂取後、重度の喉と上腹部不快感を発症。地域病院に入院して活性炭の投与、経鼻胃管チューブの挿入を行う。 - 腹部の検査で、上腹部に対する厳しい圧痛あり。腹部の超音波スキャンにより、急性腎不全の証拠を伴う正常な大きさの腎臓が示された。その後、ヘモグロビンと血小板の減少傾向があり、半月状赤血球、ハインツ小体及び断片化した赤血球も見られた。 - 急性管理として、アシドーシスと高カリウム血症を修正するための静脈内炭酸水素ナトリウム投与を行う。緊急血液透析に続いて、次の 4 週間、定期的な腎代替療法、また輸血を繰り返して行った。 3 日目に、経鼻胃管チューブを介して大量のコーヒー粉末状（coffee ground）の吸引物があり、後に胆汁性になった。これは十二指腸遠位閉塞の前触れであった。 2 週間後に改善し、液状食を徐々に開始。しかし、嚥下障害は持続した。29 日目に退院。入院中体重が 4.7kg（入院時 68kg）減少。 - 入院から 1 年後、患者は無症状になり、低下した体重も戻りつつあった。	- 経路：経口 - 時間：摂取後、地域病院にて手当てを受けるまで（具体的な時間は不明）	- 物質：エチルメチルケトンペルオキシド含有溶媒 - 濃度：不明	アルコール飲料を飲んだ後、自傷行為として、推定 150 mL のエチルメチルケトンペルオキシド含有溶媒を摂取しばく露。	Liyanage IK et al. 2015

3.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

3.4.1 国外機関

表 3.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	METHYL ETHYL KETONE PEROXIDE (Technical product)
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.2ppm as STEL
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

3.4.2 国内機関

表 3.4-2 日本産業衛生学会によるエチルメチルケトンペルオキシドの許容濃度²⁰

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【エチルメチルケトンペ ルオキシド】 [1338-23-4]	—	—	—	—	—	—	—	—

²⁰ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 3.4-3 エチルメチルケトンペルオキシドの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【エチルメチルケトンペルオキシド】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	区分 4	
		経皮	—	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	区分 2	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 1	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（中枢神経系）、 区分 3（気道刺激性、麻酔作用）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		×	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

4. エチレングリコール

4.1 物質の性状

エチレングリコールは、無臭無色の粘稠を呈する吸湿性の液体である。甘味を有し、口に入れると舌に温感を与える。燃焼すると有毒なガスを生成する。また、強酸化剤、強酸及び強塩基と反応し、火災や爆発の危険を生じる。1,2-ヒドロキシエタン、1,2-エタンジオール、エチレンジヒドラート、グリコールアルコール等の別名がある²¹。

表 4.1-1 エチレングリコールの物理化学的特性²²

分子量：62.1	比重：(水=1)：1：1	融点：-13℃	沸点：197℃
CAS No：107-21-1	溶解性（対水溶解度）：混和		

4.2 利用状況・規制等

本物質は、主にポリエステル繊維やポリエチレンテレフタレート（PET）の合成原料などに利用されている。また、不飽和ポリエステル樹脂、アルキッド樹脂やウレタン樹脂等の工業樹脂の合成原料のほか、不凍液として自動車等や飛行機などに利用されている²¹。WHO の評価文書（2002）²³では、職業性ばく露を生じやすい産業として本物質の高濃度含有製品（不凍液、冷却液、解凍液、ブレーキ液、溶剤など）を製造あるいは使用する産業を挙げ、加熱あるいは噴霧（航空機の除氷など）を行う労働者において生じる可能性が高く、重要なばく露経路は吸入であるとしている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

4.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告に関する文献はなかった。症例報告に関しては、海外の文献 2 件をリストアップした。この文献レビューサマリーは表 4.3-1 に示すとおりである。

²¹ 厚生労働省 (2015) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/107-21-1.html>)

²² ILO (2018) International Chemical Safety Card ETHYLENE GLYCOL
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=en&p_card_id=0270&p_version=2)

²³ WHO (2002) Concise International Chemical Assessment Document 45 ETHYLENE GLYCOL: HUMAN HEALTH ASPECTS (<https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad45.pdf>)

表 4.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 尿路系の疾病等	■ 70 歳女性 ■ エチレングリコール含有車冷却液を誤って摂取し 3 時間後歩行が不安定になった。 ■ 病院で結晶尿が検出されたことから、エチレングリコール摂取が疑われた。結晶尿の検出に加えてアニオンギャップ代謝性アシドーシスと高浸透圧ギャップにより、診断が確定。 ■ 経口エタノール療法は経鼻胃管を通して 2.5%/kg の 40%エタノールで開始。患者は高カリウム透析液で 4 時間かけて血液透析を受け、低カルシウム血症管理のため、グルコン酸カルシウムの静脈内投与を行う。さらに、ピリドキシンとチアミンも投与した。 ■ 12 時間後に動脈血ガス分析を繰り返し行い、患者の状態は大幅に改善した。	■ 経路：経口 ■ 時間：3 時間	■ 物質：エチレングリコール含有の車冷却液 ■ 濃度：不明	■ 誤ってエチレングリコール含有の車冷却液を摂取しばく露。	Achappa B et al. 2019
2	■ 尿路系の疾病等	■ 28 歳男性。自殺目的で不凍液を摂取した。 ■ 入院時の血圧は 130/79mmHg、無気力と情動不安といった急性疾患の徴候を示した。また高アニオンギャップ代謝性アシドーシスの徴候も見られた。 ■ 輸液、重炭酸ナトリウム、及びチアミンを初期治療として投与し、フォメピゾールを 15mg/kg を静脈内投与し、12 時間間隔で 10mg/kg ずつ 4 回投与。集中治療室で透析を行い、30 時間後代謝性アシドーシスが改善。入院 6 日目、抜管。しかし尿素窒素とクレアチニン上昇を維持し、毎時尿量はわずか 10-30mL、また尿顕微鏡検査でシュウ酸カルシウム結晶が検出された。急性腎不全が持続したため、治療を通常の血液透析に切り替えた。 ■ 入院及び透析開始から 12 日目、1 日の尿量は 1,000mL を超えるようになり、透析は中止。入院 23 日目に、血清 BUN/クレアチニンレベルは 18.4/1.73mg/dL に減少し、毎日の尿量は 3,000-4,000mL に維持されるようになった。	■ 経路：経口 ■ 時間：5 時間（摂取してから病院に運ばれるまで）	■ 物質：エチレングリコール含有の不凍液 ■ 濃度：不明	■ 自殺目的で不凍液を摂取しばく露。	Song CH et al. 2017

4.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

4.4.1 国外機関

表 4.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	ETHYLENE GLYCOL
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 52mg/m ³ as TWA; 104mg/m ³ as STEL; (皮膚)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ETHYLENE GLYCOL
	評価・ばく露限界値等	TLV: (蒸気及びエアロゾル) : 25ppm as TWA TLV: (蒸気) 50ppm as STEL TLV: (inhalable aerosol) 10mg/m ³ as STEL A4 (人における発がん性が分類できていない物質)
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

4.4.2 国内機関

表 4.4-2 日本産業衛生学会によるエチレングリコールの許容濃度²⁴

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【エチレングリコール】 [107-21-1]	—	—	—	—	—	—	—	—

²⁴ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告 (2019 年度)
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf> (2020 年 1 月閲覧)

表 4.4-3 エチレングリコールの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）²⁵

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【エチレングリコール】	【Ethane-1,2-diol】
1	急性毒性	経口	—	4*
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 4	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	—
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2B	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		×	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（中枢神経系、血液系、腎臓） 区分 3（気道刺激性、麻酔作用）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		×	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/8/21

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

²⁵ CLP 分類の「*」について、最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

5. オゾン

5.1 物質の性状

オゾンは、特徴的な臭気のある、無色又は帯青色の気体である。気体は空気より重い。加温すると分解し酸素を生じる。火災や爆発の危険を生じる。無機及び有機化合物と激しく反応する。ゴムを腐食する²⁶。

表 5.1-1 オゾンの物理化学的特性²⁷

分子量：48.0	比重：1.6	融点：-193℃	沸点：-112℃
CAS No：10028-15-6	溶解性（対水溶解度）：不溶		

5.2 利用状況・規制等

本物質は、殺菌・消毒剤、漂白剤、有機合成酸化剤、食品添加物などに利用されている^{28,29}。Parks & Paul（2000）³⁰により、クリーニング業において漂白剤として使用していたオゾンにばく露された事例が報告されている。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

5.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告（参考）に関して、海外の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 5.3-1 に示すとおりである。

²⁶ 厚生労働省（2006）職場のあんぜんサイト（<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/0692.html>）

²⁷ ILO（2009）International Chemical Safety Card OZONE ICSC: 0068
（https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0068&p_version=2）

²⁸ NITE 化学物質総合情報提供システム
（https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_10028-15-6.html）（2019 年 10 月閲覧）

²⁹ 国内では既存添加物名簿（平成 8 年 4 月 16 日厚生省告示第 120 号）に定められている。
（<http://www.ffcr.or.jp/tenka/list/post-12.html?OpenDocument>）（2020 年 1 月閲覧）

³⁰ Parks S & Paul DW. Ozone exposure: a case report and discussion. J Okla State Med Assoc. 2000; **93**(2):48-51.

表 5.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	症例対照研究	- 胎内及び生後における環境要因と若年性突発性関節炎との関連を見るために、サンパウロ（ブラジル）において症例群 66 人、対照群 124 人を対象に、生後のオゾンを含む環境要因へのばく露を調べた。母親（190 人）に対しては、妊娠中の喫煙、職業性ばく露等についてアンケートを行った。大気汚染物質へのばく露は、気象データを基に推定した。 - 解析には、まず一変量モデルで 20% 以下の有意差がある変量を用いて多重モデルを作成した。その上で有意水準が 5% 以下の独立変数を最終的な多重ロジスティック回帰モデルに用いた。	- 調査時の平均年齢は、症例群 10.8±3.9 歳、対照群 11.2±4.2 歳であった。 - 生後 2 年目におけるオゾンへのばく露（第 2 三分位（80.8-87.1μg/m³）は、第 1 三分位（80.7μg/m³ 以下）と比較して若年性突発性関節炎発症と有意な関連が見られた（OR2.76 (95%CI:1.20-6.37)、p=0.017）。 - また、第 3 三分位（87.2μg/m³ 以上）とは有意な関連はみられなかった。	- 経路：吸入 - 時間：生後 2 年目	- 物質：オゾン - 濃度：気象データを 3 分位に分割。第 1 三分位：80.7μg/m³ 以下、第 2 三分位：80.8-87.1μg/m³、第 3 三分位：87.2μg/m³ 以上	在住して普通に生活していることによるばく露	França CMP et al. 2018
2	前向きコホート研究	オゾンや自動車排気ガス（NOx）といった大気汚染物質への妊娠初期（16 週まで）ばく露と妊娠結果（早産、在胎不当過小、子癇前症）の関連を見るために、ストックホルム（スウェーデン）における 1998-2006 年の単胎妊娠 120,755 件を対象に、母親の喘息、年齢、喫煙、教育程度、BMI、出身地、乳児の性別、経産について調整した多重ロジスティック回帰分析を行った。	- 大気汚染へのばく露指標として、ストックホルムの環境健康課が市内に設置したモニターから継続取得しているオゾン及び NOx の濃度を用いた。 - 単胎妊娠全体のうち、4.4%が早産、2.7%が子癇前症であった。 - 妊娠初期の大気中オゾン濃度と早産（OR1.04 (95%CI:1.01-1.08)）、及び子癇前症（OR1.04 (95%CI:1.01-1.08)）との関連が、オゾンレベルが 10μg/m³ 上昇するごとにリスクの上昇が計算された。	- 経路：経皮、吸入 - 時間：妊娠初期	- 物質：オゾン - 濃度：不明	大気中のオゾンよりばく露	Olsson D et al. 2013

5.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

5.4.1 国外機関

表 5.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	OZONE
	評価・ばく露限界値等	TLV: (軽作業): 0.1ppm as TWA; (中等度の作業):0.08ppm as TWA; (重労働): 0.05ppm as TWA,TLV: (2 時間未満の労働時間): 0.2ppm as TWA,TLV: A4 (人における発がん性が分類できていない物質)
DFG	評価物質名称	OZONE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 発がん性カテゴリー: 3B

5.4.2 国内機関

表 5.4-2 日本産業衛生学会によるオゾンの許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【オゾン】 [10028-15-6]	0.1	0.2	—	—	—	—	—	'63

表 5.4-3 オゾンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【オゾン】	2019 年現在分類されていない
1	急性 毒性	経口	×	
		経皮	×	
		吸入：ガス	区分 1	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2A-2B	
4		呼吸器感作性	×	
		皮膚感作性	×	
5		生殖細胞変異原性	区分 2	
6		発がん性	—	
7		生殖毒性	区分 2	
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（呼吸器系）	
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（肺、気管支）	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	—	

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

6. カーボンブラック

6.1 物質の性状

カーボンブラックとは、炭素の高重度元素型の球形に近いコロイド状の粒子（直径 10-500nm）が完全閉鎖系の製造工程の間に融合凝集し、さらに粒子状（直径 80-810nm）になったものの一般的な用語である。凝集体は強く結合し、主に分散可能なカーボンブラックの単位を形成する。カーボンブラックは水や有機溶剤に溶解性をもたらす官能基を持たず、加水分解、光、大気や地表水中の光分解により分解されることはない。そのため環境運命や水溶解度などを分析的に測定することができない³¹。

表 6.1-1 カーボンブラックの物理化学的特性³²

分子量：(原子量 12)	比重：1.8～2.1	融点：3,550°C	沸点：-
CAS No：1333-86-4	溶解性（対水溶解度）：不溶		

6.2 利用状況・規制等

本物質は、ゴム補強材、樹脂・印刷インキ・塗料・高圧ケーブル・伝導性材料等の配合原料、各種電池材料などに利用されている³³。OECD のリスク評価書（2006）³¹では、本物質にばく露される可能性のある職業として、ゴム製造業、タイヤ製造業、カーボンブラック製造労働者などを挙げ、製造と加工の工程に生じる可能性を示している。また、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。さらに、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

6.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究に関して海外の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 6.3-1 に示すとおりである。

³¹ OECD (2006) SIDS INITIAL ASSESSMENT PROFILE Carbon Black
(<https://hpvchemicals.oecd.org/UI/handler.axd?id=b2394717-5545-46c3-9194-ae15f987df25>)

³² ILO (2017) International Chemical Safety Card CARBON BLACK
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0471&p_version=2)

³³ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_1333-86-4.html) (2019 年 10 月閲覧)

表 6.3-1 疫学研究報告

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	症例対照研究	■ コピー機のトナー及び放出物へのばく露と遺伝子損傷の関係を調べるために、多くの教育機関やオフィスが存在するインドのコインバトルでコピー機の操作を行うオペレーター 50 人、保守作業員 61 人、対照群 52 人を対象に、コピー機への累積ばく露時間、遺伝子損傷を調べた。 ■ 解析には、カイ二乗検定、分散分析、スピアマンの順位相関係数を用いた。	■ 平均年齢は、オペレーター (26.32±2.73 歳)、保守作業員 (26.98±4.51 歳)、対照群 (28.06±4.65 歳) であった。 ■ 遺伝子損傷の指標となる % DNA in tail ($\rho=0.596$, $p<0.001$) 及び Olive tail moment ($\rho=0.568$, $p<0.001$) と累積ばく露時間の間にスピアマンの順位相関により、有意な相関が見られた。一方、BMI、喫煙、年齢とは有意な相関はみられなかった。なお、多変量解析は行っていない。	■ 経路：吸入、経皮 ■ 時間：オペレーターと保守作業員の最低ばく露年数 2 年、累積ばく露 10,000 時間以上（オペレーター 25/50 人、保守 24/61 人）、10,000 時間未満（オペレーター 25/50 人、保守 37/61 人）	■ 物質：コピー機のトナーカートリッジに含まれるカーボンブラック ■ 濃度：市販トナー 4 種のカーボン含有量 (51.15、52.34、53.65、58.21%)	■ コピー機のオペレーション及び保守に従事してばく露。 ■ オペレーターは、コピー機から出る放出物、保守作業員はトナー自体へのばく露が多い。保守作業には、修理、クリーニング、カートリッジの交換等がある。 ■ トナー粒子は 2-10 μm、コピー機からの放出物はこれよりさらに微小の大きさと考えられ、作業現場はこれらを含む PM_{10} や $\text{PM}_{2.5}$ のレベルが非常に高かった。	Kasi V et al. 2018

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
2	横断調査	- カーボンブラックへの職業ばく露と呼吸器疾患及び肺機能障害との関係を調べるために、イランのゴム製造工場の勤務者 141 人（ばく露群 72 人、対照群 69 人）を対象に、アンケート調査、肺機能検査、及び職場の粉じん環境測定を行った。 - 解析には、カイ二乗検定を行い、またカーボンブラックは説明因子として残し、年齢、体重、身長、喫煙、教育、結婚歴について the elimination method を用いて調整したロジスティック回帰分析、多変量回帰分析を用いた。	- ばく露群は対照群と比べ、呼吸器症状の有病率（%）が有意に高かった（咳：23.6 vs 1.44、痰：41.66 vs 5.79、喀痰を伴う咳：25 vs 2.89、喘鳴：25 vs 1.44、呼吸困難：31.9 vs 0、全て $p=0.0001$）。 - 二変量ロジスティック回帰モデル（目的変数は症状の有無）によると、カーボンブラックへのばく露と喘鳴($OR 27.49$、$p=0.002$)、湿咳($OR 9.565$、$p=0.004$)、咳($OR 17.22$、$p<0.007$)、痰($OR 11.607$、$p=0.0001$)との間には有意な関連があった。 - 多変量回帰分析によると、ばく露群の肺機能パラメーターに以下の有意な負の関連が見られた。 $VC: -8.868$、$p=0.0001$ $FVC: -9.037$、$p=0.0001$ $FEV1: -8.952$、$p=0.0001$ $FEV1/FVC: -4.129$、$p<0.031$	- 経路：吸入、経皮 - 時間：平均勤務年数：ばく露群 9.04 ± 4.93 年、対照群 10.41 ± 8.2 年	- 物質：カーボンブラック - 濃度：吸入域粉じん 6.2 ± 1.7 mg/m^3、吸入可能粉じん 2.3 ± 0.29 mg/m^3	- ゴム製造工場に勤務してばく露。カーボンブラックへのばく露がある工程は、カーボンブラック貯蔵庫、積み込み、バンバリーの3つである。 - バンバリー上部にある貯留庫からのコンベイヤーを介したカーボンブラックの積み込み現場はセミオープンの状態でありひどく汚染されていた。また、換気システムもなく、清掃管理も乏しく、勤務者はマスク等の防護具を付けていなかった。	Neghab M et al. 2011

6.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

6.4.1 国外機関

表 6.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Carbon black
	評価・ばく露限界値等	2B（ヒトに対して発がん性を示す可能性がある）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	CARBON BLACK
	評価・ばく露限界値等	TLV: (inhalable fraction): 3mg/m ³ as TWA; A3 (動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質)
DFG	評価物質名称	CARBON BLACK
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction): 発がん性カテゴリー: 3B

6.4.2 国内機関

表 6.4-2 日本産業衛生学会によるカーボンブラックの許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度 ³⁴		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
カーボンブラック [1333-86-4]	—	1(吸入性粉塵) 4(総粉塵)	—	2B	—	—	—	'80,'91

³⁴ 許容濃度は1980年、発がん性は1991年に提案されている。カーボンブラックは表 I-3 の第2種粉塵に該当。許容濃度として「吸入性粉塵:1mg/m³」と「総粉塵:4mg/m³」の2種類が記載されている。参照:「許容濃度等の勧告(2018年度)」産業衛生学雑誌 2018; 60(5): 116-148. <https://www.sanci.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>

表 6.4-3 カーボンブラックの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			カーボンブラック	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	—	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	—	
4		呼吸器感作性	×	
		皮膚感作性		
5		生殖細胞変異原性	×	
6		発がん性	区分 2	
7		生殖毒性	×	
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	×	
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（呼吸器）	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

7. 銀及びその水溶性化合物

7.1 物質の性状

労働安全衛生法において、銀及びその水溶性化合物に分類されている化学物質は以下のとおりである³⁵。

- ・ 銀
- ・ 硝酸銀（Ⅰ）
- ・ フッ化銀
- ・ ジシアノ銀酸カリウム
- ・ 酢酸銀（Ⅰ）
- ・ 塩素酸銀（Ⅰ）
- ・ 過塩素酸銀（Ⅰ）
- ・ スルファミン酸銀（Ⅰ）
- ・ ジシアノ銀酸タリウム
- ・ フッ化ジアンミン銀（Ⅰ）
- ・ 銀化合物

これらのうち、本調査の目的に資する文献がある以下 2 物質を対象に整理を実施した。

- ・ 銀
- ・ 硝酸銀（Ⅰ）

銀は、常温で白色の展延性に富む金属であり、オゾン、硫化水素又は硫黄にばく露されると黒ずむ。アセチレンとの混合で生じる銀アセチリド（アセチレン化銀）は衝撃に敏感である。希硝酸や濃硫酸などの酸と容易に反応して水素を発生させ、火災の危険をもたらす。濃過酸化水素溶液と接触すると激しく分解し酸素ガスが生じる。また、アンモニアと接触した状態で乾燥すると爆発性化合物を生成することがある^{36, 37}。

硝酸銀（Ⅰ）は、無臭であり無色又は白色の結晶である。加熱により分解し、窒素酸化物などの有毒なフェームを生じる。強酸化剤であり可燃性物質や還元性物質と激しく反応する。アセチレン、アルカリ、ハロゲン化物などの混触危険物及び他の多くの化合物と反応し、火災や爆発の危険を生じる。また、ある種のプラスチック、ゴム及び被覆剤を侵食する³⁸。

³⁵ 労働安全衛生法 別表第 9 の 137：名称等を表示し、又は通知すべき危険物質及び有害物に分類されている。NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/cmpInfLst?_e_trans=&slIdxNm=144&slScNm=RJ_04_021&slScCtNm=0&slScRgNm=-<CatFl=&slMdDplt=1<PgCt=100&stMd=) (2020 年 2 月閲覧)

³⁶ ILO (1997) International Chemical Safety Card SILVER

(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0810&p_version=2)

³⁷ 環境省 (2018) 化学物質の環境リスク初期評価 (<http://www.env.go.jp/chemi/report/risk30-01/1-2-2-03.pdf>)

³⁸ ILO (1998) International Chemical Safety Card SILVER NITRATE

(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1116&p_version=2)

表 7.1-1 銀の物理化学的特性³⁶

分子量：107.9	比重：10.5	融点：962℃	沸点：2,212℃
CAS No：7440-22-4	溶解性（対水溶解度）：不溶		

表 7.1-2 硝酸銀（I）の物理化学的特性^{38, 39}

分子量：169.89	比重：4.328	融点：212℃	沸点：444℃（分解）
CAS No：7761-88-8	溶解性（対水溶解度）：1,220g/L		

7.2 利用状況・規制等

銀は、写真感光用硝酸銀原料、電気接点材料・メッキ用極板・貨幣・装飾品・農薬（殺菌剤）の原料などに利用されている^{40,41}。銀にばく露される可能性がある職業として、銀化合物製造工場の作業者が挙げられる⁴²。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

硝酸銀（I）は、銀塩原料、写真感光材料・写真製版原料、電気通信機等接点用、試薬、医薬、触媒などに利用されている^{43,44}。ATSDR のリスク評価書（1990）⁴⁵では、ばく露される可能性がある産業として、写真に硝酸銀や酸化銀などの銀化学物質を用いた場合や、銀含有鉱石の製錬及び精製などの作業を挙げている。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

7.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関しては海外の文献 6 件をリストアップした。このうち、銀コロイド製品の健康障害事例が含まれていた。

銀の摂取による眼障害は従来から報告されており^{46,47}、筋力低下、多発神経障害についても、非経口投与（人工関節からのばく露等）において筋肉やニューロンに蓄積することが示唆されている^{48, 49}。銀コロイド製品の健康障害を報告した重要な症例である。これらの文献レビューサマリーは表 7.3-1 に示すとおりである。

³⁹ 化学物質評価研究機構（2002）既存化学物質安全性（ハザード）評価シート

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_02_011/2001-57.pdf)

⁴⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_7440-22-4.html) (2019 年 10 月閲覧)

⁴¹ 国内で使用できる農薬として登録されている (<http://www.acis.famic.go.jp/search/vtllg303.do>) (2020 年 1 月閲覧)

⁴² 日本産業衛生学会（1991）許容濃度の提案理由書

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_04_002/OEL_7440224.pdf)

⁴³ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_7761-88-8.html) (2019 年 10 月閲覧)

⁴⁴ Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/medicus-bin/japic_med?japic_code=00068142)

⁴⁵ ATSDR (1990) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR SILVER (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp146.pdf>)

⁴⁶ Cohen SY et al.(1993) The dark choroid in systemic argyrosis. Retina. 13(4):312–316.

⁴⁷ Spencer WH et al. (1980) Endogenous and exogenous ocular and systemic silver deposition. Trans Ophthalmol Soc U K. 100 (Pt 1):171–178.

⁴⁸ Fung MC, Bowen DL.(1996) Silver products for medical indications: risk-benefit assessment. J Toxicol Clin Toxicol. 34(1):119–26.

⁴⁹ Wadhera A, Fung M. (2005) Systemic argyria associated with ingestion of colloidal silver. Dermatol Online J. 11(1):12.

表 7.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	- 皮膚の疾病等 - 神経系の疾病等	74 歳女性 - 熱と情緒不安定を主訴に来院。診察時のバイタルは正常。左肋骨脊柱角に圧痛あり。顔と爪にびまん性の青灰色の斑点が見られた。急性腎盂腎炎と診断され処方薬あり。神経学的検査で、上肢及び下肢の運動能力はグレード IV 及び III であった。 - 顔の変色は 2 年前、筋力低下は 1 年前より発症していた。2 か月前には、別の病院で炎症性ミオパチーと診断されステロイド療法を開始。 - 額と鼻の色素沈着領域からの皮膚生検の組織病理学的結果から、直径 1.0μm 未満の汗腺上皮の基底膜の褐色黒色顆粒の存在が明らかになり、銀皮症の所見であった。炎症反応のない筋原線維の組織化を伴う著しく変性した筋線維があったため、炎症性ミオパチーではなく、不特定ミオパチーと考えられた。 - 筋障害と多発神経障害を伴う全身性銀皮症と診断された。	- 経路：経口 - 時間：約 12 か月	- 物質：可溶性銀ナノ粒子（銀電極を使用した電気分解により、1 サイクルで 5ppm のコロイド銀水を生成するコロイド銀ジェネレーターを使用） - 濃度：5ppm（推定 4-6mg/日）	初診 5 年前に約 12 か月の間、1 日約 0.8-1.2L の銀コロイド溶液（可溶性銀ナノ粒子）を健康増進目的で飲んでばく露。	Jung I et al. 2017
2	皮膚の疾病等	62 歳男性 - 慢性的な心不全、心房細動、及び下肢の皮膚潰瘍を合併した慢性リンパ浮腫の既往歴があり、下肢の腫れの悪化を主訴に来院。バイタル正常だが全身の皮膚が青灰色に変色していた。 - 皮膚生検で汗腺の基底膜に帯状に堆積した細かい黒褐色の顆粒が見られた。これは銀皮症の典型的な所見であった。	- 経路：経皮、経口 - 時間：数年	- 物質：銀含有クリーム、コロイド状銀 - 濃度：不明	銀含有クリームを数年間潰瘍に塗って経皮ばく露。また、コロイド状銀を数年間飲んで経口ばく露。	Rodriguez V et al. 2017
3	皮膚の疾病等	62 歳男性 - 日光にさらされた頭部、頸部、胸部、手足及び結膜、涙丘、半月と爪床の近位半分の爪に影響を及ぼす播種性皮膚炎を呈した状態で来院。症状は無症候性で 5 年継続。前の病院では、アジソン病、その後多血症との診断。 - 硝酸銀の摂取歴があることから、切開を伴う生検を実施。電子顕微鏡検査によって銀皮症と確定。 - 患者は、日焼け止めの使用を勧められ、硝酸銀を止めるよう言われた。	- 経路：経口 - 時間：5 年	- 物質：硝酸銀 - 濃度：不明	体内微生物を殺す目的で、1 週間に 1 ボトルの硝酸銀を飲んでばく露。	Molina-Hernandez AI et al. 2015

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
4	■皮膚の疾病等	■57歳女性 ■鼻詰まりと左難聴で来院。鼻粘膜の顕著な充血とうっ血、明確な鼻漏、及び左中耳炎あり。1年前から6か月間、銀含有点鼻薬を使用。 ■上部気道消化管の柔軟な光ファイバー検査の結果、下鼻甲介の両側性厚大及び鼻咽頭部の蓋部及び後壁部の青灰色の不均一な変色が観察された。検体分析の結果、微小な散乱黒茶色粒子の上皮下沈着が見られ、銀皮症の可能性が高いと診断された。	■経路：経鼻 ■時間：6か月	■物質：コロイド状銀タンパク質含有点鼻薬（コロイド状銀タンパク質 1g +エフェドリン 0.9g) ■濃度：不明	■銀含有点鼻薬を使用してばく露。	Raimondo L et al. 2014
5	■眼・付属器の疾患	■86歳白人男性 ■過去2年間銀皮症の既往があり、視力低下、両眼の夜盲症を主訴に来院。診断時、皮膚及び爪、特に顔、眼窩周囲、前腕の灰青色が顕著であった。 ■硝酸銀の飲用歴と銀皮症既往歴から、眼性銀皮症と診断。 ■眼瞼及び眼球結膜、主涙腺の眼瞼部が紫青色を呈しており、またフルオレセイン蛍光眼底（血管）造影では、両眼において造影後期に完全に暗褐色の脈絡膜による脈絡膜閉塞を示した。	■経路：経口 ■時間：13年間	■物質：硝酸銀 ■濃度：不明	■硝酸銀を殺菌剤として用いた水を最低13年間摂取しばく露。	Stafeeva K et al. 2012
6	■呼吸器系の疾病等	■15歳女性 ■15mLの硝酸銀溶液を摂取後、喉と鼻孔に耐え難いほどの灼熱感を感じ、嘔吐。その中には、水、粘液、食べ物が見られた。腹痛、嚥下障害、よだれ、呼吸困難や頭痛はなし。 ■診察時、出血やびらんのない口腔粘膜及び頬粘膜の白色膜が見られたが、その他の異常はなし。病棟で24時間静脈内輸血を受け、処方なしで退院。	■経路：経口 ■時間：不明	■物質：硝酸銀溶液 15mL ■濃度：不明	■自殺目的で硝酸銀溶液を摂取しばく露。	Teran CG et al. 2011

7.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

7.4.1 国外機関

表 7.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等：銀

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	Silver
	評価・ばく露限界値等	D（ヒト発がん性が分類できない物質）
EU	評価物質名称	SILVER
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 0.1mg/m ³ as TWA
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	SILVER
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.1mg/m ³ as TWA
DFG	評価物質名称	SILVER
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction): 0.1mg/m ³ ; ピークばく露限度カテゴリー: II(8), 妊娠中のリスクグループ: D

表 7.4-2 各機関による評価・ばく露限界値等：硝酸銀（Ⅰ）

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	SILVER NITRATE
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: (Ag として): 0.01mg/m ³ (TWA)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	SILVER NITRATE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.01mg/m ³ as TWA
DFG	評価物質名称	SILVER NITRATE
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction): 0.01mg/m ³ ピークばく露限度カテゴリー: I(2), 妊娠中のリスクグループ: D

7.4.2 国内機関

表 7.4-3 日本産業衛生学会による銀及びその水溶性化合物の許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【銀及び銀化合物 (Ag として)】 [7440-22-4]	—	0.01	—	—	—	—	—	'91
【硝酸銀(I)】 ⁵⁰ [7761-88-8]	—	—	—	—	—	—	—	—

表 7.4-4 銀の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【銀】	2019 年現在分類されていない
1	急性 毒性	経口	—	
		経皮	—	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2B	
4		呼吸器感作性	×	
		皮膚感作性	区分 1	
5		生殖細胞変異原性	×	
6		発がん性	×	
7		生殖毒性	×	
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（呼吸器系）	
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（眼）、 区分 1（吸入：呼吸器）	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	—	

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

⁵⁰ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 7.4-5 硝酸銀（Ⅰ）の（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【硝酸銀(Ⅰ)】	【Silver nitrate】
1	急性 毒性	経口	区分 4	—
		経皮	×	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 1	1B
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 1	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		×	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（気道刺激性）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（呼吸器）	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/16

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

8. 酢酸

8.1 物質の性状

酢酸は、刺激臭のある無色の液体である。弱酸であり強酸化剤と激しく反応し、火災や爆発の危険をもたらす。強塩基、強酸及びその他の化合物とも激しく反応する。また、ある種のプラスチック、ゴム、被覆剤を侵す。39℃以上では、蒸気/空気の爆発性混合気体を生じることがある^{51, 52}。

表 8.1-1 酢酸の物理化学的特性⁵¹

分子量：60.1	比重：1.05	融点：16.7℃	沸点：118℃
CAS No：64-19-7	溶解性（対水溶解度）：混和		

8.2 利用状況・規制等

酢酸は、各種製造用原料（酢酸ビニル、酢酸エステル、無水酢酸、アセトン、食品調味料、医薬品⁵³等）、染色酸、食用、溶媒などに利用されている。エステルとして各種溶剤、香料に使用され、酢酸ビニルモノマー、モノクロロ酢酸、無水酢酸、セルロースアセタート、テレフタル酸などの原料である^{52,54}。石油化学工場の従業員が事故により本物質にばく露されたという報告がある⁵²。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

8.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関して海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 8.3-1 に示すとおりである。

⁵¹ ILO (2010) International Chemical Safety Card ACETIC ACID
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0363&p_version=2)

⁵² 厚生労働省 (2010) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/64-19-7.html>)

⁵³ Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/dbget-bin/www_bget?dr_ja:D00010) (2020 年 2 月閲覧)

⁵⁴ 国内では、指定添加物リスト（規則別表第 1）に定められている。
(<https://www.ffcr.or.jp/webupload/d909191716ab80700dcfe5f36f703a136390b0ec.pdf>)(2020 年 1 月閲覧)

表 8.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	皮膚の疾病等	症例 1 59 歳女性 - 陰部病変切除の手術時に誤って、4%の代わりに 80%の酢酸を該当部に注がれる。強烈な酢酸の匂いがして、手術は中止され、すぐに 4L の生理食塩水を使用して灌流し、0.25%のプリバカインとエピネフリン 1：200,000 を注射し、スルファジアジン銀クリームを塗布。 - 患者は、小陰唇及び大陰唇、会陰部、直腸、及び腰椎背部の仙骨にまで及ぶ第 2 度の化学熱傷を被った。その後の治療として、局所リドカイン、トリプル抗生物質クリーム、及び経口アヘン鎮痛薬と抗生物質が処方された。 症例 2 50 歳男性 - 留置カテーテル内に粒子状物質が蓄積するという問題が起こり、来院。カテーテル内洗浄時に誤って、0.25%の代わりに 25%の酢酸を使用される。尿道と膀胱に重度の火傷が生じ、患者の陰茎の周りのカテーテルは溶けた。入院治療を必要とし、その後、ペニスと膀胱の灼熱感を慢性的に訴えた。	- 症例 1、2 - 経路：経皮 - 時間：酢酸を注がれて、直後手当てを受けるまで	症例 1 - 物質：酢酸 - 濃度：80% 症例 2 - 物質：酢酸 - 濃度：25%	手術時の誤った濃度の酢酸使用によりばく露。	Doles W et al. 2015

8.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

8.4.1 国外機関

表 8.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	ACETIC ACID
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 25mg/m ³ , 10ppm as TWA; 50mg/m ³ , 20ppm as STEL
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ACETIC ACID
	評価・ばく露限界値等	TLV: 10ppm as TWA; 15ppm as STEL
DFG	評価物質名称	ACETIC ACID
	評価・ばく露限界値等	MAK: 25mg/m ³ , 10ppm; ピークばく露限度カテゴリー: I(2) 妊娠中のリスクグループ: C

8.4.2 国内機関

表 8.4-2 日本産業衛生学会による酢酸の許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
酢酸 [64-19-7]	10	25	—	—	—	—	—	'78

表 8.4-3 酢酸の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【酢酸】	【Acetic acid】
1	急性毒性	経口	—	—
		経皮	区分 4	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 1	1A
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 1	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		×	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（血液、呼吸器系）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		×	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施日：H21 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/31

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

9. 2-シアノアクリル酸エチル

9.1 物質の性状

2-シアノアクリル酸エチルは、無色透明の液体で強い刺激性の臭気を有する。水と容易に反応し、固体ポリマーを形成する。メチルエチルケトン、トルエン、N,N,-ジメチルホルムアミド、アセトン、ニトロメタンに可溶である。またアルコール、アミンあるいは水との接触でポリマーを形成する。ホルムアルデヒドは分解産物のひとつであり、熱分解産物にシアン化水素、炭素や窒素の酸化物もある⁵⁵。

表 9.1-1 2-シアノアクリル酸エチルの物理化学的特性^{56, 57}

分子量：125	比重：1.04	融点：-20~25℃	沸点：54~56℃
CAS No：7085-85-0	溶解性（対水溶解度）：3,210mg/L		

9.2 利用状況・規制等

本物質は、主に反応性アクリル樹脂系接着剤に利用されている⁵⁸。本物質の製造過程では、接着剤の飛沫や汚染された物質への接触による皮膚ばく露の可能性がある。WHO の評価文書（2007）⁵⁵によると、英国の製造企業における製造時や小分け作業でのばく露が報告されている。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。毒物及び劇物取締法では、有機シアン化合物から除かれるものと定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

9.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する国内の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 9.3-1 に示すとおりである。

⁵⁵ WHO (2005) Concise International Chemical Assessment Document 36 METHYL CYANOACRYLATE AND ETHYL CYANOACRYLATE (<http://www.nihs.go.jp/hse/cicad/full/no36/full36.pdf>)

⁵⁶ ILO (2001) International Chemical Safety Card ETHYL 2-CYANOACRYLATE (https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1358&p_version=2)

⁵⁷ 厚生労働省 (2016) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/7085-85-0.html>)

⁵⁸ Chemical book α-シアノアクリル酸エチル (https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_JP_CB9471890.htm) (2019 年 10 月閲覧)

表 9.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 眼・付属器の疾患	■ 35 歳女性 ■ 1 年前よりサロンでまつげエクステンションの施術を受ける。1 か月前、施術後に両眼瞼の腫脹が出現したが数日で軽快。2 週間前、左上眼瞼に掻痒を伴う紅斑腫脹が出現。眼科処方薬にて改善。 ■ クローズドパッチテストの結果、まつげエクステンションの接着剤の主成分である 2-シアノアクリル酸エチルに陽性。同物質による接触皮膚炎と診断された。	■ 経路：経皮 ■ 時間：1 年	■ 物質：2-シアノアクリル酸エチル ■ 濃度：不明	■ まつげエクステンションの接着剤によりばく露。	上田 幸子ら 2017

9.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

9.4.1 国外機関

表 9.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ETHYL 2-CYANOACRYLATE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.2ppm as TWA; 1ppm as STEL; (皮膚感作物質); (呼吸器感作性)
DFG	評価物質名称	ETHYL 2-CYANOACRYLATE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 120mg/m ³ , 20ppm; ピークばく露限度カテゴリー: II(2) 皮膚吸収 (H); 妊娠中のリスクグループ: C

9.4.2 国内機関

表 9.4-2 日本産業衛生学会による 2-シアノアクリル酸エチルの許容濃度⁵⁹

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【2-シアノアクリル酸 エチル】 [7085-85-0]	—	—	—	—	—	—	—	—

⁵⁹ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 9.4-3 2-シアノアクリル酸エチルの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【2-シアノアクリル酸エチル】	【Ethyl 2-cyanoacrylate】
1	急性毒性	経口	—	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2	2
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	2
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	×	—
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 3（気道刺激性）	3 (respiratory)
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	×	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

10. 2, 4-ジクロロフェノキシ酢酸

10.1 物質の性状

2,4-ジクロロフェノキシ酢酸は、無色の結晶又は白色の粉末である。加熱により分解され、塩化水素などの有毒な蒸気を生じる。強酸化剤と反応し、火災や爆発の危険を生じる。ある種の被覆剤及び金属類を侵す⁶⁰。

表 10.1-1 2,4-ジクロロフェノキシ酢酸の物理化学的特性⁶⁰

分子量：221.04	比重：0.7～0.8	融点：140℃	沸点：常圧では存在しない
CAS No：94-75-7	溶解性（対水溶解度）：0.31g/L		

10.2 利用状況・規制等

本物質は、主に農薬（除草剤）として利用されている^{61,62}。本物質にばく露される可能性がある職業として農業従事者が挙げられる⁶³。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

10.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告（参考）に関して海外の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 10.3-1 に示すとおりである。

⁶⁰ ILO (2005) International Chemical Safety Card 2,4-D
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0033&p_version=2)

⁶¹ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_94-75-7.html) (2019 年 10 月閲覧)

⁶² 国内で使用できる農薬として登録されている。(<http://www.acis.famic.go.jp/search/vtllg303.do>) (2020 年 1 月閲覧)

⁶³ 環境省 (2006) 化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h18-12/pdf/chpt2/2-2-2-21.pdf>)

表 10.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	コホート研究	- 農薬への胎内ばく露と乳児の縞視力及び聴性脳幹反応の関係を調べるために、2008-2011年に中国阜陽市で妊娠37-42週だった女性232人から生まれた232人の子供を対象に、臍帯血の農薬濃度、及び6週間、9か月、18か月時の視覚、聴覚検査を行った。 - 解析には、性別、検査時の年齢、鉄欠乏状態、出生時体重、頭囲、年収について調整した線形混合モデルを用いた。	- 子供232人のうち、63人（27.2%）の臍帯血から2,4-ジクロロフェノキシ酢酸が検出された。63人の中央値で高ばく露群、低ばく露群に区分した。 - 高ばく露群である2,4-ジクロロフェノキシ酢酸>1.17ng/mLの臍帯血レベルの乳児は、生後6週間の時点で、ばく露なしの乳児に比べて、聴覚試験として行ったV波潜時が0.12ms (95%CI:0.03-0.22)、Central conduction timeが0.15ms (95%CI:0.05-0.25)遅かった(p=0.003)。 - 臍帯血中には、9種の除草剤と13種の殺菌剤が検出されたが、2,4-ジクロロフェノキシ酢酸以外の物質と、聴覚、視覚検査の間には有意差が見られなかった。 - 縞視力の検査では有意差はみられなかった。	- 経路：胎内ばく露 - 時間：不明	- 物質：2,4-ジクロロフェノキシ酢酸 - 濃度：臍帯血中濃度（全体中央値<LOD、75パーセンタイル0.57ng/mL、90パーセンタイル1.35ng/mL、95パーセンタイル2.00ng/mL、99パーセンタイル4.63ng/mL、最大値58.24ng/mL）	農薬使用が多い地域に住む母親の胎内にてばく露。	Silver MK et al 2019
2	コホート研究	退役軍人の死亡率及びがん罹患率の調査を目的として、1964～1972年にベトナム戦争に従軍したニュージーランドの退役軍人3,322人（男性3,361人、女性33人）を対象に、2008年までフォローアップを行い標準化死亡比（SMRs）及びがん罹患率（SIRs）を計算した。	退役軍人における全がん死亡比は有意に低下した(SMR0.85 (95%CI:0.77-0.94))が、頭頸部がん(SMR2.20 (95%CI:1.09-3.93))、口腔、咽頭、喉頭がん(SMR2.13 (95%CI:1.06-3.81))による死亡リスク、また慢性リンパ性白血病の罹患率(SIR1.91 (95%CI:1.04-3.20))は有意に増加した。米国科学アカデミーの枯葉剤による健康被害評価では、慢性リンパ性白血病が「十分な証拠がある」、喉頭がんが「可能性がある」病名リストに含まれている。	- 経路：経皮 - 時間：不明	- 物質：2,4-ジクロロフェノキシ酢酸を主成分とする枯葉剤 - 濃度：不明	枯葉剤が使用されたベトナム戦争に従軍してばく露。	McBride D et al 2013

10.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

10.4.1 国外機関

表 10.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) (See also Chlorophenoxy herbicides)
	評価・ばく露限界値等	2B (ヒトに対して発がん性を示す可能性がある)
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	2,4-D
	評価・ばく露限界値等	TLV: (inhalable fraction): 10mg/m ³ as TWA; A4(人における発がん性が分類できていない物質)
DFG	評価物質名称	2,4-D
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction): 2mg/m ³ ; ピークばく露限度カテゴリー: II(2); 皮膚吸収 (H); 妊娠中のリスクグループ: C

10.4.2 国内機関

表 10.4-2 日本産業衛生学会による 2,4-ジクロロフェノキシ酢酸の許容濃度⁶⁴

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【2,4- ジクロロフェノキシ 酢酸 (2,4-D)】 [94-75-7]	—	2	皮	—	—	—	2	'19

⁶⁴ 暫定値である。

表 10.4-3 2,4-ジクロロフェノキシ酢酸の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）⁶⁵

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【2,4-ジクロロフェノキシ酢酸】	【2,4-D】
1	急性毒性	経口	区分 4	4*
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		—	—
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2A	1
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		—	1
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		区分 2	—
7	生殖毒性		区分 2	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（神経系）、区分 3（麻酔作用）	3(respiratory)
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（神経系、血液系、肝臓、腎臓）	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H28 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/4

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

⁶⁵ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

11. 2, 4 - ジニトロトルエン

11.1 物質の性状

2,4-ジニトロトルエンは、特徴的な臭気を持つ黄色の結晶性粉末である。通常の条件では安定だが、高温の表面、火花又は裸火により発火する。加熱すると分解し、空気がない場合においても窒素酸化物を含む有毒で腐食性のヒュームを生じる。粉末や顆粒状で空気と混合すると、粉じん爆発の可能性がある⁶⁶。

表 11.1-1 2,4-ジニトロトルエンの物理化学的特性⁶⁶

分子量：182.1	比重：1.52	融点：71℃	沸点：-
CAS No：121-14-2	溶解性（対水溶解度）：非常に溶けにくい		

11.2 利用状況・規制等

本物質は、有機合成原料（トルエンジアミン、火薬の中間体、染料）などに利用されている⁶⁷。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

11.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 11.3-1 に示すとおりである。

⁶⁶ 厚生労働省（2006）職場のあんぜんサイト（<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/0033.html>）

⁶⁷ NITE 化学物質総合情報提供システム（https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_121-14-2.html）（2019 年 10 月閲覧）

表 11.3-1 疫学研究報告

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	後ろ向きコホート研究	ジニトロトルエンとそのばく露との関連が示唆される腎臓及び膀胱がんの関係を調査するために、旧東ドイツ銅鉱山に 1953-1990 年に勤務した男性 16,441 人（1920-1974 年生まれ）。職歴のデータ収集は腎臓がん・膀胱がん症例及び無作為に抽出した 999 名のサブコホートのみに限った。999 名は、フォローアップ終了時、平均 54（範囲：14.8~85.8）歳を 1961-2005 年までフォローアップし、がんの標準化罹患比（SIR）を調査した。SIR は、部位別及びばく露年数別にも解析した。	腎臓がん(74 人、SIR1.01 (95%CI:0.79-1.27))及び膀胱がん(88 人、SIR1.04 (95%CI:0.82-1.30))では、有意な増加は見られなかった。しかし肺がんへの罹患比は有意に増加した(SIR1.29 (95%CI:1.13-1.46))。この理由について、銅鉱山作業中におけるシリカや多環芳香族炭化水素といった肺がんの発がん性物質へのばく露の可能性を考察している。	- 経路：吸入 - 時間：サブコホートの平均勤務年数 6.8 年（範囲：0.2-46.0）。平均雇用開始年は 1962 年。平均退職年は 1982 年。	- 物質：ジニトロトルエン - 濃度：不明	旧東ドイツ、ザクセン＝アンハルト州、マンスフェルトの銅鉱山に勤務してばく露。銅鉱山では、30%t-DNT を含む爆発ロッドを使用していた。地上、地下、縦坑での作業があった。	Seidler A et al. 2014

11.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

11.4.1 国外機関

表 11.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	2,4-Dinitrotoluene
	評価・ばく露限界値等	2B（ヒトに対して発がん性を示す可能性がある）
EPA	評価物質名称	2,4-/2,6-Dinitrotoluene mixture
	評価・ばく露限界値等	B2（動物での十分な証拠に基づいて、おそらくヒト発がん性物質）
EU	評価物質名称	2,4-dinitrotoluene
	評価・ばく露限界値等	1B（ヒトに対しておそらく発がん性がある物質）
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

11.4.2 国内機関

表 11.4-2 日本産業衛生学会による 2,4-ジニトロトルエンの許容濃度⁶⁸

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【2,4-（又は 2,6-）ジ ニトロトルエン】 [121-14-2]	—	—	—	2B	—	—	—	'98

⁶⁸ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 11.4-3 2,4-ジニトロトルエンのGHS分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）⁶⁹

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【2, 4-ジニトロトルエン】	【2,4-dinitrotoluene】
1	急性毒性	経口	区分 4	3*
		経皮	×	3*
		吸入：ガス	—	3*
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 3	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		—	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		区分 2	2
6	発がん性		区分 2	1B
7	生殖毒性		区分 2	2
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		×	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（肝臓、血液、神経系、精巣）	2*
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/6

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

⁶⁹ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

12. すず及びその化合物

12.1 物質の性状

労働安全衛生法において、すず及びその化合物に分類されている化学物質⁷⁰のうち、本調査の目的に資する文献がある以下の4物質を対象に整理を実施した。

- ・ スズ
- ・ 塩化スズ(II)
- ・ 塩化スズ(IV)
- ・ フッ化スズ(II)

スズは、銀白色の光沢のある柔らかな非常に延びる展性を持つ無臭の金属である。常温・空气中で安定である。酸素との親和力は小さく、常温の乾燥した空气中で変色しない。200℃以下では酸化しないが、それ以上では表面に SnO_2 被膜を生じる。強酸化剤、酸類、強塩基類、ハロゲン、硫黄等と反応し、ハロゲンとは急激に反応してハロゲン化スズを生成する。アルカリ類との反応は低温においては徐々に、高温では急速に進む⁷¹。

塩化スズ(II)は、無色又は白色の結晶である。加熱すると分解し、有害で腐食性の気体を生じる。強力な還元剤であり、酸化剤（硝酸塩、過酸化化物、塩基など）と反応する⁷²。また、水、メタノール、エタノール、酢酸などに可溶である。

塩化スズ(IV)は、無色又はわずかに黄色の発煙性の液体である。刺激臭があり、蒸気は空気より重く、水や湿気と激しく反応し、腐食性の塩酸を生成する。テレピン油、アルコール及びアミンと反応し、火災や爆発の危険をもたらす。その他多くの金属、ある種のプラスチック、ゴム及び被覆剤を侵食する^{73, 74}。

フッ化スズ(II)は、白色の結晶性粉末である。水には溶解するが、エタノール、ジエチルエーテル、クロロホルムには不溶である。酸と反応してフッ化水素を生成し、塩素と激しく反応することから火災の危険を生じる^{75, 76}。

⁷⁰ 労働安全衛生法 別表第9の322：名称等を表示し、又は通知すべき危険物質及び有害物に分類されている。NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/cmpInfLst?_e_trans=&slIdxNm=329&slScNm=RJ_04_021&slScCtNm=0&slScRgNm=-.<CatFl=&slMdDplt=3<PgCt=100&stMd=) (2020年2月閲覧)

⁷¹ 厚生労働省 (2006) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/0815.html>)

⁷² ILO (2004) International Chemical Safety Card TIN (II) CHLORIDE (ANHYDROUS) (https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=en&p_card_id=0955&p_version=2)

⁷³ ILO (2004) International Chemical Safety Card TIN(IV) CHLORIDE (ANHYDROUS) (https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0953&p_version=2)

⁷⁴ 厚生労働省 (2015) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/7646-78-8.html>)

⁷⁵ ILO (2004) International Chemical Safety Card TIN (II) FLUORIDE (https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0860&p_version=2)

⁷⁶ 厚生労働省 (2015) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/7783-47-3.html>)

表 12.1-1 スズの物理化学的特性⁷¹

分子量：118.7	比重：7.2	融点：231.9℃	沸点：2,260℃
CAS No：7440-31-5	溶解性（対水溶解度）：不溶		

表 12.1-2 塩化スズ(II)の物理化学的特性^{72, 77}

分子量：189.6	比重：密度：3.95g/cm ³	融点：246℃	沸点：652℃（分解）
CAS No：7772-99-8	溶解性（対水溶解度）：900g/L		

表 12.1-3 塩化スズ(IV)の物理化学的特性^{73, 74}

分子量：260.5	比重：2.26	融点：-33℃	沸点：114℃
CAS No：7646-78-8	溶解性（対水溶解度）：反応する		

表 12.1-4 フッ化スズ(II)の物理化学的特性⁷⁵

分子量：156.7	比重：密度：4.57g/cm ³	融点：213℃	沸点：850℃
CAS No：7783-47-3	溶解性（対水溶解度）：300g/L		

12.2 利用状況・規制等

【スズ】

合金（青銅、はんだ、活字合金）、スズ塩類の製造原料、還元剤スズ箔、チューブ用、メッキ、スズ引き鋼板メッキなどに利用されている⁷¹。WHO の評価文書（2005）⁷⁸によると、銅合金産業（手作業による軟鋼の金属アーク溶接及びステンレススチール高純度ニッケルアーク溶接、銀ロウ付けなど）、工芸ガラス工場（竈及び混合機での作業）の労働者における本物質へのばく露が報告されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

【塩化スズ(II)】

本物質は、染料、染色顔料、メッキ、医薬原料⁷⁹、触媒、分析用試薬などに利用されている⁸⁰。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

⁷⁷ 厚生労働省（2015）職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/7772-99-8.html>)

⁷⁸ WHO（2005）Concise International Chemical Assessment Document 65 TIN AND INORGANIC TIN COMPOUNDS (https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad_65_web_version.pdf)

⁷⁹ Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/dbget-bin/www_bget?dr_ja:D08761)

⁸⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_7772-99-8.html)（2019 年 10 月閲覧）

【塩化スズ(IV)】

本物質は、有機スズ化合物原料、絹の媒染・増量剤、触媒、レーキ顔料原料、感光紙添加剤、医薬（パッチテスト試薬）⁸¹などに利用されている⁸²。WHO の評価文書（2005）⁸³によると、スズ鉱石の抽出に伴う作業工程、精錬工程、スズの産業利用、廃棄物焼却の労働者におけるばく露例が報告されている。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。塩化第二スズ、四塩化スズなどの別名がある。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

【フッ化スズ(II)】

本物質は、主に虫歯予防用練り歯磨きに利用されている。酸化スズ(II)と水性フッ化水素酸との反応、あるいは無水又は水フッ化水素酸にスズを溶解させることによって商業的に製造される⁸³。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

12.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関しては、海外の文献 4 件、国内の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 12.3-1 に示すとおりである。

⁸¹ Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/medicus-bin/japic_med_product?id=00045917-013#00045917-013)

⁸² NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_7646-78-8.html) (2019 年 10 月閲覧)

⁸³ WHO (2005) Concise International Chemical Assessment Document 65 TIN AND INORGANIC TIN COMPOUNDS (https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad_65_web_version.pdf)

表 12.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	皮膚の疾病等	30 歳男性 - スズ溶接工場でフルタイムの勤務を開始。掻痒を伴う皮疹が発症。治療には経口抗ヒスタミン、外用コルチコステロイドを用いた。特に仕事が休みの日に症状は改善した。 - 皮疹が 3 週間継続したため来院。単形、対称、紅斑性、1cm 未満のサイズで、部分的に線形配列の苔癬様の丘疹が見られた。 - パッチテストの結果、スズに陽性。高温作業から低温作業に変わり、スズへのばく露が減少した結果、病状は消失した。	- 経路：経皮 - 時間：前年よりスズ溶接工場でシフトワークに従事。フルタイム勤務になって 4 週間後に皮疹出現。	- 物質：スズ含有粉じん及びフェーム - 濃度：不明	- スズ溶接工場勤務してばく露。 - 作業現場は換気が悪く、高温であり、スズ含有粉じんにばく露する状況であった。防護具等の使用もなかった。	Gil F et al. 2019
2	- 皮膚の疾病等 - 眼・付属器の疾患	24 歳男性 - 受診時、額、まぶた、右上肢の皮膚は黒こげ。痛みがあり眼を開けるのが難しく、視界がぼやけるとの訴え。 - 特に左眼では、主に角膜実質の後部及び血管内皮に限定された角膜の浮腫とともに、2 時間以内に（up to 2h）両側性の一時的な周縁部の出血が観察された。また小さな三日月形の上皮欠損が両眼に存在。 - 経口鎮痛剤、ビタミン C、酢酸プレドニゾロン眼軟膏、ホマトロピン、モキシフロキサシン、チモロール、保存剤フリーの潤滑点眼薬を処方。 - 上皮欠損は両眼の角膜のほぼ全体を含むように進行し、2 週間以内に完全な上皮再生が続いた。角膜浮腫は 4 週間にわたって徐々に鎮静し、上皮下及び前部の間質へイズが残った。 6 週間後、2-3h の表面の微細な角膜血管新生が両眼で見られた。	- 経路：経皮 - 時間：不明	- 物質：塩化スズ液体（塩化スズ (II)） - 濃度：不明	化学物質を含むパイプラインが爆発し、塩化スズ液体が両眼に入りばく露。	Jain P et al. 2013

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
3	■皮膚の疾病等	■55歳女性 ■2年前に、アマルガムの詰め物をレジンの詰め物に変える歯科治療を受け、6時間後唇と口が腫れた。緊急室でエピネフリンと静脈内ステロイド投与、プレドニゾロンのコースを完了。数週間後に唇、顔の皮膚炎、及び蕁麻疹が再発し、以後断続的に継続。 ■アレルギー科を受診。パッチテストの96時間後の結果は、1+メチルジプロモグルタロニトリル、1+リドカイン、1+ドデシルガレート、及び1+スズであった。 ■患者の症状は、スズへのアレルギーという可能性がある。スズへのばく露は、スズ含有のアマルガム歯科修復材料、フッ化スズ(II)含有歯磨き粉が考えられる。この歯磨き粉の使用を止めたところ症状は改善し8週間再発はなかった。誤って使用した際に、数時間内に症状が再発した。	■経路：経皮 ■時間：不明	■物質：スズ含有のアマルガム歯科修復材料、フッ化スズ(II)含有歯磨き粉 ■濃度：不明	■スズ含有のアマルガム歯科修復材料、フッ化スズ(II)含有の歯磨き粉を使用してばく露した可能性あり。	Enamandram M et al. 2014
4	■皮膚の疾病等	■50歳女性 ■アトピーがあり、慢性突発性蕁麻疹あり。 ■唇の腫れ、口角炎、アフタ性潰瘍、また肛門周囲の痒み、肘湾曲部、腋窩部、鼠径部の皮膚炎があり来院。パッチテストの結果、患者が使用しているフッ化スズ含有歯磨き粉に強陽性。 ■受診数か月前、スズの溶接にばく露後、顔と湾曲部の皮膚炎が発症。その後歯磨き粉を使用して今回の皮膚炎が発症。スズ、塩化スズ、シュウ酸スズへのパッチテストも強陽性であり、スズが原因の接触皮膚炎と判断。 ■歯磨き粉を変更したところ、再発はない。	■経路：経皮、吸入 ■時間：不明	■物質：スズの溶接、及び、フッ化スズ(II)含有歯磨き粉 ■濃度：通常の製品の濃度、<0.5%	■アート展覧会で作業している時に金属建築物の溶接にばく露し感作が成立。 ■その後フッ化スズ(II)含有歯磨き粉を使用してばく露。	Toma N et al. 2018

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
5	皮膚の疾病等	76 歳男性。慢性湿疹の既往あり。 - 初診 10 日前から右足底に水疱が出現し来院。四肢及び腰臀部に淡紅色から暗赤色の浸潤性の紅斑局面及び丘疹があり。足底の水疱のうちいくつかは血疱を呈していた。 - プレドニゾロンで改善したが、漸減すると再燃。パッチテストの結果、塩化第二スズ、塩化第二鉄、塩化亜鉛に陽性反応を示した。歯科金属による全身性接触皮膚炎を疑い初診 4 か月後から、1 か月かけて歯科金属を全て除去したところ、水疱、湿疹病変は改善した。	- 経路：経皮 - 時間：不明	- 物質：歯科材料に含まれる塩化第二スズ - 濃度：不明	歯科材料として使われていた塩化第二スズにばく露。	坂井 博之ら 2016

12.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

12.4.1 国外機関

表 12.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等：スズ

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	
	評価・ばく露限界値等	
EPA	評価物質名称	
	評価・ばく露限界値等	
EU	評価物質名称	TIN
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 2mg/m ³ as TWA
NTP	評価物質名称	
	評価・ばく露限界値等	
ACGIH	評価物質名称	TIN
	評価・ばく露限界値等	TLV: (Sn として): 2mg/m ³ as TWA
DFG	評価物質名称	
	評価・ばく露限界値等	

表 12.4-2 各機関による評価・ばく露限界値等：塩化スズ(II)

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	TIN (II) CHLORIDE (ANHYDROUS)
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 2mg/m ³ as TWA
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	TIN (II) CHLORIDE (ANHYDROUS)
	評価・ばく露限界値等	TLV: 2mg/m ³ as TWA
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

表 12.4-3 各機関による評価・ばく露限界値等：塩化スズ(IV)

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	TIN(IV) CHLORIDE (ANHYDROUS)
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 2mg/m ³ as TWA
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	TIN(IV) CHLORIDE (ANHYDROUS)
	評価・ばく露限界値等	TLV: 2mg/m ³ as TWA
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

表 12.4-4 各機関による評価・ばく露限界値等：フッ化スズ(II)

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	
	評価・ばく露限界値等	
EPA	評価物質名称	
	評価・ばく露限界値等	
EU	評価物質名称	TIN (II) FLUORIDE
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: (F として): 2.5mg/m ³ as TWA
NTP	評価物質名称	
	評価・ばく露限界値等	
ACGIH	評価物質名称	TIN (II) FLUORIDE
	評価・ばく露限界値等	TLV: (F として): 2.5mg/m ³ as TWA; A4(人における発がん性が分類できていない物質); BEI (生物学的ばく露指標)記載あり
DFG	評価物質名称	TIN (II) FLUORIDE
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction, F として): 1mg/m ³ ピークばく露限度カテゴリー: II(4); 皮膚吸収 (H)

12.4.2 国内機関

表 12.4-5 日本産業衛生学会によるスズ及びその化合物の許容濃度⁸⁴

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【スズ】 [7440-31-5]	—	—	—	—	—	—	—	—
【塩化スズ(II)】 [7772-99-8]	—	—	—	—	—	—	—	—
【塩化スズ(IV)】 [7646-78-8]	—	—	—	—	—	—	—	—
【フッ化スズ(II)】 [7783-47-3]	—	—	—	—	—	—	—	—

⁸⁴ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 12.4-6 スズの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【スズ】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	×	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		×	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		×	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		×	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（肺）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

表 12.4-7 塩化スズ(II)の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【塩化第一スズ】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	区分外	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		×	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		×	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		—	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（気道刺激性）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（肝臓、腎臓）、 区分 2（血液系）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

表 12.4-8 塩化スズ(IV)の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【塩化第二スズ】	【Tin tetrachloride】
1	急性毒性	経口	×	—
		経皮	×	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	区分 2	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 1	1B
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 1	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		×	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（気道刺激性）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（呼吸器）	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/8/8

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

表 12.4-9 フッ化スズ(II)の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【フッ化第一スズ】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	区分 2	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		×	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		×	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（気道刺激性）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		×	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

13. タングステン及びその水溶性化合物

13.1 物質の性状

タングステンは、灰色～白色の引火性の固体である。クロム酸カリウム、過塩素酸カリウムと反応して爆発する危険性を有する。空気に触れると自然発火することがある。酸化剤と反応し火災や爆発の危険を生じる。また強酸と激しく反応する⁸⁵。

表 13.1-1 タングステンの物理化学的特性⁸⁵

分子量：183.8	比重：密度：19.3g/cm ³	融点：3,410℃	沸点：5,900℃
CAS No：7440-33-7	溶解性（対水溶解度）：不溶		

13.2 利用状況・規制等

本物質は、超硬合金・磁鉄鋼・顔料・触媒原料、白熱電球フィラメントなどに利用されている⁸⁶。また、特殊鋼への添加剤や高速度鋼のような鉄系等材料の機能発現用補助材料、砲弾の一部部品材料等としても利用されてきた⁸⁷。ATSDR のリスク評価書（2005）⁸⁸によると、鉍物からのタングステン金属の生産工程や炭化タングステン粉末の調製中にばく露が生じたと報告されており、鉍物の粉砕、混合、研削作業中に物質の粉じんや懸濁液にばく露される可能性が示唆されている。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

13.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告に関して国内の文献 4 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 13.3-1 に示すとおりである。

⁸⁵ ILO (2001) International Chemical Safety Card TUNGSTEN

(powder)(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=en&p_card_id=1404&p_version=2)

⁸⁶ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_7440-33-7.html) (2020 年 2 月閲覧)

⁸⁷ タングステン・モリブデン工業会ホームページ (<http://www.jtmia.com/Others/N1-4-1-1HP.html>) (2019 年 10 月閲覧)

⁸⁸ ATSDR (2005) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR TUNGSTEN (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp186.pdf>)

表 13.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	呼吸器系の疾病等	74 歳男性。身長 165cm、体重 62kg。 - 軽度の乾性咳嗽あり。定期検査の胸部 CT で上葉に微細な粒状網状影、下葉に小葉間間質の肥厚を認め、胸腔鏡下外科的肺生検を実施。 - 左上葉は細気管支炎、胞隔炎と肺胞腔内の非乾酪性類上皮細胞性肉芽腫、下葉は UIP パターンの間質性肺炎を認めた。 - 職場環境調査で、旋盤の切削刃にタングステンが含有されており、切削油からはグラム陰性桿菌が培養された。肺組織の元素分析で下葉の線維化部にタングステンを検出した。 - 本症例は、タングステンによる超硬合金肺に加えて、切削油の吸入が原因の急性過敏性肺炎を合併したと診断した。 - 休職中に、粒状網状影は軽快し、その後は防塵マスクや換気により再燃なし。	- 経路：吸入 - 時間：50 年以上	- 物質：タングステン - 濃度：不明	- 旋盤工として勤務。職場は築 40 年の木造の工場で広さは 8 畳程、特別な換気装置はなく、鉄やステンレスの旋盤を行っていた。 - 受診数週間前から切削油を用いる作業が頻回にあった。マスクは着用せず、室内の喚起にも注意を払っていなかった。	後町杏子ら 2019
2	呼吸器系の疾病等	50 歳女性。身長 152cm、体重 48.8kg - 乾性咳嗽があり、近医でびまん性小粒状影を指摘された。胸腔鏡下肺生検にて細気管支周囲の繊維化、元素分析で炭化タングステンが認められ、超硬合金肺と診断。 - 診断から 1 年半後、職場の配置転換でばく露回避。その後は症状改善、肺活量及び拡散能も改善傾向。	- 経路：吸入 - 時間：42 歳より 8 年間勤務	- 物質：タングステン - 濃度：不明	超硬合金製品を研磨する作業に従事してばく露。防塵マスクの着用なし。	今野哲ら 2017
3	呼吸器系の疾病等	58 歳女性 3 年前より乾性咳嗽があり、鎮咳薬では改善せず来院。胸部 CT で小葉中心性のびまん性粒状影あり。 - 経気管支肺生検の蛍光 X 線分析でタングステンが検出され、超硬合金肺と診断。 - 退職後、ステロイドの投与を開始し、咳嗽は消失。粒状影も改善傾向。	- 経路：吸入 - 時間：15 年間	- 物質：タングステン - 濃度：不明	ドリルの先端をホイールで研磨する作業に従事してばく露。	丹羽英之ら 2015

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
4	- 皮膚の疾病等 - 呼吸器系の疾病等	63 歳男性 40 歳の頃から続く、首、腋窩、足への再発性発疹性熱病の既往あり。 - 乾性咳が 3 か月続き、労作性呼吸困難で来院。肺生検標本は、肺胞中隔の線維性リモデリング、肺胞内滲出液の早期の組織化、及び GIP（巨細胞性間質性肺炎）の証拠のない小さな黒い沈着物を示した。 - さらに電子線マイクロアナライザを行ったところタングステンが検出され、接触皮膚炎を伴う重金属肺疾患と診断された。	- 経路：吸入 - 時間：43 年（オフィス勤務 40 年、製造工程作業員 3 年）	- 物質：タングステン - 濃度：不明	- 重金属会社に勤務してばく露。 - うち 40 年は重金属会社のオフィス勤務、3 年は製造工程（混合、圧縮、焼結）作業員として勤務。 - 製造ラインでのみマスク着用。作業終了時には、鼻腔内は真っ黒に汚れていた。	Nakamura Y et al. 2014

13.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

13.4.1 国外機関

表 13.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	TUNGSTEN (powder)
	評価・ばく露限界値等	TLV: (respirable fraction): 3mg/m ³ as TWA
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

13.4.2 国内機関

表 13.4-2 日本産業衛生学会によるタングステン及びその水溶性化合物の許容濃度⁸⁹

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【タングステン及びその水溶性化合物】 [7440-33-7]	—	—	—	—	—	—	—	—

⁸⁹ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）

<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 13.4-3 タングステン及びその水溶性化合物の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【タングステン】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	×	
		経皮	×	
		吸入：ガス	－	
		吸入：蒸気	－	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2B	
4		呼吸器感作性	×	
		皮膚感作性	×	
5		生殖細胞変異原性	×	
6		発がん性	×	
7		生殖毒性	×	
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 3（気道刺激性）	
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	×	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、－：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

14. チオリン酸 O, O-ジエチル-O-(3, 5, 6-トリクロロ-2-ピリジル) (別名クロルピリホス)

14.1 物質の性状

チオリン酸 O, O-ジエチル-O-(3,5,6-トリクロロ-2-ピリジル)は、常温では無色又は白色の結晶である。弱いメルカプタン臭を呈する。約 160℃で分解し、塩化水素、ホスゲン、リン酸化物、窒素酸化物及び硫黄酸化物を含む有毒で腐食性のヒュームを生じる。また、銅及び真鍮を侵食する⁹⁰。

表 14.1-1 チオリン酸 O, O-ジエチル-O-(3,5,6-トリクロロ-2-ピリジル)の物理化学的特性⁹⁰

分子量：350.59	比重：1.44	融点：41～42℃	沸点：160℃
CAS No：2921-88-2	溶解性（対水溶解度）：1.4mg/L (25℃)		

14.2 利用状況・規制等

本物質は、主に有機リン系殺虫剤に利用されている^{91,92}。ATSDR のリスク評価書（1997）⁹³によると、農薬散布中におけるばく露が報告されており、潜在的にばく露している可能性がある職業として食品関連産業、害虫駆除業者、庭師等が挙げられている。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

14.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究（参考）に関して海外の文献 3 件、症例報告（参考）に関して海外の文献 1 件をリストアップした。当該物質へ出生前及び出生後ばく露したことによる発達神経毒性に関する研究が複数挙げられた。これらの文献レビューサマリーは表 14.3-1 及び表 14.3-2 に示すとおりである。

⁹⁰ 厚生労働省 (2019) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/2921-88-2.html>)

⁹¹ 環境省 (2010) 化学物質の生態リスク初期評価(追加実施分) (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h22-01/pdf/chpt1/1-2-3-01.pdf>)

⁹² 国内で使用できる農薬として別名クロルピリホスとして登録されている。
(<http://www.acis.famic.go.jp/search/vtllg303.do>) (2020 年 1 月閲覧)

⁹³ ATSDR (1997) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR CHLORPYRIFOS (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp84.pdf>)

表 14.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	コホート研究	■ 若年者における行動障害と農薬ばく露の関係を調べるために、エジプトで 12-21 歳のクロルピリホス農薬散布者（39 人）と非散布者（25 人）を対象に、ばく露指標として尿中 TCPy⁹⁴ 濃度及びコリンエステラーゼ活性測定、親による ADHD（注意欠陥・多動性障害）に関するアンケートを行った。 ■ 解析には、職種カテゴリーと年齢について調整したポアソン回帰を用いた。	■ 累積 TCPy レベルは、散布者は非散布者の 14 倍高い値を示した。（32,115±56,968μgTCPy/g クレアチニン vs 2,259±3,417μgTCPy/g クレアチニン）（p<0.001）。また有意に低いブチリルコリンエステラーゼ活性（p<0.001）、アセチルコリンエステラーゼ活性（p<0.01）が見られた。 ■ ADHD は CPRS-R-S スケールに基づき、不注意ドメイン、多動性・衝動性ドメインに当てはまる項目が 6 個以上だと、それぞれ不注意型 ADHD、多動性・衝動性型 ADHD と診断している。散布者では、3 人が不注意型 ADHD、4 人が多動性・衝動性型 ADHD、3 人が混合型 ADHD と診断された。非散布者では、ADHD と診断されたものはいなかった。また、ADHD スコアの平均値は、散布者では 4.46±4.95 だったのに対し、非散布者では 1.44±2.18 と有意に低かった（p<0.001）。 ■ 尿中 TCPy レベルと ADHD 症状の増加には有意な関係が見られた（回帰係数 0.24、標準誤差 0.049、p<0.001）。また ADHD と診断された散布者は、散布時期に、より長時間の仕事をを行ったと報告した。 ■ 4 分の 1 の散布者が、ADHD 診断の基準（6 個以上の症状があると回答）を満たした。	■ 経路：経皮 ■ 時間：平均勤務年数 2.7±1.4 年	■ 物質：クロルピリホス含有農薬 ■ 濃度：不明	■ エジプトの農業省の農薬散布者として勤務し、綿栽培に使用されるクロルピリホス含有農薬にばく露。エジプトの綿栽培は政府によって農薬散布を含む全工程が管理されている。散布時期は 6 月初旬から 8 月であり、クロルピリホスは開始時期から 4 週間まで散布される。その後は他の農薬が散布され、8 月に再度クロルピリホスが散布される。 ■ 散布者は大人のリーダーがついた 3-4 人のグループとなって、農薬を混ぜる、旗マーカーを保持して農場内に立つ、スプレー機を背負って散布等の作業を行う。防護具の使用は限られている。 ■ また農業省の仕事以外に家庭や個人請負という形で農薬散布を行うこともある。	Rohlman DS et al. 2019

⁹⁴ トリクロロ-2-ピリジノールの略称であり、クロルピリホスの代謝物であることから、尿中 TCPy 濃度はクロルピリホスのバイオマーカーとして測定される。

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
2	前向きコホート研究	■ クロルピリホスへの出生前及び出生後ばく露が幼児の神経発達に与える影響を調査するために、中国の農業地帯である江蘇省で 377 組の妊婦とその子供 3 歳児（男児 184 人、女児 193 人）を対象に、尿中 TCPy 濃度を測定した。また幼児の神経発達（運動、適応、言語、社会性）をゲゼル発達診断によって調べた。	■ 解析には、潜在的交絡因子（出生前ばく露のモデルに関しては、母親の教育程度、妊娠中の職種、妊娠中の世帯年収、妊娠中の住居地域、経産、受動喫煙、子供の性別、子供の月齢、母親の尿のサンプル時期、臍帯血中の鉛レベル、交互作用。出生後ばく露に関しては、母親の教育程度、調査時の世帯年収、調査時の住居地域、調査時の受動喫煙、子供の性別、子供の月齢、外で遊ぶ時間、子供の尿のサンプル時期、交互作用）について調整した一般化線形モデルを用いた。 ■ 尿中 TCPy 濃度の中央値は、妊婦 5.39µg/L、幼児 5.34µg/L であった。妊婦の TCPy 濃度と幼児の神経発達の間には、有意な関係は見られなかった。 ■ 出生後ばく露に関しては、3 歳幼児の TCPy 濃度 1 単位増加ごとに、運動スコアが 0.61 (95%CI:-1.13 - -0.09、p<0.02)、社会性スコアが 0.55 (95%CI:-1.07 - -0.03、p<0.04)低くなるという有意な負の関係が見られた。 ■ 男女別に解析してみたところ、上記の傾向は男児のみで有意であり、運動スコア-0.52 (95%CI:-1.00 - -0.04 p=0.03)、社会性スコア-0.46 (95%CI:-0.87 - -0.05 p=0.03)であった。	■ 経路：胎内ばく露、出生後の経皮、吸入、経口ばく露 ■ 時間：不明	■ 物質：クロルピリホス ■ 濃度：不明	■ 中国の農業地帯に住んでおり、ばく露されたとみられている。	Guo J et al. 2019

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
3	コホート研究	■ピレスロイド及びクロルピリホスへの出生前ばく露と、幼児の ADHD 症状との関係を調べるために、オーデンセ（オランダ）の妊娠約 28 週の 948 人を対象に尿中 3-PBA、TCPy 濃度を測定し、生まれた幼児（2～4 歳児）の ADHD 症状を評価した。 ■解析には、母親の教育程度、両親の精神疾患歴、幼児年齢、性別について調整した、負の二項回帰モデル、及びロジスティック回帰モデルを用いた。	■本調査は CBCL1 1/2-5（幼児用子どもの行動チェックリスト）を用いて 6 つの行動質問に対して点数をつけ、ADHD の症状を測る指標（ADHD スコア）としている。質問は頻度について 0-2 点で答え、12 点を ADHD 症状の最高点とする。またこのスコアの 90 パーセンタイル以上の点数を将来的に ADHD になる可能性が高い指標として捉えている。 ■幼児 948 人の CBCL スコアの平均値は 2、90 パーセンタイル以上のスコアの幼児率は 17.9%であった。 ■クロルピリホスばく露の指標となる TCPy 濃度と幼児の ADHD スコアとの間に有意な関係は見られなかった。 ■しかし、TCPy、3-BPA 濃度共に中央値を超えている場合は、両方が中央値より低い場合に比べて、約 20%、ADHD スコアが高かった（Ratio 1.20、95%CI=1.04-1.38）。さらに、ADHD スコアが 90 パーセンタイル以上となる確率が約 2 倍高かった（OR1.98（95%CI:1.26-3.11））。	■経路：胎内ばく露 ■時間：不明	■物質：クロルピリホス ■濃度：不明	■妊婦が普通に生活している中での胎内ばく露	Dalsager L et al 2019

表 14.3-2 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 神経系の疾病等	■ 23 歳女性 ■ 7 か月前に農薬混合物を飲み入院した。救急治療後、理学療法を開始した患者が、数か月経ても改善が見られないとして、下肢の脱力を訴えて来院。 ■ 神経伝導検査の結果、下肢でより大きな軸索性及び運動性脱髄性ニューロパシーを示唆していた。 ■ 本症例は、たとえ少量でも有機リン酸とピレトロイド混合物による中毒は非常に有毒であり、通常の遅発性ニューロパシーが長引く可能性があることを示している。	■ 経路：経口 ■ 時間：不明	■ 物質：50%クロルピリホスとシペルメトリン（合成ピレスロイドの 1 種）5%の混合液 4mL（それぞれ 40 mg/kg、4mg/kg の摂取量に相当） ■ 濃度：50%	■ 自殺目的で農薬混合物を摂取しばく露	Srinivasan M et al. 2016

14.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

14.4.1 国外機関

表 14.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	CHLORPYRIFOS
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.1mg/m ³ as TWA (皮膚吸収); A4(人における発がん性が分類できていない物質); BEI (生物学的ばく露指標)記載あり
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

14.4.2 国内機関

表 14.4-2 日本産業衛生学会によるチオりん酸 O,O-ジエチル-O-(3,5,6-トリクロロ-2-ピリジル)の許容濃度⁹⁵

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【チオりん酸 O,O-ジエチル-O-(3,5,6-トリクロロ-2-ピリジル)】 [2921-88-2]	—	—	—	—	—	—	—	—

⁹⁵ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 14.4-3 チオリン酸 O,O-ジエチル-O-(3,5,6-トリクロロ-2-ピリジル)の
GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）⁹⁶

危険有害性項目			GHS 分類結果 【チオリン酸 O,O-ジエチル-O-(3,5,6-トリクロロ-2-ピリジル) (別名：クロルピリホス)】	CLP 分類結果 【Chlorpyrifos】
1	急性 毒性	経口	区分 3	3*
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2B	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	×	—
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（神経系）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（神経系、副腎） 区分 2（眼、血液系、肝臓）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H29 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/10

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

⁹⁶ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

15. 銅及びその化合物

15.1 物質の性状

労働安全衛生法において、銅及びその化合物に分類されている化学物質⁹⁷のうち、本調査の目的に資する文献がある以下2物質を対象に整理した。

- ・銅
- ・硫酸銅(II)

銅は、赤褐色の延性と展性に富む金属であり、湿った空気にはく露すると緑色になる。アセチレン化合物、エチレノキンド類、アジ化物により衝撃に鋭敏な化合物が形成される。金属銅は水、塩又は弱酸性溶液への溶解性は乏しいが、水酸化アンモニウム又は炭酸塩の塩基性溶液、硝酸及び硫酸に溶解する。また、酸化剤（塩素酸塩、臭素酸塩、ヨウ素酸塩等）と反応し、爆発の危険をもたらす^{98,99}。

硫酸銅(II)は、白色の吸湿性の結晶である。酸化剤、マグネシウム、鉄、ヒドロキシルアミン、次亜臭素酸ナトリウムと激しく反応し火災の危険を生じる。また、熱分解及び燃焼した際に有害なガスを生じる。水の存在下では鉄及び亜鉛は腐食する¹⁰⁰。

表 15.1-1 銅の物理化学的特性^{98,101}

分子量：63.5	比重：8.9	融点：1,083℃	沸点：2,595℃
CAS No：7440-50-8	溶解性（対水溶解度）：不溶		

表 15.1-2 硫酸銅(II)の物理化学的特性^{100,102}

分子量：159.6	比重：3.6	融点：560℃で分解する	沸点：650℃で分解する
CAS No：7758-98-7	溶解性（対水溶解度）：203g/L		

15.2 利用状況・規制等

銅は、電線電気製品、合金、鋳物、送配水管、台所用品、薬剤用設備、貨幣、化学薬品などに利用されている¹⁰⁰。環境省の化学物質の環境リスク初期評価（2015）¹⁰¹では、職業性ばく露の例として、銅板の研磨作業に従事していた労働者や、真鍮製パイプの切断作業に従事していた労働者のばく露が挙げられている。また、同評価書では、真鍮の溶融炉を有する作業所の作業員や銅鉱山の労働者を対象とした調査のほか、銅製錬工場で高純度の銅の研磨・篩い分け工程に従事した労働者の健康記録内容についても言及している。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物として定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

⁹⁷ 労働安全衛生法 別表第9の379：名称等を表示し、又は通知すべき危険物質及び有害物に分類されている。NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/cmpInfLst?_e_trans=&slIdxNm=386&slScNm=RJ_04_021&slScCtNm=0&slScRgNm=-.<CatFl=&slMdDplt=4<PgCt=100&stMd=) (2020年2月閲覧)

⁹⁸ 厚生労働省（2014）職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/7440-50-8.html>)

⁹⁹ IPCS (1998) ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 200 COPPER (<http://www.nihs.go.jp/hse/ehc/sum3/ehc200/ehc200.pdf>)

¹⁰⁰ ILO (2001) International Chemical Safety Card COPPER SULFATE (anhydrous) (https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0751&p_version=2)

¹⁰¹ 環境省（2015）化学物質の環境リスク初期評価 (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h27-01/pdf/chpt1/1-2-2-10.pdf>)

硫酸銅(II)は、農薬（殺菌剤）、食品添加物、媒染剤、皮なめし剤、銅メッキ、防腐剤、顔料原料、電池電解液原料、冶金原料、銅塩類原料などに利用されている^{102,103,104}。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物として、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

15.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告（参考）に関する文献として国内の文献 1 件、症例報告（参考）に関しては、海外の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 15.3-1 及び表 15.3-2 に示すとおりである。

¹⁰² 厚生労働省（2018）職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/7758-98-7.html>)

¹⁰³ 国内では、別名硫酸銅として指定添加物リスト（規則別表第 1）に定められている。

(<https://www.ffcr.or.jp/webupload/d909191716ab80700dcfe5f36f703a136390b0ec.pdf>)(2020 年 1 月閲覧)

¹⁰⁴ 国内で使用できる農薬として別名硫酸銅として登録されている。(http://www.acis.famic.go.jp/search/vtllg303.do) (2020 年 1 月閲覧)

表 15.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	横断研究	- 体内の銅レベルと脳認知機能の関係を調査するために、924 人の大学生及び大学院生（男性 563 人、平均 20.83 歳、女性 361 人、平均 20.54 歳）を対象に頭髪内銅レベル測定と知能テストを行った。 - 解析には、性別、年齢、頭蓋内容積、身長、体重、BMI について調整した重回帰分析を用いた。	- 銅レベルが高くなると種々の知能テスト得点が下がるという関係が見られた（認知機能トータル $\beta=-0.070$、論理 $\beta=-0.069$、算術 $\beta=-0.108$、読解 $\beta=-0.074$、全て $p<0.05$ で有意）。 - しかし、銅レベルと神経細胞が存在する灰白質容積との間には、正の相関が見られた。 - 銅が欠乏すると脳の発達に悪影響を及ぼす。本調査では対象となった大学・大学院生の良好の脳発達（灰白質容積）と「高濃度の銅レベルの相関が、銅過剰による認知機能の低下という負の相関よりも強く見られたため、上記の仮説と異なる結果が見られたと考察している。	- 経路：不明 - 時間：不明	- 物質：銅 - 濃度：不明	ばく露状態については不明	Takeuchi H et al. 2019

表 15.3-2 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	消化器系の疾病等	65 歳男性 - 硫酸銅溶液を摂取後、青緑色のものを嘔吐。初診時は悪心、腹痛、下痢を伴い赤痢様症状を呈した。その他粘膜炎、咽頭炎、心窩部圧痛あり。胃十二指腸内視鏡検査で咽頭浮腫とびまん性胃十二指腸炎が明らかになった。 - 硫酸銅摂取が判明後キレーション療法を行い、入院時に 144 µg/dL だった血漿中の銅濃度は通常（1 日後 65µg/dL、2 日後 63 µg/dL、3 日後 66µg/dL、4 日後 64µg/dL）に戻った。	- 経路：経口 - 時間：不明	- 物質：硫酸銅希釈溶液 - 濃度：100g/250ml 水（推定摂取量 10g）	ガーデニング中に、誤って硫酸銅が溶けた溶液を誤飲しばく露	Higny J et al. 2014
2	- 血液・造血器の疾病関係等 - 消化器系の疾病等	25 歳男性 - 自殺目的で硫酸銅溶液を摂取後、重度の胃腸症状があり搬送。 - 入院 3 日目に、ヘマトクリット 0-25%、ヘモグロビン 93g/dL 及び網状赤血球の増加（9-4%）から重度の血管内溶血が発生と判断。患者は横紋筋融解症、軽度の腎及び肝臓障害も発症。 - 血液像検査では、異化細胞症、多形赤血球症、顕著な棘細胞症、Blister 細胞の出現を伴う赤血球増加症、ヘモグロビンの沈殿を伴う赤血球、小球状赤血球症及び好塩基性斑点が示された。血清サンプルは、ヘモグロビン増加とメトヘモグロビン血症のために、最初は暗褐色だったが、治療が成功すると徐々に解消した。ジメルカプロールによるキレーション療法で、経過は良好。 - 血管内溶血は、酸化から血管を保護するペントース経路の能力を圧倒する強力な酸化剤である硫酸銅によるものである。	- 経路：経口 - 時間：18 時間（摂取から入院まで）	- 物質：硫酸銅溶液 - 濃度：不明	自殺目的で硫酸銅を摂取してばく露	Valsami S et al. 2012

15.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

15.4.1 国外機関

表 15.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等：銅

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	Copper
	評価・ばく露限界値等	D（ヒト発がん性が分類できない物質）
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	COPPER
	評価・ばく露限界値等	TLV: (フューム, Cu として) 0.2mg/m ³ , as TWA. TLV: (粉じん及びミスト, Cu として) 1mg/m ³ , as TWA.
DFG	評価物質名称	COPPER
	評価・ばく露限界値等	MAK: (respirable fraction): 0.01mg/m ³ ピークばく露限度カテゴリー: II(2)、妊娠中のリスクグループ: C

表 15.4-2 各機関による評価・ばく露限界値等：硫酸銅(II)

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	COPPER SULFATE (anhydrous)
	評価・ばく露限界値等	MAK: (respirable fraction): 0.01mg/m ³ ピークばく露限度カテゴリー: II(2)、妊娠中のリスクグループ: C

15.4.2 国内機関

表 15.4-3 日本産業衛生学会による銅及びその化合物の許容濃度¹⁰⁵

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【銅】 [7440-50-8]	—	—	—	—	—	—	—	—
【硫酸銅(II)】 [7758-98-7]	—	—	—	—	—	—	—	—

表 15.4-4 銅の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【銅】	2019 年現在分類されていない
1	急性 毒性	×	×	
		×	×	
		—	—	
		—	—	
		×	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		×	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		×	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		区分 1A	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（消化器） 区分 3（気道刺激性）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		×	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H25 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

¹⁰⁵ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 15.4-5 硫酸銅（ⅠⅠ）の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）¹⁰⁶

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【硫酸銅(Ⅱ)・無水物】	【Copper sulphate】
1	急性毒性	経口	区分 3	4 *
		経皮	×	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 1	—
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 1	2
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		区分 1	2
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		区分 2	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（神経系、血液系、肝臓、腎臓）、区分 3（気道刺激性）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（呼吸器）、区分 2（肝臓）	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H29 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated: 2019/8/9

¹⁰⁶ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

16. 二酸化塩素

16.1 物質の性状

二酸化塩素は、刺激臭のある赤黄色の気体である。燃焼はしないが、引火性物質と接触すると火災を生じるおそれがある。また衝撃や摩擦、振動、加熱により分解し、爆発を生じる。ガスは空気より重く、温度の上昇に対して不安定である。加熱、日光へのばく露、衝撃や火花により、爆発することがある。本物質は強力な酸化剤でもあり、可燃性物質や還元性物質と激しく反応する。特に有機物、リン、水酸化カリウム、硫黄と激しく反応し、火災や爆発の危険をもたらす。また、水と反応することで、塩酸、塩素酸を生じる¹⁰⁷。

表 16.1-1 二酸化塩素の物理化学的特性¹⁰⁷

分子量：67.5	比重：1.6 (0℃ 液体)	融点：-59℃	沸点：11℃
CAS No：10049-04-4	溶解性（対水溶解度）：0.8g/100mL		

16.2 利用状況・規制等

本物質は、消臭剤、殺菌剤、防カビ剤、漂白剤(パルプ・繊維・革・油脂)、食品添加物（小麦粉、油脂、蜜ロウなど）の漂白剤などに利用されている^{107,108}。ATSDR のリスク評価書（2004）¹⁰⁹では、二酸化塩素及び亜塩素酸塩への職業ばく露は、これらの化学物質を漂白剤として使用する製紙工場などの施設、又は水消毒剤を用いる水処理施設で発生する可能性があるとしている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

16.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）として国内の文献 1 件、海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 16.3-1 に示すとおりである。

¹⁰⁷ 厚生労働省（2016）職場のあんぜんサイト（<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/10049-04-4.html>）

¹⁰⁸ 国内では、指定添加物リスト（規則別表第 1）に定められている。

(<https://www.ffcr.or.jp/webupload/d909191716ab80700dcfe5f36f703a136390b0ec.pdf>)(2020 年 1 月閲覧)

¹⁰⁹ ATSDR (2004) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR CHLORINE DIOXIDE AND CHLORITE
(<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp160.pdf>)

表 16.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	血液・造血器の疾病関係等	1 歳男児 - 誤って摂取後嘔吐あり。顔面蒼白。搬送時のグラスゴー・コーマ・スケール（GSC）は 10 であった。搬送中の 10L/min の酸素投与にも関わらず SpO₂ は 85-88% だったため、病院にて換気。その後 PaO₂（動脈血酸素分圧）との乖離が見られること、摂取 3 時間後のメトヘモグロビン濃度が 5.3% であったことから、メトヘモグロビン血症と診断された。 - ICU での治療を受け、数時間後メトヘモグロビンは減少。6 日後に退院。3 か月後のフォローアップで後遺症もなく予後は良好であった。 - 摂取 2 時間後のメトヘモグロビンが 8.0% であり、半減期は 55 分であることから、摂取直後はさらに高い濃度だったと考えられる。	- 経路：経口 - 時間：1 時間 30 分（摂取から病院到着まで）	- 物質：ClO₂ - 濃度：不明	インフルエンザ伝播を防ぐために、母親がゲル状二酸化塩素含有洗浄剤を購入。母親が目から離れたすきに、男児が誤って摂取。	Hagiwara Yusuke et al. 2015
2	尿路系の疾病等	20 歳男性 - 摂取後、1 日無尿が続き来院。血中尿素が 188mg/dL、血清クレアチニンが 7.2mg/dL。腎生検で、急性尿細管壊死を示唆する所見があり、血液透析を行う。15 日目には尿量が回復し、退院時の血清クレアチニンは 2.5mg/dL であった。 - 本症例は、メトヘモグロビン血症や溶血を伴わない稀な急性腎障害（急性尿細管壊死）であった。	- 経路：経口 - 時間：不明	- 物質：二酸化塩素 250mL - 濃度：不明	Stable ClO₂ を摂取しばく露	Bathina G et al. 2013

16.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

16.4.1 国外機関

表 16.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	Chlorine dioxide
	評価・ばく露限界値等	CBD（ヒト発がん性を決定できない物質）
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	CHLORINE DIOXIDE
	評価・ばく露限界値等	TLV: (天井値) 0.1ppm (STEL)
DFG	評価物質名称	CHLORINE DIOXIDE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 0.28mg/m ³ ; 0.1ppm; ピークばく露限度カテゴリー: I(1); 妊娠中のリスクグループ: D

16.4.2 国内機関

表 16.4-2 日本産業衛生学会による二酸化塩素の許容濃度¹¹⁰

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【二酸化塩素】 [10049-04-4]	—	—	—	—	—	—	—	—

¹¹⁰ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 16.4-3 二酸化塩素の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）¹¹¹

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【二酸化塩素】	【Chlorine dioxide】
1	急性 毒性	経口	—	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	区分 1	2 *
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	1B
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2B	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	×	—
7		生殖毒性	区分 1B	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（呼吸器） 区分 3（麻酔作用）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（呼吸器）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	—	—

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

¹¹¹CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

17. ニトロメタン

17.1 物質の性状

ニトロメタンは特徴的な臭気のある、無色の粘稠性の液体である。蒸気は空気より重く、地面に沿って移動し、遠距離発火の可能性がある。衝撃、摩擦、又は振動を加えると、爆発的に分解することがあり、加熱すると爆発することがある。燃焼すると分解し、窒素酸化物を生じる。強力な酸化剤や強力な還元剤と激しく反応し、火災や爆発の危険をもたらす¹¹²。

表 17.1-1 ニトロメタンの物理化学的特性 ¹¹²

分子量：61.04	比重：1.14	融点：-29℃	沸点：101℃
CAS No：75-52-5	溶解性（対水溶解度）：-		

17.2 利用状況・規制等

本物質は、溶剤、界面活性剤、医薬中間体などに利用されている¹¹²。環境省の化学物質の環境リスク初期評価（2015）¹¹³では、ヘッドライト部品組立工場で本物質を含む接着剤のふき取り作業を行った労働者及び、本物質を含む接着溶剤を取り扱っていた自動車部品製造工場の労働者のばく露例が報告されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

17.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告として、海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリー表 17.3-1 に示すとおりである。

¹¹² 厚生労働省（2018）職場のあんぜんサイト(<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/75-52-5.html>)

¹¹³ 環境省（2005）化学物質の環境リスク初期評価 (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h27-01/pdf/chpt1/1-2-2-12.pdf>)

表 17.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 神経系の疾病等	■ 25 歳男性 ■ 仕事から帰宅後、めまい、3 回の全身けいれんがあり来院。Jaffe 検査による血清クレアチニン 61mg/dL 及びその他の検査結果から、尿毒症性脳症を疑い、血液透析を開始。 ■ その後、職場でニトロメタン蒸気ばく露があったことが判明。クレアチニンとニトロメタンは、化学的特性が類似しているため、Jaffe 検査の結果が狂う可能性がある。再検査を行うと、酵素検査ではクレアチニン濃度は 0.7mg/dL、Jaffe 検査ではクレアチニン濃度は 7.8mg/dL であり、腎障害は疑陽性であったことが判明。 ■ 入院 7 日目には、Jaffe 検査による血清クレアチニンも 0.8 mg/dL に下がり、患者は抗てんかん薬の処方を受けて退院。 ■ ニトロメタンへばく露されたことにより中枢神経系毒性が生じ、抗てんかん薬で制御した症例である。	■ 経路：吸入 ■ 時間：不明	■ 物質：ニトロメタン蒸気 ■ 濃度：不明	■ 有機溶媒工場でボイラーの清掃中にニトロメタン蒸気を使用しばく露。	Sriram S et al. 2017

17.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

17.4.1 国外機関

表 17.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Nitromethane
	評価・ばく露限界値等	2B（ヒトに対して発がん性を示す可能性がある）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	Nitromethane
	評価・ばく露限界値等	R（ヒト発がん性があると合理的に予測される物質）
ACGIH	評価物質名称	NITROMETHANE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 20ppm (TWA); A3(動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質).
DFG	評価物質名称	NITROMETHANE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 皮膚吸収 (H); 発がん性カテゴリー: 3B

17.4.2 国内機関

表 17.4-2 日本産業衛生学会によるニトロメタンの許容濃度¹¹⁴

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【ニトロメタン】 [75-52-5]	—	—	—	2B	—	—	—	'01

¹¹⁴ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 17.4-3 ニトロメタンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）¹¹⁵

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ニトロメタン】	【Nitromethane】
1	急性 毒性	経口	区分 4	4 *
		経皮	×	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	区分 2	—
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（肝臓） 区分 2（中枢神経系） 区分 3（気道刺激性、麻酔作用）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（呼吸器） 区分 2（血液系、神経系、肝臓）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H29 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/16

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

¹¹⁵ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

18. 白金及びその水溶性塩

18.1 物質の性状

労働安全衛生法において、白金及びその水溶性塩に分類されている化学物質¹¹⁶は以下のとおりである。

- ・ 白金
- ・ 四塩化白金
- ・ 六塩化白金酸二ナトリウム
- ・ (OC-6-11)-ヘキサクロリド白金酸(2-)二水素
- ・ 白金化合物

そのうち、本調査の目的に資する文献がある白金を対象に整理した。

白金は、展性・延性に富む灰白色の貴金属である。空気中ではどのような温度でも腐食されないが、ハロゲン類、シアン化物、硫黄、溶解した硫黄化合物、重金属類、水酸化物類には影響される。地金状のものは不燃性であるが、微細な粉末状のものは強力な触媒であり、多くの反応により火災や爆発の危険性がある。また、分散する黒い粉末（プラチナ・ブラック）は水溶液中で還元により生じる^{117,118}。

表 18.1-1 白金及びその水溶性塩の物理化学的特性¹¹⁹

分子量：195.1-	比重：21.45	融点：1,769℃	沸点：3,827℃
CAS No：7440-06-4	溶解性（対水溶解度）：不溶		

18.2 利用状況・規制等

本物質は、石油化学や自動車排気ガス処理用触媒、度量衡原器、白金抵抗温度計、熱電対、電気接点材料、発火セン、電極、るつぼ、化学装置の内張り、光学ガラスの溶解、歯科医療材料、装飾用貴金属類等に利用されている¹¹⁷。WHO のリスク評価書（1991）¹¹⁸では、白金塩類へのばく露は主に職業的環境に限定され、主として白金金属錬所及び触媒製造プラントにおいて発生するとしている。また、日本産業衛生学会の許容濃度の提案理由書（2000）¹²⁰において、白金精錬工場の労働者や白金酸素センサー製造作業者のばく露例が挙げられている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

¹¹⁶ 労働安全衛生法 別表第9の437：名称等を表示し、又は通知すべき危険物質及び有害物に分類されている。NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/cmpInfLst?_e_trans=&slIdxNm=444&slScNm=RJ_04_021&slScCtNm=0&slScRgNm=-<CatFl=&slMdDplt=4<PgCt=100&stMd=) (2020年2月閲覧)

¹¹⁷ 厚生労働省（2006）職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/0892.html>)

¹¹⁸ IPCS (1991) ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 125 Platinum (<http://www.nihs.go.jp/hse/ehc/sum1/ehc125.html>)

¹¹⁹ ILO (2003) International Chemical Safety Card PLATINUM

(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1393&p_version=2)

¹²⁰ 日本産業衛生学会（2000）許容濃度の提案理由書

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_04_002/OEL_7440064.pdf)

18.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告に関する文献として海外の文献 1 件、疫学研究報告（参考）に関しては、国内の文献 1 件、をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 18.3-1 及び表 18.3-2 に示すとおりである。

表 18.3-1 疫学研究報告

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	メタアナリシス	- 刺激物へのばく露と職業性喘息及び COPD（慢性閉塞性肺疾患）との関係を調べるために、MEDLINE での文献検索、選定、SIGN システムによる個々の論文の品質を調査した。その上で、個々の要因に関する論文全体の品質を RCGP three-star システムを用いてランキングした。 - RCGP システムの中で一番強い関係性は★★★★（強力な証拠—多数の高品質な科学研究で一般的に一貫した調査結果）であるが、今回の調査では★★（中程度の証拠—より少ない、より小さい、又は質の低い科学研究での一般的に一貫した調査結果）が最高ランクであった。	- 今回対象とした 474 論文の中で、SIGN システムによる最高ランクは、2+（交絡又はバイアスのリスクが低い、十分に実施された系統的レビュー、コホート又はケースコントロール研究）であった。 ★★の関係性は、調査対象となった 188 の要因（刺激物、職業、作業場）のうち、白金を含む 17 のみに見られた。 - これより、白金へのばく露と職業性喘息及び COPD の発症には強い関連が示唆される。	- 経路：吸入、経皮 - 時間：不明	- 物質：白金塩 - 濃度：不明	白金を取り扱う作業（精錬所等）によってばく露	Baur X et al. 2012

表 18.3-2 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	症例対照研究	掌蹠膿疱症と金属感作の関係を調べるために、1990-2012 年に金属シリーズのパッチテストを受けた 1,025 名（男性 210 名、女性 815 名、平均 40.1±18.1 歳）を症例群 148 名（男性 42 名、女性 106 名）、対照群 877 名に分けて、金属アレルギーへの陽性率を比較した。	0.5%塩化白金酸への陽性率は、対照群（2.6%、23/877）よりも、掌蹠膿疱症の症例群（6.8%、10/148）で有意に高かった（$p<0.05$）。 - 塩化白金酸に陽性を示した症例群 10 名のうち 8 名は歯科治療歴があったが、詰め物の素材が特定できなかった。	- 経路：不明 - 時間：不明	- 物質：白金 - 濃度：不明	白金を含む歯の詰め物からばく露された可能性を示唆。	片山 恵子ら 2016

18.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

18.4.1 国外機関

表 18.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	PLATINUM
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 1mg/m ³ (TWA)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	PLATINUM
	評価・ばく露限界値等	TLV: 1mg/m ³ , as TWA.
DFG	評価物質名称	PLATINUM
	評価・ばく露限界値等	MAK: (Pt として): 気道及び皮膚感作(SAH)

18.4.2 国内機関

表 18.4-2 日本産業衛生学会による白金及びその水溶性塩の許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【白金（水溶性白金塩,Pt として）】 [7440-06-4]	—	0.001	—	—	1	1	—	‘00

表 18.4-3 白金及びその水溶性塩の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【白金】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	×	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2A-2B	
4	呼吸器感受性		区分 1	
	皮膚感受性		—	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（気道刺激性）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		—	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

19. バリウム及びその水溶性化合物

19.1 物質の性状

労働安全衛生法において、バリウム及びその水溶性化合物¹²¹に分類されている化学物質のうち、本調査の目的に資する文献がある以下 3 物質を対象に整理した。

- ・ バリウム
- ・ 硝酸バリウム
- ・ 塩化バリウム

バリウムは、帯黄色～白色の光沢のある様々な形状の固体である。粉末の場合、空気に触れると自然発火することがある。強還元剤であり、酸や酸化剤と激しく反応するほか、ハロゲン化溶液とも激しく反応する。また水と反応し、引火性/爆発性の気体を生成し、火災や爆発の危険をもたらす¹²²。

硝酸バリウムは、無色～白色の結晶、又は結晶性の粉末である。加熱すると分解し、窒素酸化物を生じる。強力な酸化剤で、可燃性物質や還元性物質と反応する。また金属粉末と反応し、火災や爆発の危険をもたらす¹²³。

また塩化バリウムは無臭の無色の結晶であり、20℃ではほとんど気化しない¹²⁴。

表 19.1-1 バリウムの物理化学的特性 ¹²²

分子量：137.3	比重：3.6	融点：725℃	沸点：1,640℃
CAS No：7440-39-3	溶解性（対水溶解度）：反応する		

表 19.1-2 硝酸バリウムの物理化学的特性 ^{123, 125}

分子量：261.4	比重：-	融点：590℃	沸点：分解（分解温度は不明）
CAS No：10022-31-8	溶解性（対水溶解度）：87g/L		

表 19.1-3 塩化バリウムの物理化学的特性 ^{124, 126}

分子量：208.27	比重：3.9	融点：960℃	沸点：1,560℃
CAS No：10361-37-2	溶解性（対水溶解度）：360g/L		

¹²¹ 労働安全衛生法 別表第 9 の 449：名称等を表示し、又は通知すべき危険物質及び有害物に分類されている。NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/cmpInfLst?_e_trans=&slIdxNm=456&slScNm=RJ_04_021&slScCtNm=0&slScRgNm=-<CatFl=&slMdDplt=4<PgCt=100&stMd=) (2020 年 2 月閲覧)

¹²² 厚生労働省 (2017) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/7440-39-3.html>)

¹²³ 厚生労働省 (2017) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/10022-31-8.html>)

¹²⁴ ILO (1999) International Chemical Safety Card BARIUM CHLORIDE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0614&p_version=2)

¹²⁵ ILO (2004) International Chemical Safety Card BARIUM NITRATE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1480&p_version=2)

¹²⁶ 厚生労働省 (2015) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/10361-37-2.html>)

19.2 利用状況・規制等

【バリウム】

バリウムは、有機バリウム化合物原料、ゲッター原料などに利用されている¹²⁷。硫酸バリウムは、レントゲンの造影剤や花火などに使用される。また、ジルコン酸バリウムは、高温状態で液体のバリウムと他の金属を混ぜた超伝導体を作る際の熔融るつぼとして使用される¹²⁸。WHO の評価文書

(2001)¹²⁹では、硫酸バリウムの職業性ばく露について、最高濃度のばく露はオフショア掘削作業中に生じ、重晶石原鉱の処理作業ではばく露量が低いため健康に関する問題はないとしている。ATSDR のリスク評価書 (2007)¹³⁰では、バライトの採掘及びバリウム化合物の製造と加工 (混合、粉碎、積み込み) 中に硫酸バリウムや炭酸バリウム粉じんを吸入する労働者ではばく露が発生するとしている。同評価書ではさらに、バリウムへのばく露例として、特にバリウム含有スティック電極と自己シールドフラックスコアワイヤを使用する溶接機、及びセラミック工場で作業する溶接機を扱う作業中での吸入ばく露例を挙げられている。

本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

【硝酸バリウム】

硝酸バリウムは、カーリット・火工品 (花火、発煙筒など)、光学ガラス、釉薬、ゴム薬品原料などに利用されている¹²⁹。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物として、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

【塩化バリウム】

塩化バリウムは、有機顔料、製紙充填剤、金属熱処理剤、レントゲン造影剤、蛍光体原料などに利用されている¹³¹。ATSDR のリスク評価書 (2007) によると、NIOSH が 1980 年から 1983 年に実施した調査の結果、本物質による職業性ばく露は、4,293 事業所、57,767 名において確認されている。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物として、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

19.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告 (参考) に関する文献として海外の文献 1 件、症例報告 (参考) に関しては海外の文献 3 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは、表 19.3-1 及び表 19.3-2 に示すとおりである。

¹²⁷ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_7440-39-3.html) (2019 年 10 月閲覧)

¹²⁸ 厚生労働省 (2006) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/0175.html>)

¹²⁹ WHO (2001) Concise International Chemical Assessment Document 33 BARIUM AND BARIUM COMPOUNDS (<https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad33.pdf>)

¹³⁰ ATSDR (2007) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR BARIUM (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp24.pdf>)

¹³¹ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_10361-37-2.html) (2019 年 10 月閲覧)

表 19.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	横断研究	■ バリウムばく露と難聴の関係を調べるために、バングラディッシュの145人（12-55歳、平均29.58±10.92歳）を対象に、1、4、8、12kHzでの聴覚検査及び体内バリウム測定（爪、髪、尿）を行った。 ■ 解析には、年齢、性別、喫煙、BMIについて調整した、多変量解析、二項ロジスティック回帰を用いた。	■ 髪のバリウムレベルは、8kHz (OR4.75 (95%CI:1.44-17.68))及び12kHz (OR15.48 (95%CI:4.04-79.45))において難聴と有意な関連があった。足の爪のバリウムレベルも8kHz (OR3.20 (95%CI=1.35-7.85))及び12kHz (OR3.63 (95%CI=1.58-8.55))において難聴と関連が見られた。 ■ 一方、尿レベルは難聴とは関連が見られなかった。 ■ 成長サイクルが数か月から数年に及ぶ爪や髪は、尿よりも、慢性的バリウムばく露をよりよく反映する指標であると考えられる。	■ 経路：不明 ■ 時間：不明	■ 物質：バリウム ■ 濃度：不明	■ 普通に生活している中でのばく露。一般的には、食物からのばく露が多いとされる。	Ohgami N et al. 2016

表 19.3-2 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 内分泌・代謝関係の疾病等 ■ 神経系の疾病等 ■ 循環器系の疾病等 ■ 呼吸器系の疾病等 ■ 消化器系の疾病等	■ 16 歳男児 ■ 花火を摂取後、重度の低カリウム血症による急性四肢不全麻痺と呼吸不全で搬送。胃腸炎、腹痛、呼吸困難、全身脱力があり。 ■ 換気を及びカリウム投与を行う。心室頻拍が起こったがカリウム投与によって改善し、3 日目には筋力が回復した。	■ 経路：経口 ■ 時間：不明	■ 物質：花火に含有されていた硝酸バリウム ■ 濃度：不明	■ 花火を摂食しばく露	Deepthiraju B & Varma PR. 2012
2	■ 循環器系の疾病等 ■ 消化器系の疾病等	■ 気分障害があり精神療法を受けたことのある 75 歳女性 ■ 入院時には自覚症状は腹痛のみだったが、ECG で多源性心室期外収縮(polymorphic ventricular premature complexes (VPCs))が見られ、検査で低カリウム血症と診断 (2.1mmol/L)。体内でのさらなる吸収を防ぐために、経口硫酸マグネシウム投与。 ■ ICU に移り、利尿剤であるカンレノ酸カリウムとカリウムを静脈注射して、24 時間後にカリウム濃度 (4.8mmol/L) 及び ECG が正常値に戻った。 ■ 入院時の検査結果は、血中バリウム濃度が 17.2mg/L、尿中バリウム濃度が 28mg/L であった。	■ 経路：経口 ■ 時間：1 時間（摂取から入院まで）	■ 物質：12.375g の硝酸バリウムを含むモグラ用燻蒸剤 ■ 濃度：不明	■ 自殺目的で、モグラ用燻蒸剤を摂取しばく露	Payen C et al. 2011

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
3	■ 神経系の疾病等 ■ 循環器系の疾病等 ■ 消化器系の疾病等	■ 19 歳男性 ■ 摂取後、悪心、嘔吐、胃腸の灼熱感、めまい、脱力、腹痛、下痢があり来院。検査結果より、低カリウム血症の徴候が見られた。 ■ 入院から 2 時間後、舌及び顔のしびれ、胸の圧迫感、動悸、言語困難、筋肉のけいれん、歩行不安定が起きる。ECG では、頻繁な心室性期外収縮、房室ブロック、心室頻拍、PR 間隔延長、ST 低下が見られる。 ■ 摂取から約 10 時間後、塩化バリウムを飲んだことが判明し、胃洗浄、チオ硫酸ナトリウム静注を行う。 ■ 2 時間後、患者の容体は安定し、ICU で厳格なモニタリングの下でカリウム量を調整した。2 日後、血清カリウム濃度上昇とともに、筋力も回復した。	■ 経路：経口 ■ 時間：4 時間（摂取から入院まで）	■ 物質：500ml の水に溶かした最低 3.0g の塩化バリウム ■ 濃度：不明	■ 自殺目的で塩化バリウムを摂取しばく露。	Tao H et al 2016

19.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

19.4.1 国外機関

表 19.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等：バリウム

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	Barium and Compounds
	評価・ばく露限界値等	CBD (Inhalation route) (ヒト発がん性を決定できない物質) NL (Oral route) (ヒト発がん性の可能性が低い物質)
EU	評価物質名称	BARIUM
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: (Ba として): 0.5mg/m ³ (TWA)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	BARIUM
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.5mg/m ³ , as TWA A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	BARIUM
	評価・ばく露限界値等	MAK: (Ba として, inhalable fraction): 0.5 mg/m ³ ピークばく露限度カテゴリー: II(8); 妊娠中のリスクグループ: D

表 19.4-2 各機関による評価・ばく露限界値等：硝酸バリウム

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

表 19.4-3 各機関による評価・ばく露限界値等：塩化バリウム

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	BARIUM CHLORIDE
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: (Ba として): 0.5mg/m ³ (TWA)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	BARIUM CHLORIDE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.5mg/m ³ , as TWA A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	BARIUM CHLORIDE
	評価・ばく露限界値等	MAK: (Ba として): 0.5mg/m ³ ; ピークばく露限度カテゴリー:II(8): 妊娠中のリスクグループ: D

19.4.2 国内機関

表 19.4-4 バリウムの許容濃度¹³²

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【バリウム】 [7440-39-3]	—	—	—	—	—	—	—	—
【硝酸バリウム】 [10022-31-8]	—	—	—	—	—	—	—	—
【塩化バリウム】 [10361-37-2]	—	—	—	—	—	—	—	—

¹³² 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 19.4-5 バリウムの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【金属バリウム】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	×	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2A	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（神経系、心血管系、消化管、筋肉系） 区分 3（気道刺激性）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（心血管系、神経系、筋肉系、腎臓）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施日：H28 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

表 19.4-6 硝酸バリウムの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【硝酸バリウム】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	区分 4	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2A	
4		呼吸器感作性	×	
		皮膚感作性	×	
5		生殖細胞変異原性	×	
6		発がん性	×	
7		生殖毒性	×	
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（神経系、心血管系、筋肉系、腎臓、消化管）、 区分 3（気道刺激性）	
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（心血管系、神経系、筋肉系、腎臓）	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	

GHS 分類実施年度：H28 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

表 19.4-7 塩化バリウムの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）¹³³

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【塩化バリウム】	【Barium chloride】
1	急性毒性	経口	区分 3	3 *
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	4 *
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	区分 2	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	×	—
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（神経系、心血管系、筋肉系、腎臓） 区分 3（気道刺激性）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（心血管系、神経系、筋肉系、腎臓）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施日：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/16

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

¹³³ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

20. ブタン

20.1 物質の性状

労働安全衛生法において、ブタンに分類されている化学物質のうち、本調査の目的に資する文献がある以下 2 物質を対象に整理を実施した¹³⁴。

- ・ n-ブタン
- ・ イソブタン

n-ブタンは、無臭で無色の圧縮液化気体である。気体は空気より重く、地面に沿って移動し、遠距離発火の可能性がある。低くなった場所では、滞留して酸素欠乏を引き起こすことがある。また、流動、攪拌などにより、静電気が発生することがある¹³⁵。

イソブタンは、特徴的な臭気のある、無色の圧縮液化気体である。気体は空気より重く、地面に沿って移動し、遠距離発火の可能性がある。流動、攪拌などにより、静電気が発生することがある。強酸化剤、アセチレン、ハロゲン及び窒素酸化物と反応する。火災や爆発の危険を生じる¹³⁶。

表 20.1-1 n-ブタンの物理化学的特性¹³⁵

分子量：58.1	比重：0.6	融点：-138℃	沸点：-0.5℃
CAS No：106-97-8	溶解性（対水溶解度）：0.061g/L		

表 20.1-2 イソブタンの物理化学的特性¹³⁶

分子量：58.1	比重：0.6	融点：-160℃	沸点：-12℃
CAS No：75-28-5	溶解性（対水溶解度）：不溶		

20.2 利用状況・規制等

n-ブタンは、主に石油化学原料として利用されている¹³⁷。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物とされている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

イソブタンは、有機合成原料、噴霧剤、燃料などに利用されている¹³⁸。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

¹³⁴ 労働安全衛生法 別表第 9 の 482：名称等を表示し、又は通知すべき危険物質及び有害物に分類されている。NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/cmpInfLst?_e_trans=&slIdxNm=489&slScNm=RJ_04_021&slScCtNm=0&slScRgNm=-<CatFl=&slMdDplt=5<PgCt=100&stMd=) (2020 年 2 月閲覧)

¹³⁵ ILO (2003) International Chemical Safety Card BUTANE

(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0232&p_version=2)

¹³⁶ ILO (1998) International Chemical Safety Card ISOBUTANE

(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0901&p_version=2)

¹³⁷ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_106-97-8.html) (2019 年 10 月閲覧)

¹³⁸ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_75-28-5.html) (2019 年 10 月閲覧)

20.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関して海外の文献 4 件をリストアップした。なおこれらは全て意図的な吸入、自殺による症例である。これらの文献レビューサマリーは表 20.3-1 に示すとおりである。

表 20.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 神経系の疾病等	■ 38 歳男性囚人 ■ 刑務所で昏睡状態になっているところを発見される。近くには空の調理用 LPG 缶があった。 ■ 動脈血ガスの分析により、低酸素症、高炭酸ガス血症、及び混合性アシドーシスが示された。MRI は、両方の小脳半球にわずかな低密度を示した。 ■ 初期 48 時間で患者の容態は回復。翌週は覚醒し、立つこともできたが、バランスが不安定で歩行は不可能であった。 ■ 退院 2 か月後、こわばり、運動緩慢、及び低血圧がより顕著になり、右足と左手のジストニアが発症。 ■ 1 年後の現在、歩行ができず車椅子を使用。主な症状は重度の運動失調、広範囲の可塑性硬直、運動緩慢、及びジストニアである。中程度構音障害もあり、発話は頻繁に中断されるため非常に遅い。 ■ LPG の主原料でプロパン及びブタンは親油性であるため、吸入後、肺から血液に取り込まれ脂質が豊富な組織、特に脳に高濃度で分布する。また本症例は、MRI 検査の結果から、組織中毒性低酸素症に起因する無酸素脳障害のメカニズムが働いたと考えられた。	■ 経路：吸入 ■ 時間：不明	■ 物質：イソブタン含有 LPG ガス ■ 濃度：不明	■ 調理用に与えられる LPG ガスを囚人が吸入してばく露。	Godani M et al. 2015

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
2	- 循環器系の疾病等 - 神経系の疾病等	14 歳男児 - 心室細動があり、救急隊員により挿管・蘇生処置をされたのち、ICU に搬送。 - 自発呼吸はなし。グラスゴーコーマスケールは 3。ECG では、リード V4-V6 で二相性 T 波及び QT 延長を示した。心エコー検査により、駆出率が低く（33%）、短縮率が低い（14%）左心室収縮機能障害が示された。また、頭部の CT は軽度の脳浮腫を示した。 - 入院 3 日後にブタンガスを吸入したことが判明。心臓機能は回復しつつあったが、神経状態は回復の兆しがなく、脳死となり入院 13 日目に死亡。 - 本症例は、低酸素症の結果 QT 延長が起こり、左心室機能障害、及び心室細動につながる心筋損傷を発症したと考えられる。	- 経路：吸入 - 時間：不明	- 物質：ブタンガス - 濃度：不明	ブタンガスを吸入してばく露	Pamuk U et al. 2018.

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
3	呼吸器系の疾病等	症例 1 18 歳女性 - 部屋で死亡しているところを発見される。数年間に及ぶブタン・トルエンの吸入歴有り。死亡前夜、アルコールを摂取しブタンガスカートリッジの吸入を行う。死亡約 12 時間後に剖検。脳と肺に浮腫が見られた。肺組織のイソブタン濃度は、27.1μg/g であった。 症例 2 28 歳男性 - うつ病、自殺願望があり、ブタンカートリッジが部屋中に転がった状態で死亡しているところを発見される。10 年前にブタンとシンナーの使用歴があるが最近は見使用していなかった。死亡約 1.5 日後の剖検では肺浮腫が見られた。肺組織のイソブタン濃度は 6.1μg/g であった。 症例 3 34 歳男性 - トルエン常習者であり、ブタンカートリッジが部屋に散乱した状態で死亡しているところを発見される。推定死亡 3 日後に剖検を行い、肺浮腫が見られた。肺組織細胞のイソブタン濃度は検出限界以下だった。 3 例とも、肺をはじめとする全ての器官及び血液において、イソブタンより n-ブタン濃度のほうが高かった。 - ブタン吸入による直接的な死因に、窒息、迷走神経抑制、呼吸抑制、不整脈がある。剖検において肺浮腫以外に急性死の所見が見られなかったため、死因は上記のいずれか又は組み合わせであると考えられた。	- 経路：吸入 - 時間：不明	- 物質：ブタンガス - 濃度：不明	ブタンガスを吸入（鼻から吸う）してばく露	Ako Sasao 2015

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
4	循環器系の疾病等	25 歳女性 - ばく露直後心停止となり、夫がすぐに心肺蘇生を開始し、搬送。最初に記録されたリズムは粗い心室細動であり、電気ショック（360J）を行い 3 回目で洞調律に戻った。蘇生の過程で気管挿管され、100%酸素吸入治療を行った。静脈内ドーパミン注入を開始。 - 心血管系の検査で規則的な頻脈が明らかとなる。聴診では、両肺の頂点まで広がる両側の粗いラ音あり。患者は常に傾眠し、深い痛みを伴う刺激には反応した。 - 血圧は数時間で安定し、ドーパミン注入は 12 時間後に中止。蘇生後の 12 リード表面心電図は、急性虚血性変化のない洞性頻拍を示した。蘇生の 4 時間後、テレメトリーにより、頻繁に心室細動があり、エスモロール注入を開始。 3 日目に抜管に成功し、5 日目で退院。神経、肺、又は心血管系の後遺症はなかった。	- 経路：吸入 - 時間：不明	- 物質：イソブタン含有消臭剤 - 濃度：不明	スーパーで意図せずイソブタン含有消臭剤を鼻孔から吸入してばく露	Senthilkumar an S et al. 2012

20.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

20.4.1 国外機関

表 20.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等: n-ブタン

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	butane (containing $\geq 0,1\%$ butadiene (203-450-8)) ¹³⁹
	評価・ばく露限界値等	1A (ヒトに対する発がん性が知られている物質)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	BUTANE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 1,000ppm (STEL)
DFG	評価物質名称	BUTANE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 2,400mg/m ³ ; 1,000ppm; ピークばく露限度カテゴリー: II(4); 妊娠中のリスクグループ: D

表 20.4-5 各機関による評価・ばく露限界値等:イソブタン

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	isobutane (containing $\geq 0,1\%$ butadiene (203-450-8)) ¹³⁹
	評価・ばく露限界値等	1A (ヒトに対する発がん性が知られている物質)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ISOBUTANE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 1,000ppm (STEL)
DFG	評価物質名称	ISOBUTANE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 2,400mg/m ³ ; 1,000ppm; ピークばく露限度カテゴリー: II(4); 妊娠中のリスクグループ: D

¹³⁹ 発がん性はブタジエンに起因するものである (参考)。

20.4.2 国内機関

表 20.4-6 日本産業衛生学会によるブタンの許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 摂取	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【ブタン（全異性体）】 [106-97-8]	500	1,200	—	—	—	—	—	'88
【ブタン イソブタン】 ¹⁴⁰ [75-28-5]	—	—	—	—	—	—	—	—

表 20.4-8 n-ブタンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【n-ブタン】	2019 年現在分類されて いない
1	急性 毒性	経口	—	
		経皮	—	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2	皮膚腐食性/刺激性		×	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		×	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		×	
8	標的臓器/全身毒性（単回ばく露）		区分 3（麻酔作用）	
9	特定標的臓器毒性（旧反復ばく露）		×	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		—	

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

¹⁴⁰ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 20.4-9 イソブタンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【2-メチルプロパン】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	—	
		経皮	—	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2	皮膚腐食性/刺激性		—	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		—	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×（但し、不純物のブタジエン含量が 0.1% 以上の場合、区分 1B） 139	
6	発がん性		×（但し、不純物のブタジエン含量が 0.1% 以上の場合、区分 1A） 139	
7	生殖毒性		×（但し、不純物のブタジエン含量が 0.3% 以上の場合、区分 1B） 139	
8	標的臓器/全身毒性（単回ばく露）		区分 1（循環器系）、 区分 3（麻酔作用）	
9	特定標的臓器毒性（旧反復ばく露）		×	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		—	

GHS 分類実施年度：H30 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

21. イソプロピルアルコール

21.1 物質の性状

イソプロピルアルコールは、無色の液体である。この物質の蒸気は空気とよく混合し、爆発性混合物を生成しやすい。強酸化剤と反応する。ある種のプラスチック及びゴムを腐食する¹⁴¹。

表 21.1-1 プロピルアルコール（イソプロピルアルコール）の物理化学的特性¹⁴¹

分子量：60.1	比重：0.79	融点：-90℃	沸点：83℃
CAS No：67-63-0	溶解性（対水溶解度）：混和		

21.2 利用状況・規制等

本物質は、有機中間体原料、溶剤、脱水剤などに使用されている¹⁴²。OECD のリスク評価書（1997）¹⁴³によると、本物質の製造現場におけるばく露は、きわめて低いとしており、WHO のリスク評価書（1990）¹⁴⁴によると、本物質の製造過程及び溶剤として使用する作業中にばく露する可能性があるとしている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

21.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 22.3-1 に示すとおりである。

¹⁴¹ ILO (1999) International Chemical Safety Card ISOPROPYL ALCOHOL
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0554&p_version=2)

¹⁴² NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/crip/crip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_67-63-0.html) (2019 年 10 月閲覧)

¹⁴³ OECD (1997) SIDS INITIAL ASSESSMENT PROFILE 2-PROPANOL
(<https://hpvchemicals.oecd.org/UI/handler.axd?id=668b6b61-3645-491e-a423-1a7100bc6598>)

¹⁴⁴ IPCS (1990) ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 103 2-PROPANOL
(<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc103.htm>)

表 22.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	皮膚の疾病等	52 歳白人女性 - 初診時には、患者は両手のひら、指の手のひら側に複数の痛みと亀裂を伴う角質増殖性湿疹を患っていた。 - パッチテストの結果、病院で使用される消毒剤 Desderman pure とその成分であるイソプロパノール(イソプロピルアルコール)に陽性を示した。 - 反応部位が 3 日後に減少したことから、アレルギー性ではなく、刺激性の可能性があると考えた。 - また遺伝子検索の結果、ADH 1B 遺伝子のヘテロ接合変異が見られた。この変異は、イソプロパノール(イソプロピルアルコール)を含む 2 級アルコールに対し、アセトンへの酸化を促進する。その結果として、毒性代謝物であるアセトンが蓄積し、皮膚炎を引き起こしたと考えられた。	- 経路：経皮 - 時間：13 年間	- 物質：イソプロパノール(イソプロピルアルコール)含有消毒剤(商品名：Desderman pure) - 濃度：不明	13 年間看護師として勤務しばく露。職場では最低 1 日 10 回以上、手洗い及び消毒を行った。私用の防護アイテムを使ったが症状に対する効果はなかった。	Galli-Novak E et al. 2019

21.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

21.4.1 国外機関

表 22.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Isopropyl alcohol
	評価・ばく露限界値等	3（ヒトに対する発がん性について分類できない）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ISOPROPYL ALCOHOL
	評価・ばく露限界値等	TLV: 200ppm (TWA); 400ppm (STEL); A4(人における発がん性が分類できていない物質) BEI（生物学的ばく露指標）記載あり.
DFG	評価物質名称	ISOPROPYL ALCOHOL
	評価・ばく露限界値等	MAK: 500mg/m ³ ; 200ppm; ピークばく露限度カテゴリー: II(2) 妊娠中のリスクグループ: C

21.4.2 国内機関

表 22.4-2 日本産業衛生学会によるプロピルアルコール（イソプロピルアルコール）の許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度 ¹⁴⁵		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【イソプロピルアルコール】 [67-63-0]	400	980	—	—	—	—	—	'87

¹⁴⁵ 最大許容濃度。常時この濃度以下に保つこととされている。

表 22.4-3 プロピルアルコール（イソプロピルアルコール）の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【イソプロピルアルコール】	【Propan-2-ol】
1	急性 毒性	経口	—	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2	2
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	×	—
7		生殖毒性	区分 2	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（中枢神経系、全身毒性） 区分 3（気道刺激性）	3 (drowsiness)
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（血液系） 区分 2（呼吸器、肝臓、脾臓）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H25 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/8/23

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

22. モリブデン及びその化合物

22.1 物質の性状

モリブデンは、銀白色の光沢のある金属、又は暗色の灰色の粉末である。粉末や顆粒状で空気と混合すると、粉じん爆発のおそれがある。酸化剤、ハロゲン及び濃硝酸と激しく反応する。過塩素酸カリウムと爆発を生じるおそれがあり、塩素とも危険な反応を生じる。^{146,147}。

表 22.1-1 モリブデン及びその化合物の物理化学的特性¹⁴⁶

分子量：95.9	比重：10.2	融点：2,617℃	沸点：4,612℃
CAS No：7439-98-7	溶解性（対水溶解度）：不溶		

22.2 利用状況・規制等

モリブデンは、特殊鋼・真空管グリッド・耐熱材料・抵抗体・触媒・潤滑剤・顔料原料、電子材料などに利用されている¹⁴⁸。職業性ばく露に関しては、金属精製と金属加工に携わる労働者は、モリブデンを含む空中浮遊微粒子にさらされる可能性があるとされている。ATSDR のリスク評価書（2017）¹⁴⁹では、モリブデンにばく露される可能性のある職業として、金属精製と金属加工に従事する労働者を挙げている。モリブデンは、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

22.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告（参考）に関しては、海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 22.3-1 表 5.3-1 に示すとおりである。

¹⁴⁶ ILO (2006) International Chemical Safety Card MOLYBDENUM
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1003&p_version=2)

¹⁴⁷ 厚生労働省 (2016) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/7439-98-7.html>)

¹⁴⁸NITE 化学物質総合情報提供システム(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_7439-98-7.html) (2019 年 10 月閲覧)

¹⁴⁹ ATSDR (2017) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR MOLYBDENUM (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp212.pdf>)

表 22.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	コホート内症例対照研究	- 金属ばく露と脳卒中の関係を調べるために、中国の東風汽車集团有限公司の退職者コホートに属する 29,763 人（平均 66.55±7.59 歳、男性比率 62.1%）について、血中金属濃度測定を行った。また平均 6.1 ±2.3 年間フォローアップを行い、そのデータに基づき脳卒中発症群（1,304 件）と対照群とに分けた。 - 解析には、BMI、喫煙、飲酒、運動、家族の脳卒中歴、高脂血症、糖尿病、高血圧について調整した条件付きロジスティック回帰を用いた。	- フォローアップ期間中に、1,304 件の脳卒中（脳梗塞 1,035 件、脳出血 269 件）が見られた。 - 脳卒中発症と以下の血中金属の間には有意な関連が見られた（四分位範囲増加当たりの OR1.19 (95%CI:1.05-1.35)、p=0.07（モリブデン）、OR1.29 (95%CI:1.13-1.46)、p<0.001（銅）、OR1.30 (95%CI:1.07-1.59)、p=0.006（チタン））。 - 複数金属ばく露に基づいた予測血漿金属スコアは、虚血性及び出血性脳卒中の高リスクと有意に関連していた（四分位範囲ごとの調整（OR1.37 (95%CI:1.20-1.56)（虚血性）、OR1.53 (95%CI:1.16-2.01)（出血性）））。	- 経路：不明 - 時間：不明	- 物質：モリブデン - 濃度：不明	退職者を追跡したコホート研究である。	Xiao Y et al 2019

22.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

22.4.1 国外機関

表 22.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	MOLYBDENUM
	評価・ばく露限界値等	TLV: (吸引性画分) 10mg/m ³ , as TWA. TLV: (吸入性画分) 3mg/m ³ , as TWA
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

22.4.2 国内機関

表 22.4-2 日本産業衛生学会によるモリブデン及びその化合物の許容濃度¹⁵⁰

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【モリブデン及びその 化合物】 [7439-98-7]	—	—	—	—	—	—	—	—

¹⁵⁰ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 22.4-3 モリブデン及びその化合物の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【モリブデン及びその化合物】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	×	
		経皮	×	
		吸入：ガス	－	
		吸入：蒸気	－	
		吸入：粉じん、ミスト	－	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（気道刺激性）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		×	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、－：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

23. ロジン

23.1 物質の性状

ロジンは、特徴的な臭気のある淡黄色～琥珀色の小片又は粉末である。松の木から得られる物質で、ウッドロジン、ガムロジン、トール油ロジンとして入手できる。加熱すると分解し、刺激性のフェュームを生じる¹⁵¹。

表 23.1-1 ロジンの物理化学的特性^{151,152}

分子量：-	比重：1.07	融点：100-150℃	沸点：280℃で分解する
CAS No：8050-09-7	溶解性（対水溶解度）：不溶		

23.2 利用状況・規制等

本物質は、塗料原料、インキ、ゴム接着剤、石鹼、染料、皮靴などに利用されている^{152,152}。職業性ばく露に関しては、本物質を含む松やに、はんだ融剤、樹脂酸などを扱う作業者が喘息あるいは喘息様症状を呈した症例が報告されている¹⁵²。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

23.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告に関する文献はなかった。症例報告（参考）に関しては、海外の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 23.3-1 に示すとおりである。

¹⁵¹ILO (2004) International Chemical Safety Card ROSIN

(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0358&p_version=2)

¹⁵²厚生労働省 (2010) 職場のあんぜんサイト(<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/8050-09-7.html>)

表 23.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	皮膚の疾病等	84 歳男性 - 足の爪の肥厚に対して、毎晩尿素入りクリームを塗布しプラスチック包帯をしていたが、足指にびらん性発疹が起これ来院。 - パッチテストの結果、包帯に含有されているロジン（コロホニウム）に陽性反応を示した。 - 患者は 6 年前に、静脈性下腿潰瘍を発症しておりその時のハイドロコロイド創傷被覆材によって、ロジン（コロホニウム）に感作したと考えられる。	- 経路：経皮 - 時間：不明	- 物質：ロジン（コロホニウム）含有プラスチック包帯 - 濃度：不明	ロジン（コロホニウム）含有プラスチック包帯を足の爪に使用してばく露	Piraccini BM et al 2012
2	皮膚の疾病等	32 歳韓国女性 - アイロンの火傷で来院し、DuoDERM Extrathin を処方される。 2 日後、蕁麻疹が発症し悪化。また、Extrathin 貼付部位の周囲に紅斑パッチが現れ、Extrathin を外した。同様の症状が 2 年前にもあったことが判明した。 9 日後、Extrathin を外した後も蕁麻疹、紅斑が消えず来院。 - パッチテストの結果、Extrathin に粘着成分として含まれているコロホニウムに陽性反応を示した。	- 経路：経皮 - 時間：2 日間	- 物質：Extrathin に粘着成分として含有されるコロホニウム - 濃度：不明	ロジン（コロホニウム）含有 Extrathin を処方さればく露	Suhng EA et al 2011

23.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

23.4.1 国外機関

表 23.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ROSIN
	評価・ばく露限界値等	TLV (感作性)
DFG	評価物質名称	ROSIN
	評価・ばく露限界値等	MAK 皮膚感作 (SH)

23.4.2 国内機関

表 23.4-2 日本産業衛生学会によるロジンの許容濃度¹⁵³

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【ロジン】 [8050-09-7]	—	—	—	—	—	—	—	—

¹⁵³ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 23.4-3 ロジンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ロジン】	【Rosin】
1	急性毒性	経口	—	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 4	
2	皮膚腐食性/刺激性		—	—
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2B	—
4	呼吸器感作性		区分 1	—
	皮膚感作性		区分 1	1
5	生殖細胞変異原性		—	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		×	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		×	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		×	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H21 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/31

CLP 分類：（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

24. アルファーナフチルアミン及びその塩

24.1 物質の性状

アルファーナフチルアミン及びその塩に分類されている化学物質のうち、本調査の目的に資する文献がある 1-ナフチルアミンを対象に整理を実施した。1-ナフチルアミンは、特徴的な臭気のある白色の結晶であり、空気、光及び水分にばく露すると赤色になる。燃焼すると分解し、窒素酸化物及び一酸化炭素を生じる。本物質は、弱塩基である¹⁵⁴。

表 24.1-1 アルファーナフチルアミン及びその塩の物理化学的特性¹⁵⁴

分子量：143.2	比重：密度：1.12g/cm ³	融点：50.0℃	沸点：300.8℃
CAS No：134-32-7	溶解性（対水溶解度）：不溶		

24.2 利用状況・規制等

本物質は、染料、ゴム薬品などに利用されている¹⁵⁵。特定化学物質の第1類に指定され、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。製造には厚生労働大臣の許可が必要である。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

24.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 24.3-1 に示すとおりである。

¹⁵⁴ ILO (2000) International Chemical Safety Card 1-NAPHTHYLAMINE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0518&p_version=2)

¹⁵⁵ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_134-32-7.html) (2019 年 10 月閲覧)

表 24.3-1 疫学研究報告

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	コホート研究	■ 抗酸化剤へのばく露（1-ナフチルアミン及び2-ナフチルアミン）と、発がん性の関係を調べるために、英国でゴム又はケーブル製造産業に勤務している男性コホート 36,442 人（フォローアップ開始時 35 歳以上）を対象に調査。 ■ がんでの死亡に関して 1967-2015 年の 49 年にわたってフォローアップし、英国人全体のがんの標準化死亡比と比較した。 ■ 工場や部門/職種ごとに分類し、属性ごとに解析を実施。	■ 1967 年時点の年齢は、35-44 歳が 31.8%、45-54 歳が 36.3%、55-64 歳が 29.8%、65 歳以上が 2.1%であった。 ■ 全ての原因、全ての悪性新生物、非悪性呼吸器疾患及び循環器疾患に関して、SMR（Standardized mortality ratio 標準化死亡比）は、ばく露群で有意に高値を示した。特に胃がん(SMR 1.26 (95%CI: 1.18-1.36))、肺がん(SMR 1.25 (95%CI: 1.21-1.29))、膀胱がん(SMR 1.16 (95%CI: 1.05-1.28))では顕著であった。 ■ 胃がんの SMR 増加は、非タイヤ部門(SMR 1.19 (95%CI: 1.08-1.31))より、タイヤ部門(SMR 1.38 (95%CI: 1.23-1.53))で高かった。 ■ 職種ごとの解析では、多くのがんで、SMR が原材料取り扱いで最も高くなり、仕上げにおいて最も低くなる傾向が見られた。膀胱がんだけは、前処理（特に押出加工・部材建築）において SMR が最も高かった (SMR 1.41 (95%CI: 1.16-1.70))。 ■ 1949 年以前に 1-ナフチルアミンと 2-ナフチルアミンを使用していた工場で働いていた人とのみ、膀胱がんの SMR が有意に増加し(SMR 1.32 (95%CI: 1.13-1.54))た。1949 年以降の勤務者(SMR 1.07 (95%CI: 0.92-1.25))、又は当該抗酸化剤の使用がない工場での勤務者(SMR 1.10 (95%CI: 0.90-1.34))では膀胱がんの SMR 増加は見られなかった。	■ 経路：不明 ■ 時間：不明	■ 物質：1-ナフチルアミン及び2-ナフチルアミン ■ 濃度：不明	■ ゴム又はケーブル製造産業に勤務してばく露。英国では、1-ナフチルアミン及び2-ナフチルアミンは 1949 年に使用撤廃されたため、当該抗酸化剤を使用していた工場に 1950 年より前に勤務、1950 年以降に勤務、当該抗酸化剤の使用がない工場に勤務の 3 つに分類した。工場でのセクターは、タイヤ部門、非タイヤ部門に分けた。また職種は、原材料取り扱い、前処理、加硫、仕上げに分類した。	McElvenny DM et al. 2018

24.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

24.4.1 国外機関

表 25.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	1-Naphthylamine
	評価・ばく露限界値等	3（ヒトに対する発がん性について分類できない）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

24.4.2 国内機関

表 25.4-2 日本産業衛生学会によるアルファーナフチルアミン及びその塩の許容濃度¹⁵⁶

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【アルファーナフチルア ミン及びその塩】 [134-32-7]	—	—	—	—	—	—	—	—

¹⁵⁶ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 25.4-3 1-ナフチルアミンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）¹⁵⁷

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【アルファ-ナフチルアミン】	【1-naphthylamine】
1	急性毒性	経口	区分 4	4 *
		経皮	区分 3	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2B	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	—	—
6		発がん性	—	—
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 2（血液）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	×	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/4

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

¹⁵⁷ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

25. アクリル酸

25.1 物質の性状

アクリル酸は、刺激臭のある無色の液体である。蒸気は抑制されておらず、重合して排気孔や火災防止装置を塞ぐことがある。加熱や光、酸素、過酸化物などの酸化剤、他の活性化剤（酸、鉄塩）の影響下で容易に重合し、火災又は爆発の危険を生じる。加熱すると分解し、有毒なガスを生じる。本物質は、中程度の強酸であり、強塩基及びアミンと激しく反応する。ニッケル及び銅を含む多くの金属を腐食する¹⁵⁸。

表 25.1-1 アクリル酸の物理化学的特性¹⁵⁸

分子量：72.07	比重：1.05	融点：14℃	沸点：141℃
CAS No：79-10-7	溶解性（対水溶解度）：混和する		

25.2 利用状況・規制等

本物質は、おむつ、水処理用等に用いられる高吸水性樹脂（ポリアクリル酸塩）の合成原料に使用される他、塗料、粘着剤、接着剤等に用いられるアクリル酸エステルの合成原料に使用される。また、化粧品原料、結合剤、乳化安定剤、皮膜形成剤、親水性増粘剤、食品添加物（ポリアクリル酸ナトリウム）原料などの合成原料として利用されている^{159,160}。化学物質の環境リスク初期評価（2012）¹⁶¹では、本物質及びアクリル酸化合物を取り扱っていた労働者の症例を示している。また、OECD のリスク評価書（2001）¹⁶¹では、本物質の生産及び加工中、並びに接着剤の製造及び使用中に本物質にばく露される可能性があるとしている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められており、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

25.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 25.3-1 に示すとおりである。

¹⁵⁸ ILO (2013) International Chemical Safety Card ACRYLIC ACID
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0688&p_version=2)

¹⁵⁹ 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2008) 有害性評価書
(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_02_001/hazard/hyokasyo/No-108.pdf)

¹⁶⁰ 国内では、ポリアクリル酸ナトリウムとして指定添加物リスト（規則別表第 1）に定められている。

(<https://www.ffcr.or.jp/webupload/d909191716ab80700dcfe5f36f703a136390b0ec.pdf>)(2020 年 1 月閲覧)

¹⁶¹ 環境省 (2012) 化学物質の環境リスク初期評価 (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h24-01/pdf/chpt1/1-2-2-01.pdf>)

表 25.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	皮膚の疾病等	72 歳女性 - 慢性虚血性心疾患のため、3 か月ごとに 24 時間装着型心電図を用いてモニタリングを行っていた。 - ばく露 24 時間以内に、電極装着部位に一致する形で痒みを伴う水疱が出現して来院。 - 水疱は、クロベタゾールジプロピオン酸塩軟膏を処方し 2 週間で改善した。 - 後日パッチテストを行った結果、アクリル酸に陽性反応を示した。 - 化学分析の結果、アクリル酸は電極のヒドロゲル部分及びフォームの外側の環状接着面に不純物として存在することが判明した。	- 経路：経皮 - 時間：心電図検査の時間	- 物質：アクリル酸 - 濃度：不明	心電図電極を装着してばく露	Foti C et al. 2018

25.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

25.4.1 国外機関

表 25.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Acrylic acid
	評価・ばく露限界値等	3（ヒトに対する発がん性について分類できない）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	ACRYLIC ACID
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 29mg/m ³ , 10ppm (TWA) ; 59mg/m ³ , 20ppm (STEL)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ACRYLIC ACID
	評価・ばく露限界値等	TLV: 2ppm (TWA); (皮膚吸収); A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	ACRYLIC ACID
	評価・ばく露限界値等	MAK: 30mg/m ³ ; 10ppm; ピークばく露限度カテゴリー: I(1) 妊娠中のリスクグループ: C

25.4.2 国内機関

表 25.4-2 日本産業衛生学会によるアクリル酸の許容濃度¹⁶²

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【アクリル酸】 [79-10-7]	—	—	—	—	—	—	—	—

¹⁶² 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 25.4-3 アクリル酸の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）¹⁶³

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【アクリル酸】	【Acrylic acid】
1	急性 毒性	経口	区分 4	4 *
		経皮	区分 3	4 *
		吸入：ガス	—	4 *
		吸入：蒸気	区分 3	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 4	
2		皮膚腐食性/刺激性	区分 1A	1A
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 1	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	—	—
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	×	—
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（呼吸器、腎臓） 区分 2（肝臓）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（呼吸器）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/8/21

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

¹⁶³ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

26. アジピン酸

26.1 物質の性状

アジピン酸は、無臭の無色の結晶性粉末である。粉末や顆粒状で空気と混合すると、粉じん爆発の可能性がある。乾燥状態では、攪拌、圧気輸送、注入などにより、静電気を帯びることがある。また、加熱すると分解する。燃焼した時、有害ガス（一酸化炭素、二酸化炭素）を発生させ、火災時には刺激性もしくは有毒なヒュームやガスを放出する^{164,165}。

表 26.1-1 アジピン酸の物理化学的特性¹⁶⁴

分子量：146.14	比重：密度：1.36g/cm ³	融点：152℃	沸点：338℃
CAS No：124-04-9	溶解性（対水溶解度）：14g/L		

26.2 利用状況・規制等

本物質は、ナイロン樹脂原料、可塑剤原料、食品添加物などに利用されている。

環境省の化学物質の環境リスク初期評価（2016）¹⁶⁶によると、米国の化学工場のポリエステル部門の労働者がばく露された事例が報告されている。化学物質安全性（ハザード）評価シート（1999）¹⁶⁷においては、本物質の製造工場の労働者や、製薬工場で本物質を原料とするスピラマイシンを扱っていた作業員のばく露例が示されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

26.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として国内の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 26.3-1 に示すとおりである。

¹⁶⁴ ILO (1998) International Chemical Safety Card ADIPIC ACID
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0369&p_version=2)

¹⁶⁵ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_124-04-9.html) (2019 年 10 月閲覧)

¹⁶⁶ 環境省 (2016) 化学物質の環境リスク初期評価 (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h28-01/pdf/chpt1/1-2-2-01.pdf>)

¹⁶⁷ 化学物質評価研究機構 (1999) 既存化学物質安全性(ハザード)評価シート
(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_02_011/98-12.pdf)

表 26.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	皮膚の疾病等	- アジピン酸ポリエステルはアジピン酸と二官能基を持つグリコールが反応して高分子化した物質であり、末端の酸をアルコールで封鎖（エステル化）して製品化される。 - 症例 1 55 歳女性 - 初診 2 か月前から両手に掻痒性紅色皮疹があり、1 週間前から背部にも出現、全身に拡大。 - パッチテストの結果、塩化ビニル手袋に可塑剤として含まれるアジピン酸ポリエステルに陽性反応を示した。 - 症例 2 54 歳女性 - 農業に従事して以来 20 数年、手に湿疹が発症。受診 1 か月前より湿疹が悪化し、10 日前より体幹にも波及してきたため来院。 - パッチテストの結果、塩化ビニル手袋に可塑剤として含まれるアジピン酸ポリエステルに陽性反応を示した。	- 経路：経皮 - 時間： - 症例 1：不明、症例 2：20 数年	- 物質：塩化ビニル手袋に含まれるアジピン酸ポリエステル - 濃度：手袋等の軟質ポリ塩化ビニル樹脂に含まれる可塑剤濃度、35-60%	- 可塑剤としてアジピン酸ポリエステルを含有する塩化ビニル手袋を使用しておりばく露。 - 症例 1 は農業に従事しており、トマト栽培のためハウスの中で手袋をしている。症例 2 は農業兼清掃業に従事しており、20 年以上にわたってナスの栽培のためにゴムや塩化ビニル製の手袋を使用。	西岡和恵ら 2008

26.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

26.4.1 国外機関

表 26.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ADIPIC ACID
	評価・ばく露限界値等	TLV: 5mg/m ³ , as TWA
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

26.4.2 国内機関

表 26.4-2 日本産業衛生学会によるアジピン酸の許容濃度¹⁶⁸

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【アジピン酸】 [124-04-9]	—	—	—	—	—	—	—	—

¹⁶⁸ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 26.4-3 アジピン酸の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【アジピン酸】	【Adipic acid】
1	急性 毒性	経口	—	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2A	2
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	×	—
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 3（気道刺激性）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	×	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated: 2019/8/8

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

27. 亜硝酸イソブチル

27.1 物質の性状

亜硝酸イソブチルは、無色の液体である。蒸気は空気より重く、地面に沿って移動して遠距離発火の可能性がある。燃焼すると分解し、窒素酸化物などの有毒なガスを生じる¹⁶⁹。

表 27.1-1 亜硝酸イソブチルの物理化学的特性¹⁶⁹

分子量：103.1	比重：0.87	融点：-	沸点：67℃
CAS No：542-56-3	溶解性（対水溶解度）：非常に溶けにくい		

27.2 利用状況・規制等

本物質は、主に芳香剤添加物に利用されている¹⁷⁰。また、厚生労働省により、指定薬物として定められている¹⁷¹。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物として、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

27.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として国内の文献 1 件、海外の文献 1 件をリストアップした。症例報告（参考）はいずれも誤飲又は意図的な摂取による事故である。これらの文献レビューサマリーは表 27.3-1 に示すとおりである。

¹⁶⁹ ILO (2006) International Chemical Safety Card ISOBUTYL NITRITE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1651&p_version=2)

¹⁷⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_542-56-3.html) (2019 年 10 月閲覧)

¹⁷¹ 厚生労働省指定薬物一覧に定められている。(<https://www.mhlw.go.jp/bunya/iyakuhin/yakubuturanyou/scheduled-drug/list.html>) (2019 年 10 月閲覧)

表 27.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	- 血液系・造血器の疾病関係等 - 神経系の疾病等 - 消化器系の疾病等	45 歳男性 - 飲用 30 分後、嘔吐、意識障害、尿失禁、便失禁があり、病院に搬送。 - 搬送時のグラスゴーコーマスケールは、E1 V2 M4。呼吸速度 26/分。顕著な全身チアノーゼ。メトヘモグロビン濃度 54.7%。10L の酸素投与にも関わらず、チアノーゼが改善しないことから亜硝酸イソブチル中毒によるメトヘモグロビン血症と診断。 - メチレンブルー1.0mg/kg の静脈注射を行い、1 時間後メトヘモグロビンは 3.8%に減少。入院 4 日後、退院。	- 経路：経口 - 時間：不明	- 物質：亜硝酸イソブチルを主成分とする吸入性刺激物 - 濃度：不明	自販機で購入した吸入用興奮剤（RUSH）9mL を誤って飲用してばく露。	Ito T et al. 2007
2	- 血液系・造血器の疾病関係等 - 消化器系の疾病等	35 歳女性 - ばく露後に嘔吐し昏睡状態。 - 救急医が挿管、換気を行い、ナロキソン塩酸塩とフルマゼニルを投与。 - 入院時、意識不明、重度チアノーゼあり。毒性検査では、尿中テトラヒドロカンナビノールが陽性。メトヘモグロビン濃度が 75.2%。 - 解毒剤としてトルイジンブルーを静脈注射。 - 静注開始 30 分後、メトヘモグロビン濃度は 34.3%に減少し高圧酸素治療法を開始。治療後メトヘモグロビンはさらに 2.2%にまで下がった。2 時間後、換気装置を外した。全身状態改善。通常の肌色に戻る。 - 翌日、酸素供給も停止。患者は神経学的障害もなく、3 日後に退院した。	- 経路：吸入 - 時間：不明	- 物質：亜硝酸イソブチル - 濃度：不明	麻薬常習者であり、アルコール摂取と亜硝酸イソブチル吸入を組み合わせで行いばく露。	Lindenmann J et al. 2006

27.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

27.4.1 国外機関

表 27.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Isobutyl nitrite
	評価・ばく露限界値等	2B（ヒトに対して発がん性を示す可能性がある）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	isobutyl nitrite
	評価・ばく露限界値等	1B（ヒトに対しておそらく発がん性がある物質）
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ISOBUTYL NITRITE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 1ppm (STEL); A3(動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質) BEI (生物学的ばく露指標)記載あり
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

27.4.2 国内機関

表 27.4-2 日本産業衛生学会による亜硝酸イソブチルの許容濃度¹⁷²

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【亜硝酸イソブチル】 [542-56-3]	—	—	—	—	—	—	—	—

¹⁷² 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 27.4-3 亜硝酸イソブチルの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）¹⁷³

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【亜硝酸イソブチル（イソブチル＝ニトリット）】	【Isobutyl nitrite】
1	急性毒性	経口	区分 4	4 *
		経皮	×	—
		吸入：ガス	—	4 *
		吸入：蒸気	区分 3	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		×	—
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		×	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		区分 2	2
6	発がん性		区分 2	1B
7	生殖毒性		×	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（中枢神経系、呼吸器、心血管系、血液系）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（免疫系） 区分 2（呼吸器、血液系）	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

¹⁷³ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

28. アスファルト

28.1 物質の性状

アスファルトは、暗褐色～黒色でセメント様の半固体ないし固体あるいは粘性の液体である。アスファルトの正確な化学組成は、原料となる原油の化学的複雑性と製造工程に左右される。原油は主に脂肪族化合物、環状アルカン、芳香族炭化水素、多環式芳香族化合物、及び鉄、ニッケル、バナジウムなどの金属からなる。原油には、油田ごとに、あるいは同じ油田でも場所が異なれば著しい違いがあるため、これらの化学物質の割合も大いに異なる可能性がある。アスファルトの物理的性質は製造工程により劇的に変化するが、化学的性質は熱分解が生じなければ変わらない。化学的に同一のアスファルトは2つとなく、化学分析によりアスファルトの正確な化学構成あるいは化学組成の解明はできないが、元素分析によりほとんどのアスファルトが79～88重量パーセント(wt%)の炭素、7～13wt%の水素、8wt%以下の硫黄、2～8wt%の酸素、及び3wt%以下の窒素を含むことが分かっている¹⁷⁴。

表 28.1-1 アスファルトの物理化学的特性¹⁷⁴

分子量：-	比重：1.0-1.18	融点：54-173℃	沸点：>300℃
CAS No：8052-42-4	溶解性（対水溶解度）：不溶		

28.2 利用状況・規制等

本物質は、道路舗装材料、ゴム練込み用材料、印刷インキ、塗料、建材、鋳物砂型、防水材料、電気絶縁材料原料などに利用されている¹⁷⁵。

WHO の評価文書（2004）¹⁷⁶によると、本物質への職業性ばく露に関して、道路舗装、アスファルト混合、防水などの作業従事者、屋上防水材製造及びアスファルト生産にかかわった作業員の研究が報告されている。

本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物とされている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

28.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告に関する文献として海外の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 28.3-1 に示すとおりである。

¹⁷⁴ ILO (2004) International Chemical Safety Card ASPHALT
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0612&p_version=2)

¹⁷⁵ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_8052-42-4.html) (2019 年 10 月閲覧)

¹⁷⁶ WHO (2004) Concise International Chemical Assessment Document 59 ASPHALT (BITUMEN)
(https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad59_rev_1.pdf)

表 28.3-1 疫学研究報告

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	横断研究	道路工事と健康被害の関係を調べるために、ラホール（パキスタン）近傍の N5 幹線道路の現場で働く 17-54 歳の従業員 300 人（地盤整備 75 人、アスファルト作業 75 人、大型車両 75 人、対照群としてオフィス勤務 75 人）を対象に、アンケート調査及び最大呼気速度 PEFR（Peak Expiratory Flow Rate）の測定を行った。	- アンケート結果より、幹線道路でのアスファルト作業において咳、喘息、及び皮膚発疹の訴えがよく見られた。 - アスファルト作業においては 48%の従業員が熱ストレス、73%が化学物質ばく露への懸念を訴えていることが明らかになった。 - 肺への悪影響が懸念される化学物質へのばく露を反映して、アスファルト作業（平均 178L/min）の PEFR は、対照群（平均 366L/min）に比べて有意に低かった（$P<0.05$）。 - 熱したアスファルトを準備する時のアスファルトヒュームへのばく露が、PEFR 低下に関連すると考えられた。 - また、地盤整備や大型車両作業に比べて割合は低いですが、アスファルト作業の 7%が中等度難聴を訴えた。	- 経路：経皮、吸入 - 時間：不明	- 物質：アスファルト - 濃度：不明	- 幹線道路の再建工事に従事してばく露。詐病内容は主に、地盤整備（土台作業や微調整作業などの土木作業であり、手作業で石を砕き、砕いて骨材ベースを準備）、アスファルト作業（150-190℃の温度のアスファルト混合準備及びその路面での適用）、大型車両（清掃、舗装、及び圧縮作業にブルドーザーや掘削機を使用）。 - 保護具の使用はほとんどなく、従業員は直接アスファルトヒュームにばく露していた。	Abrar Amina et al. 2017

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
2	症例対照研究	- 膀胱がんと職業性ばく露の関係を調べるために、2007-2009年にイランの病院で膀胱がんと診断された男性160名及び対照群160名の職業歴と職業性ばく露を比較した。 - 解析には、ロジスティック回帰分析及びピアソンの相関係数を用いた。	- 症例群と対照群の平均年齢は63.7歳及び64歳であり、有意な差はみられなかった。また学歴も有意な差がみられなかった。 - 喫煙者は症例群が対照群よりも多かったが、統計的に有意な差はみられなかった。20パック/年以上の喫煙者に限ると、症例群は対照群よりも多かった(P=0.001)。 - 尿路結石の病歴は、統計的に有意な差があり、対照群では少なかった(P=0.039)。 - 職業別に発症リスクを検討するために、対象者が従事していた80種の職種を14個のグループに分類し、それぞれの職業について症例群と対照群で膀胱がんの発症(OR)を比較した。 - 分類した職業グループ以下のとおり。1 営業、2 大工・モザイク職人・家具製造、3 農業・ガーデニング、4 獣医、5 オフィス勤務、6 一般車運転、7 建築業、8 溶接・金属加工・配管・旋盤、9 靴製造・シートカバー・刺繍カバン・靴修理、10 トラックドライバー、11 barberry・塗装・染料工業・印刷・写真・映画撮影術、12 家事、13 繊維・紡糸・靴下、14 機械・屋根ふき・石油精錬所・プラスチック製造。 14グループのうち、2、9、10、13、14は対照群よりも症例群でオッズ比が高かった。(2: 1.14 (95%CI:0.27-4.07)、9: 1.21 (95%CI:0.34-4.57)、10: 3.62 (95%CI:1.04-12.89)、13: 2.23 (95%CI:0.70-7.15)、14: 2.71 (95%CI:1.03-7.59))。そのため、この5グループを「ハイリスクグループ」とし、その他を「ローリスクグループ」と群分けし解析したところ、ハイリスクグループでは、がん発症のリスクが有意に高かった(OR2.43 (95%CI:1.37-4.33))。また分析時に調整を行ったとされる交絡因子の詳細な説明がなかった。	- 経路: 吸入、経皮 - 時間: 不明	- 物質: アスファルト - 濃度: 不明	アスファルトばく露は、ばく露の可能性が高い群中の石油精錬所での勤務等で起こると考えられる。	Aminian O et al 2014

28.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

28.4.1 国外機関

表 29.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Bitumens, occupational exposure to straight-run bitumens and their emissions during road paving
	評価・ばく露限界値等	2B（ヒトに対して発がん性を示す可能性がある）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ASPHALT
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.5mg/m ³ , as TWA A4(人における発がん性が分類できていない物質) BEI (生物学的ばく露指標)記載あり
DFG	評価物質名称	ASPHALT
	評価・ばく露限界値等	MAK: 1.5mg/m ³ ; ピークばく露限度カテゴリー: II(2); 皮膚吸収 (H) 発がん性カテゴリー: 3B; 妊娠中のリスクグループ: D

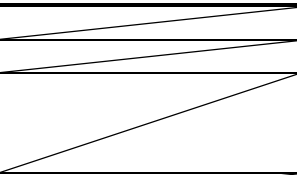
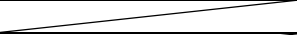
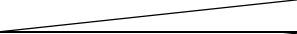
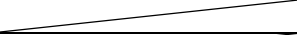
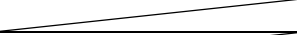
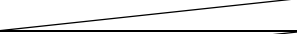
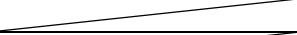
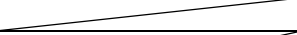
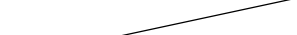
28.4.2 国内機関

表 29.4-2 日本産業衛生学会によるアスファルトの許容濃度¹⁷⁷

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【ピッチューメン（ビツメン， 瀝青質）】 [8052-42-4]	—	—	—	2B	—	—	—	'91

¹⁷⁷ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 29.4-3 アスファルトの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【アスファルト（ストレートアスファルト）】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	×	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2	
4		呼吸器感作性	×	
		皮膚感作性	×	
5		生殖細胞変異原性	区分 2	
6		発がん性	区分 2	
7		生殖毒性	×	
8		標的臓器/全身毒性（単回ばく露）	区分 3（気道刺激性）	
9		特定標的臓器毒性（旧反復ばく露）	区分 1（呼吸器系）	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

29. 亜硫酸水素ナトリウム

29.1 物質の性状

亜硫酸水素ナトリウムは、特徴的な臭気のある無色～黄色の液体である。加熱や酸との接触により、分解し、硫黄酸化物を生じる。酸及び強酸化剤と反応し、火災の危険を生じる。本物質は弱酸であり、金属類を腐食する¹⁷⁸。

表 29.1-1 亜硫酸水素ナトリウムの物理化学的特性¹⁷⁸

分子量：104.06	比重：1.34	融点：< -5℃	沸点：104℃
CAS No：7631-90-5	溶解性（対水溶解度）：-		

29.2 利用状況・規制等

本物質は、還元剤、染色・捺染、漂白剤、脱塩素剤、食品添加物、医薬（賦形剤）¹⁷⁹などに利用されている^{180,181}。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

29.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関して飲食又は段ボールとの接触を介したものとされる国内の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 29.3-1 に示すとおりである。

¹⁷⁸ ILO (2018) International Chemical Safety Card SODIUM BISULFITE 38-40 % AQUEOUS SOLUTION (https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1134&p_version=2)

¹⁷⁹ Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/dbget-bin/www_bget?dr_ja:D02059) (2020 年 2 月閲覧)

¹⁸⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_7631-90-5.html) (2019 年 10 月閲覧)

¹⁸¹ 国内では、指定添加物リスト（規則別表第 1）に定められている。
(<https://www.ffcr.or.jp/webupload/d909191716ab80700dcfe5f36f703a136390b0ec.pdf>)(2020 年 1 月閲覧)

表 29.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	- 呼吸器系の疾病等 - 皮膚の疾病等	66 歳男性。過去に原因不明のアナフィラキシーを 3 回経験。 - ばく露後、全身浮腫性紅斑、呼吸困難が出現し救急搬送。酸素投与、輸液を行い、ヒドロコルチゾンコハク酸エステルナトリウムと d-クロルフェニラミンマレイン酸を点滴静注し、症状は改善した。 - ワインを飲んだ直後に違和感を覚えたことや、過去のアナフィラキシー発症時にもワインを飲んでいたので、酸化防止剤として使用されていた亜硫酸塩が原因と考えられた。 - 皮内テスト¹⁸²の結果、亜硫酸塩と呼ばれる化学物質である亜硫酸ナトリウム、亜硫酸水素ナトリウム、ピロ亜硫酸ナトリウム全てに陽性。	- 経路：経口 - 時間：不明	- 物質：ワインに酸化防止剤として含有される亜硫酸塩 - 濃度：不明	ワインを飲み、酸化防止剤である亜硫酸塩にばく露。	宮澤英彦ら 2018
2	皮膚の疾病等	24 歳女性、身長 161cm、体重 64kg。開腹手術を予定していたが、過去に感冒薬やメチルエフェドリンへのアレルギー反応あり。そのため術前に、薬等へのアレルギー反応の調査を実施した。 19 歳頃より、蕁麻疹が頻発。亜硫酸塩が多く含まれる段ボールへの接触や長期保存食を食べると蕁麻疹ができやすい傾向があった。 - 皮膚テストの結果、亜硫酸塩を多く含む昇圧剤、及び亜硫酸水素ナトリウムに陽性であったことから亜硫酸塩過敏症と診断。	- 経路：経皮、経口 - 時間：不明	- 物質：昇圧薬に酸化防止剤として含有される亜硫酸水素ナトリウム - 濃度：濃度	感作がいつ起こったのかは不明。亜硫酸塩が多く含まれる段ボールへの接触や長期保存食を食べることでばく露があった。	羽野公隆ら 2012

¹⁸² 原文（日本語）に記載のとおり

29.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

29.4.1 国外機関

表 35.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Bisulfites
	評価・ばく露限界値等	3（ヒトに対する発がん性について分類できない）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	SODIUM BISULFITE 38-40 % AQUEOUS SOLUTION
	評価・ばく露限界値等	TLV: 5mg/m ³ , as TWA A4(人における発がん性が分類できていない物質)
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

29.4.2 国内機関

表 35.4-2 日本産業衛生学会による亜硫酸水素ナトリウムの許容濃度¹⁸³

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【亜硫酸水素ナトリウム】 [7631-90-5]	—	—	—	—	—	—	—	—

¹⁸³ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 35.4-3 亜硫酸水素ナトリウムの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）¹⁸⁴

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【亜硫酸水素ナトリウム（34%水溶液）】	【Sodium hydrogensulfite】
1	急性毒性	経口	×	4 *
		経皮	×	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2B	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	×	—
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 3（気道刺激性）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	×	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H25 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

¹⁸⁴ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

30. アリルアルコール

30.1 物質の性状

アリルアルコールは、刺激臭のある無色の液体である。アルコール、クロロホルム、エーテル、石油エーテルと混和する。四塩化炭素、硝酸、クロルスルホン酸と反応し、火災及び爆発の危険をもたらす¹⁸⁵。

表 30.1-1 アリルアルコールの物理化学的特性¹⁸⁶

分子量：58.1	比重：0.9	融点：-129℃	沸点：97℃
CAS No：107-18-6	溶解性（対水溶解度）：混和		

30.2 利用状況・規制等

本物質は、アリルグリシジルエーテルやエピクロロヒドリン、ジアリルフタレート樹脂などの合成原料のほか、医薬品の原料、香料、難燃化剤などに利用されている¹⁸⁵。環境省の化学物質の環境リスク初期評価（2004）¹⁸⁷によると、本物質を床にこぼして衣服をぬらした労働者のばく露例が報告されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物のほか、強い変異原性が認められた化学物質と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

30.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関して、海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 30.3-1 に示すとおりである。

¹⁸⁵ 厚生労働省（2018）職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/107-18-6.html>)

¹⁸⁶ ILO（2000）International Chemical Safety Card ALLYL ALCOHOL
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0095&p_version=2)

¹⁸⁷ 環境省（2004）化学物質の環境リスク初期評価 (http://www.env.go.jp/chemi/report/h16-01/pdf/chap01/02_2_3.pdf)

表 30.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	循環器系の疾病等	55 歳男性（体重 98kg、身長 180cm） 9:30 に無意識で床に倒れているのを発見される。グラスが転がっており、部屋には刺激臭があった。 10:15、医師が到着し患者の死亡を確認。後に到着した救急救命士はまだ生きてると見て蘇生を施すが成功せず、11:10 に死亡確認。 - 剖検にて、胃内容物にアリルアルコールとその代謝物であるアクロレインが含まれていた。アリルアルコールの総量は胃内容物に 3.6g、胆汁に 15mg、尿中に 0.5mg であった。また血中のアクロレインの濃度は 7.2mg/L であった。 - 本症例の死亡は、アクロレイン誘発性急性心肺機能不全が原因と考えられた。	- 経路：経口 - 時間：100 分未満（発見されてから死亡まで）	- 物質：アリルアルコール含有除草剤（商品名 Shell-Unkrauttod A、販売元 BASF、Ludwigshafen、ドイツ）250mL（212.5g のアリルアルコールに相当） - 濃度：85%	アリルアルコール含有除草剤を飲んでばく露	Toennes SW et al 2002

30.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

30.4.1 国外機関

表 30.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	ALLYL ALCOHOL
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 4,8mg/m ³ , 2ppm (TWA); 12,1mg/m ³ , 5ppm (STEL); (皮膚)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ALLYL ALCOHOL
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.5ppm (TWA); (皮膚吸収); A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	ALLYL ALCOHOL
	評価・ばく露限界値等	MAK: 皮膚吸収 (H); 発がん性カテゴリー: 3B

30.4.2 国内機関

表 30.4-2 日本産業衛生学会によるアリルアルコールの許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【アリルアルコール】 [107-18-6]	1	2.4	皮	—	—	—	—	'78

表 30.4-3 アリルアルコールの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）¹⁸⁸

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【アリルアルコール】	【Allyl alcohol】
1	急性 毒性	経口	区分 3	3 *
		経皮	区分 1	3 *
		吸入：ガス	—	3 *
		吸入：蒸気	区分 2	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	区分 2	2
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2A	2
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	×	—
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（中枢神経系、肝臓、腎臓） 区分 3（気道刺激性）	3
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（肝臓）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H29 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/8/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

¹⁸⁸ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

31. アルミニウム及びその水溶性塩

31.1 物質の性状

労働安全衛生法において、アルミニウム及びその水溶性塩に分類されている化学物質¹⁸⁹は以下のとおりである。

- ・ アルミニウム
- ・ 三塩化アルミニウム
- ・ 三塩化アルミニウム水和物
- ・ アルミン酸ナトリウム
- ・ アクリル酸アルミニウム
- ・ アルミニウム化合物

これらのうち、本調査の目的に資する文献がある以下 2 物質を対象に整理した。

- ・ アルミニウム
- ・ 三塩化アルミニウム

アルミニウムは、銀白色～灰色の粉末である。粉末や顆粒状で空気と混合すると、粉じん爆発の可能性がある。水及びアルコールと反応する。酸化剤、強酸、強塩基及び塩素化炭化水素と激しく反応する。火災や爆発の危険を生じる¹⁹⁰。

三塩化アルミニウム（無水物）は、無色～白色の粉末である。水及び湿った空気と激しく反応し、塩化水素を生じる¹⁹¹。

表 31.1-1 アルミニウムの物理化学的特性¹⁹⁰

分子量：27.0	比重：密度：2.7g/cm ³	融点：660℃	沸点：2,327℃
CAS No：7429-90-5	溶解性（対水溶解度）：不溶、反応する		

表 31.1-2 三塩化アルミニウムの物理化学的特性¹⁹¹

分子量：133.3	比重：密度：2.44g/cm ³	融点：-	沸点：-
CAS No：7446-70-0	溶解性（対水溶解度）：反応する		

¹⁸⁹ 労働安全衛生法 別表第 9 の 37：名称等を表示し、又は通知すべき危険物質及び有害物に分類されている。NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/cmpInfLst?_e_trans=&slIdxNm=666&slScNm=RJ_04_021&slScCtNm=0&slScRgNm=-<CatFl=&slMdDplt=0<PgCt=100&stMd=) (2020 年 2 月閲覧)

¹⁹⁰ ILO (2000) International Chemical Safety Card ALUMINIUM POWDER
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0988&p_version=2)

¹⁹¹ ILO (2005) International Chemical Safety Card ALUMINIUM CHLORIDE (ANHYDROUS)
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1125&p_version=2)

31.2 利用状況・規制等

アルミニウムは、金属（圧延品）、電線、ダイカスト原料などとして利用されている¹⁹⁰。WHO のリスク評価書（1997）¹⁹²によると、本物質の圧砕や触媒加工、溶接作業を行う労働者のばく露例が報告されている。また、ATSDR のリスク評価書（2008）¹⁹³では、職業性ばく露は、一次金属の精製だけでなく、アルミニウム製品（航空機、自動車、金属製品など）を使用する二次産業、及びアルミニウム溶接でも生じるとしている。同評価書では、NIOSH により、アルミニウム及びアルミニウム化合物に潜在的にばく露する可能性の高い職業である配管や電気工事、石積みなどに従事する労働者や、航空機の整備士、電気部品や加工ワイヤー製品を取り扱う労働者、医療従事者、工業用建物及び倉庫の作業員、工具の取り扱い者などを対象としたばく露に関する調査が実施されたと言及している。その他、列車やトラックのアルミニウム溶接を行う労働者を対象とした本物質へのばく露レベルの調査結果も示されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

三塩化アルミニウムは、触媒、医薬・農薬・香料の原料、金属アルミ電解用、酸化チタン製造用、医薬品（口腔内局部止血剤配合原料）、医薬部外品添加物（制汗剤配合原料）、媒染剤などに利用されている¹⁹⁴。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物として、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

31.3 研究報告

2011 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告に関する文献として海外の文献 3 件、疫学研究報告（参考）に関する文献として海外の文献 1 件、症例報告（参考）に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 31.3-1、表 31.3-2、表 31.3-3 に示すとおりである。

¹⁹² IPCS (1997) ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 194 Aluminium
(<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc194.htm>)

¹⁹³ ATSDR (2008) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR ALUMINUM (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp22.pdf>)

¹⁹⁴ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_7446-70-0.html) (2019 年 10 月閲覧)

表 31.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 骨格系の疾病等	■ 39 歳黒人男性 ■ 膝、腰、肩の多関節痛が 4 年間続き来院。MRI で該当部位に骨壊死の徴候が見られ、多発性骨壊死が疑われる。 ■ 血漿アルミニウム濃度が高く、カルシウムは低かった。 ■ 多発性骨壊死の原因と考えられるコルチコステロイド使用歴、アルコール中毒、化学療法、鎌状赤血球症、リウマチ、血液凝固異常、炎症性腸疾患、HIV 等の要因については全て陰性であった。 ■ アルミニウムは、海綿骨の組織石灰化を妨げる作用がある。本件は、このアルミニウムの作用が骨軟化、さらには骨壊死を起こすに至った稀な症例と考えられる。	■ 経路：吸入、経皮 ■ 時間：8 年間	■ 物質：アルミニウム ■ 濃度：濃度	■ ボーキサイトを精製しアルミニウムを製造する工場に 8 年間勤務。作業中はメガネ、フィルターマスク、耳栓、ブーツ、長袖の上着及びグローブを用いていた。	Assunção JH et al 2017
2	■ 呼吸器系の疾病等	■ 70 歳男性 ■ 1 か月、咳が続き来院。4 年前に胸部 X 線検査で異常を指摘される。 ■ 病理組織学的検査では、気管支周囲に線維化及び染色された粒子を伴う呼吸細気管支が見られ、塵肺症ということが示された。 ■ 大気マイクロ PIXE 分析の結果、右下葉の肺標本にアルミニウムが存在することが明らかとなった。アルミニウム量は、ばく露のない特発性肺線維症肺の $0.574 \times 10^{-2} \mu\text{g}$ と比較して $0.179 \mu\text{g}$ と高かった。	■ 経路：吸入 ■ 時間：25 年	■ 物質：アルミニウム ■ 濃度：不明	■ アルミニウム加工工場に勤務してばく露。	Chino H et al. 2015

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
3	■呼吸器系の疾病等	■62歳男性、39歳女性、62歳女性、33歳女性、33歳女性 ■職業性喘息、職業性鼻炎が疑われて本調査の対象となった。 ■気管支誘発試験、FEV、鼻腔通気度測定法の結果、及び下記の職業性の判断基準を満たしたことより、5人は職業性喘息、職業性鼻炎、及び両方の診断を受けた。 ■職業性の判断基準は、1) 小児喘息の既往がなく、工場勤務開始時点では無症状であった。2) 1-4年の潜伏期間を経て症状を発症した。また、大気濃度が政府の無機粉じんの基準値を超えていた2007年以前より勤務していた。3) 症状が Potassium aluminum tetrafluoride (KAIF4) に通常ばく露した時と関連性がある。4) 症状が Specific inhalation challenge test (SIC)で再現可能である。の4点であった。 ■この工場における職業性喘息・鼻炎患者の多くは、検査への忌避、失職を懸念して申し出なかった可能性があり、実際数は、5人よりもはるかに多いと考えられる。	■経路：吸入 ■時間：5人の平均ばく露年数、5.5年	■物質：溶剤として使用される KAIF4 ■濃度：作業場の 大気中濃度 ■1.7-2.8mg/m³	■チェコのアルミニウムろう接工場にて勤務して、溶剤として使われる KAIF4 にばく露。女性4人はろう接ラインのオペレーターとして働き、アルミニウムに触れる機会があった。男性1人は、営業として勤務、サクシオンユニットなど全ての機器の修理を受け持っており、KAIF4 へのばく露が一番高いと考えられた。作業中は、専用スーツ、グローブ、呼気弁付きの軽量微粒子マスクを着用した。 ■ホールには、各作業台に中央換気装置と個別の吸引ユニットが備わっていた。ろう接ラインで測定された KAIF4 の空気濃度は、2006年は 1.7-2.8mg/m³ であり、チェコの職場での無機フッ化物粉じんの 2.5mg/m³ の大気濃度制限を超えていた。2007年以降、職場でいくつかの予防措置が実施され、KAIF4 の濃度は 0.5-0.7mg/m³ に減少した。	Lastovkova Andrea et al 2015

表 31.3-2 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	症例対照研究	■ 脳梗塞と金属ばく露の関係を調べるために、2012年10月から2017年4月に深圳市（中国）人民病院で新たに脳梗塞と診断された症例群1,277人と、対照群1,277人（深圳市中山大学の第8関連病院で健康診断を受けたことがあり、脳血管疾患の既往がない30-80歳）を対象に、血漿中の金属濃度測定を行った。 ■ 解析には、金属、BMI、喫煙、飲酒、高血圧、糖尿病、高脂血症について調整した条件付き多重ロジスティック回帰分析（単一金属ばく露モデル）を用いた。	■ 単一金属ばく露モデルでは、最下位四分位数から最上位四分位数濃度を比較した際の金属と虚血性脳血管疾患との間に有意な関連が見られた。OR10.49 (95%CI:7.39-14.90) (アルミニウム)、OR1.28 (95%CI:0.99-1.64) (ヒ素¹⁹⁵)、OR6.98 (95%CI:5.09-9.57) (カドミウム)、OR4.54 (95%CI: 3.39-6.07) (マンガン)、OR0.71 (95%CI: 0.56-0.91) (コバルト)、OR0.31 (95%CI: 0.24-0.41) (鉄)、OR0.09 (95%CI: 0.07-0.13) (セレン) (全て $p<0.001$)。 ■ ステップワイズ法を用いた複数金属ばく露モデルでも上記と同様に、アルミニウム(OR4.23、95%CI=2.63-6.79)、ヒ素、カドミウムは最下位から最上位四分位数にかけてオッズ比は有意な増加傾向、鉄、セレンは有意な低下傾向を示した。 ■ アルミニウムは内皮細胞への親和性が高く、アルミニウムばく露後は、活性酸素種(ROS)及び血管シクロオキシゲナーゼ-2 (COX-2)由来のプロスタノイドの増加を介して、血管障害が引き起こされると考えられている。	■ 経路：不明 ■ 時間：不明	■ 物質：アルミニウム ■ 濃度：不明	■ 日常生活でのばく露。	Wen Y et al 2019

¹⁹⁵ ヒ素は OR1.28、95%CI=0.99-1.64 であり有意な値ではないが、論文内では有意であると表記している。

表 31.3-3 症例報告(参考)

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	皮膚の疾病等	36 歳女性 - 高濃度凝集剤が投入された幼児用プールに誤って入ったことがある。 - 過去 1 年間、プールに入る度に重度の痒み、紅斑が発症。初期は、仕事が休みのうちに症状が改善したが、徐々に休み期間中に完治するのが困難になった。 - パッチテストの結果、塩化アルミニウムに陽性反応を示した。患者はプールに入る時のみならず、塩化アルミニウム含有デオドラントを使用した時も皮膚炎の症状が出ることから、塩化アルミニウムによる接触アレルギーと診断された。	- 経路：経皮 - 時間：不明	- 物質：凝集剤中の塩化アルミニウム（商品名：Locron、販売元：Clariant GMBH、Sulzbach、ドイツ） - 濃度：Locron の取扱説明書には、水使用時の濃度は 2%とあるが、幼児用プールに入った時の濃度はそれよりはるかに高かったと推定される	- 水泳のインストラクターとして勤務。ある時高濃度の塩化アルミニウム含有凝集剤が誤って投入された幼児用プールに入り、塩化アルミニウムに感作したと考えられる。 - 勤務時間は週に 20 時間。1 日のうち 3 時間はプール内での指導。3 時間のうち、2 時間は連続してプール内で勤務した。	Stenveld H. 2012

31.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

31.4.1 国外機関

表 31.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等：アルミニウム

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	ALUMINIUM POWDER
	評価・ばく露限界値等	TLV: 1mg/m ³ , as TWA A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	ALUMINIUM POWDER
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction) : 4mg/m ³ ; (吸入性画分) : 1.5mg/m ³ ; 妊娠中のリスクグループ : D

表 31.4-2 各機関による評価・ばく露限界値等：三塩化アルミニウム

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

31.4.2 国内機関

表 31.4-3 日本産業衛生学会によるアルミニウム及びその水溶性塩の許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度 ^{196, 197}		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	吸入性 粉塵 ¹⁹⁸	総粉塵 ¹⁹⁹			気道	皮膚		
【アルミニウム】 [7429-90-5]	0.5	2	—	—	—	—	—	'80
【アルミニウム及びそ の水溶性塩 三塩化ア ルミニウム】 ²⁰⁰ [7446-70-0]	—	—	—	—	—	—	—	—

¹⁹⁶ アルミニウムは表 I -3 の第 1 種粉塵に該当。許容濃度として「吸入性粉塵:0.5mg/m³」と「総粉塵:2mg/m³」の 2 種類が記載されている。参照：「許容濃度等の勧告（2018 年度）」産業衛生学雑誌 2018: 60(5): 116-148.

<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>

¹⁹⁷ 粉塵の許容濃度は、第 2 型以上の塵肺予防の観点のみに基づいて設定されている。

¹⁹⁸ 吸入性結晶質シリカ及び吸入性粉塵は以下の捕集率 $R(d_{ae})$ で捕集された粒子の質量濃度である。

$$R(d_{ae}) = 0.5 [1 + \exp(-0.06d_{ae})] [1 - F(x)]$$

d_{ae} : 空気動学的粒子径 (μm), $F(x)$: 標準正規変数の累積分布関数

$x = \ln(d_{ae}/\Gamma) / \ln(\Sigma)$, $\ln$ 自然対数, $\Gamma = 4.25 \mu m$, $\Sigma = 1.5$

¹⁹⁹ 総粉塵：捕集器の入口における流速を 50～80cm/sec として捕集した粉塵を総粉塵とする。

²⁰⁰ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）

<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 31.4-4 アルミニウムの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【金属アルミニウム】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	×	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	×	
4		呼吸器感作性	×	
		皮膚感作性	×	
5		生殖細胞変異原性	×	
6		発がん性	×	
7		生殖毒性	×	
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（呼吸器）	
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（呼吸器）	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

表 31.4-5 三塩化アルミニウムの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【塩化アルミニウム】	【Aluminium chloride】
1	急性毒性	経口	区分 4	—
		経皮	×	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 1	1B
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 1	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		区分外	—
5	生殖細胞変異原性		区分 2	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		区分 2	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		×	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 2（神経系）	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H20 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/15

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

32. 一酸化二窒素

32.1 物質の性状

一酸化二窒素は、特徴的な臭気がある無色の圧縮液化ガスである。気体は空気より重く、低くなった場所では、滞留して酸素欠乏を引き起こすことがある。300℃以上で強酸化剤となり、還元剤及びある種の可燃性物質と激しく反応する。また、火災や爆発の危険を生じる²⁰¹。

表 32.1-1 一酸化二窒素の物理化学的特性²⁰¹

分子量：44.0	比重：密度：1.28kg/L (液体の沸点において)	融点：-90.8℃	沸点：-88.5℃
CAS No：10024-97-2	溶解性（対水溶解度）：1.2g/L (20℃)		

32.2 利用状況・規制等

本物質は、医薬（麻酔用）、冷媒、シリコンの酸化膜形成用、食品添加物などに利用されている^{202,203,204}。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

32.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）として、意図的な吸入に関する海外の文献 3 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 32.3-1 に示すとおりである。

²⁰¹ ILO (2015) International Chemical Safety Card NITROUS OXIDE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0067&p_version=2)

²⁰² NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_10024-97-2.html) (2019 年 10 月閲覧)

²⁰³ 国内では、別名 亜酸化窒素として指定添加物リスト（規則別表第 1）に定められている。

(<https://www.ffcr.or.jp/webupload/d909191716ab80700dcfe5f36f703a136390b0ec.pdf>) (2020 年 1 月閲覧)

²⁰⁴ Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/dbget-bin/www_bget?dr_ja:D00102) (2020 年 2 月閲覧)

表 32.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 神経系の疾病等	■ 19 歳男性 ■ 2016 年、笑気ガス吸入を始めてから、多幸感とともに、聞き取りが困難になり、家族や友人からの敵対心や、誰かが自分のことを話しているという感覚にとらわれるようになった。悪夢をよく見るようになり夢と現実の区別がつかなくなった。 ■ 最近では虚脱感、歩行時圧痛、両足のしびれを感じるようになり、後に両手両腕にも虚脱、しびれを覚えるようになり、移動・書くことに困難が生じた。2017 年 2 月には、不注意、怠惰になり、情緒不安定が進行し、勃起不全、頻尿の症状が現れた。 ■ 2017 年 3 月には、笑気ガスの使用をやめた。 ■ 2017 年 3 月 31 日、上記症状のため来院。神経学的検査及び薬物乱用歴から、患者は精神活性物質（一酸化二窒素）依存症候群及び精神活性物質（亜酸化窒素）に続発する精神病性障害；脊髄の亜急性複合変性と診断された。 ■ 脊髄の亜急性複合変性は、一酸化二窒素によるビタミン B12 代謝疾患が原因と考えられるため、運動トレーニングと組み合わせた大量のビタミン筋肉内注射、神経栄養治療が行われた。	■ 経路：吸入 ■ 時間：2016 年から 2017 年 3 月まで	■ 物質：一酸化二窒素（笑気ガス） ■ 濃度：不明	■ 一酸化二窒素（笑気ガス）を吸入してばく露。2016 年よりパーティーで友人たちと笑気ガスを吸い始める。48 本（1 本には 8g の一酸化二窒素が含有）を吸うと興奮して多幸感を感じた。その後は、1 日に 4、5 回吸入した。2017 年 2 月には朝から晩まで 1 日 1,000 本を吸うようになった。	Chen T et al 2018
2	■ 神経系の疾病等	■ 32 歳女性 ■ 2 日前に笑気ガス吸入後、急性歩行障害を発症し来院。神経学的検査より、感覚性運動失調が疑われる。 ■ 血清検査で、ビタミン B12 濃度が 94pmol/L と正常値（156-672 pmol/L）より極度に低いことが判明。 ■ 患者は笑気ガス吸入後のビタミン B12 欠乏による急性頸髄症と診断され、ビタミン B12 補充療法を受けた。3 か月後には、一人での起立、歩行補助具を使つての歩行ができるようになった。	■ 経路：吸入 ■ 時間：不明	■ 物質：一酸化二窒素（笑気ガス） ■ 濃度：不明	■ うつ症状改善のために笑気ガス（約バルーン 100 個分）を吸ってばく露。	Lee HL et al 2019

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
3	■ 神経系の疾病等	■ 30 歳女性 ■ 9 日間継続する四肢の感覚障害で来院。初期症状は腹部からつま先にかけてチクチクする感覚から始まり、5 日後にはそれが首まで達した。 ■ 入院時は車いすから他者の力を借りてようやく立てる状態。両足に振動感受性はなし。腕と脚の反射は対称的に上昇し、足底反射は両側のバビンスキーによるものであった。ビタミン B12 値が 116pmol/L と正常値（140-490pmol/L）より低かった。また頸胸部 MRI では、頸髄に高強度が見られた。 ■ 上記の検査結果より、笑気ガスによる脊髄の複合変性と診断された。 ■ 週に 2 回、1,000μg のビタミン B12 の筋肉内注射を開始。4 週間後にはリハビリテーション棟に移り、1 か月後に回復。	■ 経路：吸入 ■ 時間：2 か月	■ 物質：一酸化二窒素（笑気ガス） ■ 濃度：不明	■ 笑気ガスを 2 か月にわたって 50 缶/日吸ってばく露。	Onrust MR & Frequin ST 2019

32.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

32.4.1 国外機関

表 32.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	NITROUS OXIDE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 50ppm (TWA) ; A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	NITROUS OXIDE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 180mg/m ³ ; 100ppm ; ピークばく露限度カテゴリー : II(2) 妊娠中のリスクグループ : C ;

32.4.2 国内機関

表 32.4-2 日本産業衛生学会による一酸化二窒素の許容濃度²⁰⁵

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【一酸化二窒素】 [10024-97-2]	—	—	—	—	—	—	—	—

²⁰⁵ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 32.4-3 一酸化二窒素の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【一酸化二窒素】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	—	
		経皮	×	
		吸入：ガス	×	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分外	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		×	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		—	
7	生殖毒性		区分 1A	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（麻酔作用）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（血液、神経系、肝臓、腎臓）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		—	

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

33. ウレタン

33.1 物質の性状

ウレタン（エチルカルバメート）は、無色～白色の結晶、又は白色の顆粒状の粉末である。加熱すると分解し、窒素酸化物を含む有毒なフュームを生じる。強酸化剤、強酸、強塩基と反応する²⁰⁶。

表 33.1-1 ウレタン（エチルカルバメート）の物理化学的特性²⁰⁶

分子量：89.09	比重：0.98	融点：49℃	沸点：185℃
CAS No：51-79-6	溶解性（対水溶解度）：2,000g/L		

33.2 利用状況・規制等

本物質は、生化学用、有機合成原料、医薬原料などに利用されている²⁰⁷。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

33.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告に関する文献として国内の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 33.3-1 に示すとおりである。

²⁰⁶ ILO (2010) International Chemical Safety Card ETHYL CARBAMATE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=0314&p_edit=&p_version=2&p_lang=ja)

²⁰⁷ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_51-79-6.html) (2019 年 10 月閲覧)

表 33.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	皮膚の疾病等	23 歳女性 - ばく露後、咽頭痛と鼻漏、咳嗽を生じた。午後になり左顔面と右上腕に浮腫性紅斑が生じ、増悪して掻痒を伴う著明な浮腫性紅斑と小水疱となり来院。リンデロン、アレグラ、パンドル軟膏にて症状は軽快。 - パッチテストの結果、ウレタン樹脂硬化剤に陽性を示した。	- 経路：経皮 - 時間：不明	- 物質：ウレタン樹脂硬化剤 - 濃度：不明	ウレタン樹脂を用いた造形美術の仕事に従事。丸首半袖 T シャツを着て、ウレタン樹脂の主剤と硬化剤を混合し、重合した硬化物をグラインダーで削っていたところ、その粉が左顔面にかかったことによりばく露。	柳澤 倫子ら 2011

33.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

33.4.1 国外機関

表 33.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Ethyl carbamate (Urethane)
	評価・ばく露限界値等	2A（ヒトに対しておそらく発がん性を示す）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	urethane (INN); ethyl carbamate
	評価・ばく露限界値等	1B（ヒトに対しておそらく発がん性がある物質）
NTP	評価物質名称	Urethane
	評価・ばく露限界値等	R（ヒト発がん性があると合理的に予測される物質）
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	ETHYL CARBAMATE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 皮膚吸収 (H)； 発がん性カテゴリー： 2； 生殖細胞変異原性グループ： 5

33.4.2 国内機関

表 33.4-2 日本産業衛生学会によるウレタンの許容濃度²⁰⁸

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【ウレタン】 [51-79-6]	—	—	—	2B	—	—	—	'91

²⁰⁸ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 33.4-3 ウレタンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ウレタン】	【Urethane】
1	急性 毒性	経口	区分 4	—
		経皮	区分 4	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	×	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	区分 2	—
6		発がん性	区分 1B	1B
7		生殖毒性	区分 2	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 3（麻酔作用）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 2（造血系）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H23 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

34. 1, 1' -エチレン-2, 2' -ビピリジニウム=ジブロミド (別名ジクアット)

34.1 物質の性状

1,1'-エチレン-2,2'-ビピリジニウム=ジブロミド (別名ジクアット) は、無色～黄色の結晶である。不燃性だが、有機溶剤を含む液体製剤では引火性のこともある。火災時に、刺激性あるいは有毒なフュームやガスを放出する²⁰⁹。

表 34.1-1 1,1'-エチレン-2,2'-ビピリジニウム=ジブロミドの物理化学的特性^{209, 212}

分子量：344.1	比重：密度：1.2g/cm ³	融点：337℃	沸点：-
CAS No：85-00-7	溶解性（対水溶解度）：700g/L (20℃)		

34.2 利用状況・規制等

本物質は、主に農薬（除草剤）に利用されている^{210,211}。化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート（2006）²¹²によると、本物質の製造及びパッキングに従事した作業員のばく露が報告されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

34.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として国内の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 34.3-1 に示すとおりである。

²⁰⁹ ILO (2001) International Chemical Safety Card DIQUAT DIBROMIDE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1363&p_version=2)

²¹⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_85-00-7.html) (2019 年 10 月閲覧)

²¹¹ ジクワット溶剤、又はジクワット・パラコート溶剤として農薬登録されている。独立行政法人農林水産消費安全技術センター 農薬登録情報提供システム (<http://www.acis.famic.go.jp/search/vtllg303.do>) (2020 年 2 月閲覧)

²¹² 環境省 (2006) 化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h18-12/pdf/chpt2/2-2-2-10.pdf>)

表 34.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 眼・付属器の疾患	■ 54 歳男性 ■ ばく露後、すぐに大量の水で右目を洗浄し来院。表層角膜炎が見られる。フルオロメサロン、オフロキサシン局所注入を行う。 ■ 3 日後、結膜うっ血、角膜浮腫、デスメ膜皺襞が見られ、還元型グルタチオンを追加処方。6 日後には、角膜上皮欠損が見られたが、その後徐々に改善。	■ 経路：目への直接ばく露 ■ 時間：不明	■ 物質：ジクアット含有除草剤（Preglox-L） ■ 濃度：7%	■ ジクアット含有除草剤を誤って右目の中にかけてしまいばく露。	Kitagawa Kiyotaka et al. 2003
2	■ 神経系の疾病等	■ 51 歳女性 ■ 畑で倒れているところを発見される。近くにはレグロックス（30%ジクアット）と新リノー（界面活性剤）の瓶が落ちていた。発見状況から、自ら摂取してばく露したと考えられる。 ■ 近医へ搬送後、気管内挿管、胃洗浄、下剤投与を実施。 ■ 尿中ジクアット濃度 321.8 mg/dL と高値。腸洗浄、強制利尿、副腎皮質ホルモン大量投与、メシル酸ナファモスタットを用いた血液透析を施行。 ■ しかし尿量が低下し、入院 25 時間後には著明な肺水腫と麻痺性イレウスが起こる。呼吸不全が悪化し、血管外への水分の移行により、補液やカテコラミンを投与しても血圧を保持できず入院 30 時間以内に死亡。	■ 経路：経口 ■ 時間：不明	■ 物質：ジクアット除草剤（レグロックス） ■ 濃度：30%	■ 発見状況から、自ら摂取してばく露したと考えられる。	目々澤 愛ら 2001

34.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

34.4.1 国外機関

表 34.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	DIQUAT DIBROMIDE
	評価・ばく露限界値等	TLV: (inhalable fraction) 0.5mg/m ³ , as TWA (皮膚吸収) ; A4(人における発がん性が分類できていない物質). TLV: (respirable fraction) 0.1mg/m ³ , as TWA (皮膚吸収) ; A4(人における発がん性が分類できていない物質)
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

34.4.2 国内機関

表 34.4-2 日本産業衛生学会による 1,1'-エチレン-2,2'-ビピリジニウム=ジプロミドの許容濃度²¹³

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【1,1'-エチレン-2,2'-ビピリジニウム=ジプロミド】 [85-00-7]	—	—	—	—	—	—	—	—

²¹³ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 34.4-3 1, 1'-エチレン-2, 2'-ビピリジニウム=ジブロミド（別名ジクアット）の
GHS 分類及び CLP 分類結果²¹⁴

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【1,1'-エチレン-2,2'-ビピリジニウム=ジブロミド (別名: ジクアット)】	【Diquat dibromide】
1	急性 毒性	経口	区分 4	4 *
		経皮	区分 3	—
		吸入：ガス	—	2 *
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 2	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	2
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2	2
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	1
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		区分 2	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（中枢神経系、腎臓）	3
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（呼吸器、眼） 区分 2（消化管）	1
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H29 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

²¹⁴ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

35. オメガークロロアセトフェノン

35.1 物質の性状

1. オメガークロロアセトフェノンは、無色～灰色の結晶である。加熱すると分解して、塩化水素などの有毒で腐食性のガスを生じる²¹⁵。

表 35.1-1 オメガークロロアセトフェノンの物理化学的特性²¹⁵

分子量：154.6	比重：密度：1.3g/cm ³	融点：54-59℃	沸点：244-245℃
CAS No：532-27-4	溶解性（対水溶解度）：16.4g/L (25℃)		

35.2 利用状況・規制等

本物質は、催涙ガスや医薬等の中間体として利用されている^{216,217}。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

35.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 35.3-1 に示すとおりである。

²¹⁵ ILO (2002) International Chemical Safety Card 2-CHLOROACETOPHENONE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0128&p_version=2)

²¹⁶ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_532-27-4.html) (2019 年 10 月閲覧)

²¹⁷ 用途を催涙ガスなどに変更

化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h19-03/pdf/chpt2/2-2-2-11.pdf>)
(2020 年 2 月閲覧)

表 35.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■皮膚の疾病等	症例 1 ■29 歳男性 ■ばく露 5 時間後、洋服を脱ぎ洗浄。直後接触皮膚炎が起こり、4 日後にさらに皮膚反応が起こり来院。左臀部、体幹及び左腕に、播種性紅斑、乳頭状病変が見られた。プレドニゾロン、ハイドロコルチゾン軟膏を投与。病変は炎症後色素沈着を残して治まった。 ■3 年前に催涙剤へのばく露歴有り。その時は治療せずに完治した。 ■パッチテストの結果、0.01%の 2-クロロアセトフェノンに陽性反応を示した。 症例 2 ■33 歳男性 ■ばく露 2 時間後、洋服を脱ぎ洗浄。左腰に接触皮膚炎が起こり、1 週間後に来院。 ■トリシノロン軟膏、ハイドロコルチゾン投与。病変は炎症後色素沈着を残して治まった。過去、催涙剤へのばく露はなし。 ■パッチテストの結果、0.01%、0.001%、0.0001%の 2-クロロアセトフェノンに陽性反応を示した。 症例 3 ■54 歳男性 ■ばく露 2 時間後、洋服を脱ぎ洗浄。左腰に接触皮膚炎が起こり、12 週間後に来院。 ■プレドニゾロン、コルチコステロイド軟膏、後にトリシノロン軟膏、ハイドロコルチゾン投与。病変は炎症後色素沈着を残して治まった。過去、催涙剤へのばく露はなし。 ■パッチテストの結果は陰性であり、皮膚炎は刺激性と考えられた。	■経路：経皮 ■時間：不明	■物質：2-クロロアセトフェノン含有の催涙剤 ■濃度：不明（通常の催涙剤の濃度は約 1%）	■3 症例は全て警察官として勤務中に保持していた催涙剤がキャニスターから左臀部・左腰に漏れてしまい、ばく露した例である。	Treudler R et al. 1999

35.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

35.4.1 国外機関

表 35.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	2-CHLOROACETOPHENONE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.05ppm (TWA) ; A4(人における発がん性が分類できていない物質)
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

35.4.2 国内機関

表 35.4-2 日本産業衛生学会によるオメガ-クロロアセトフェノンの許容濃度²¹⁸

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【オメガ-クロロアセ トフェノン】 [532-27-4]	—	—	—	—	—	—	—	—

²¹⁸ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 35.4-3 オメガ-クロロアセトフェノンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【オメガ-クロロアセトフェノン】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	区分 3	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	区分 2	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 1	
4		呼吸器感作性	×	
		皮膚感作性	区分 1	
5		生殖細胞変異原性	×	
6		発がん性	—	
7		生殖毒性	×	
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 2（呼吸器系） 区分 3（麻酔作用）	
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（肺）	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

36. クロロエタン（別名塩化エチル）

36.1 物質の性状

クロロエタンは、特徴的な臭気のある無色の圧縮液化気体である。気体は空気より重く、地面に沿って移動し、遠距離発火の可能性がある。加熱や燃焼により分解し、塩化水素及びホスゲンなどの有毒なガスを生じる²¹⁹。

表 36.1-1 クロロエタンの物理化学的特性²²⁰

分子量：64.5	比重：0.918	融点：-138℃	沸点：123℃
CAS No：75-00-3	溶解性（対水溶解度）：：5.74g/L (20℃)		

36.2 利用状況・規制等

本物質は、冷凍剤、麻酔剤、アルキル化試薬、農薬（殺虫剤）中間体原料、チーグラ系触媒原料、エチルセルロース合成原料、ポリスチレン発泡助剤、オレフィン重合触媒原料、有機金属化合物原料などに利用されている^{221,222}。ATSDR のリスク評価書（1998）²²³では、職業性ばく露の可能性がある職業として、医療及び健康施設、自動車ディーラー、電気・ガス関連企業、機械を製造又は使用する企業、金属生産業、印刷業、塗料メーカー、塗装会社、ゴム製品やプラスチック製品の製造業、食品及び家庭用品の製造業を挙げている。また、医師や看護師などの医療従事者や自動車整備士、事務機械整備士、家電及び付属品の設置者、画家、重機整備士、配管工及び配管取り付け工なども潜在的可能性があるとしている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物のほか、強い変異原性が認められた化学物質と定められ、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

36.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として海外の文献 3 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 36.3-1 に示すとおりである。

²¹⁹ ILO (2000) International Chemical Safety Card 1-CHLOROETHANE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0132&p_version=2)

²²⁰ 環境省 (2003) 化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h15-01/pdf/chap02/02-2/02/20.pdf>)

²²¹ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_75-00-3.html) (2019 年 10 月閲覧)

²²² Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/dbget-bin/www_bget?dr_ja:D04088) (2020 年 2 月閲覧)

²²³ ATSDR (1998) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR CHLOROETHANE (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp105.pdf>)

表 36.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 神経系の疾病等	■ 40 歳女性 ■ 1 か月継続する歩行不安定、めまいを主訴に来院。来院前日には幻覚を見た。 ■ 診察時、構音障害、眼振、頻繁な頭のうなずき、両手の震えあり。また運動失調性歩行が見られた。 ■ 塩化エチルの使用を止めたところ、3 週間で症状は消失。	■ 経路：吸入 ■ 時間：5 か月	■ 物質：塩化エチル缶 ■ 濃度：88g/L 缶 (100mL)	■ 麻酔薬である塩化エチル缶を吸入してばく露。過去 5 か月にわたって 1 缶 100mL のスプレー（88g の塩化エチル含有）を週に 4 缶吸っていた。	Al-Ajmi AM et al. 2018
2	■ 皮膚の疾病等	■ 54 歳女性 ■ 手術創に塩化エチルを塗った 36 時間後に、広範囲に痒みを伴う紅斑性丘疹性発疹が出現した。非経口ステロイドで症状は消失した。 ■ パッチテストの結果、塩化エチルに陽性反応を示した。患者はアミド系の麻酔薬であるリドカインの使用は問題なかった。	■ 経路：経皮 ■ 時間：36 時間	■ 物質：塩化エチルを含む医療用エアロゾル ■ 濃度：不明	■ 塩化エチルを含む医療用エアロゾルを手術創に用いてばく露。	Carazo JL et al.. 2009
3	■ 眼・付属器の疾患	■ 67 歳男性 ■ 右まぶたから乳頭腫を取る手術を受け、8 時間後に激しい眼痛、軽度の視力障害、涙、羞明、目の痛み、右目の赤みを訴える。 ■ 検査の結果、軽度の腫脹と右上まぶたの冷凍掻爬（cryocurettage）に続く色素沈着、軽度の結膜充血及び結膜浮腫が明らかになった。また、下眼球結膜と眼瞼結膜の両方に局所的な壊死を示した。 ■ 患者は塩化エチルスプレーばく露後の眼表面の凍傷に続発する片側性急性角結膜炎と診断された。緊急治療として、結膜円蓋を含む眼の洗浄、コルチコステロイド（プレドニゾン）及び抗生物質（ネオマイシン）軟膏の投与を行った。 ■ 1 週間後、症状は改善し、視力も回復した。	■ 経路：経皮 ■ 時間：7 秒	■ 物質：塩化エチル含有冷却麻酔スプレー（商品名：Cloretilo Chemirosa 100 G スプレー、販売元：Laboratorios Ern, s.a., バルセロナ（スペイン） ■ 濃度：不明	■ まぶたの乳頭腫を取る手術を受けた際に、塩化エチル含有冷却麻酔スプレーを用いてばく露。特に目の保護もしない状態で、病変部が凍るまで、約 15 センチの距離から 7 秒間スプレーを浴びた。	Rodriguez NA & Ascaso FJ. 2012

36.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

36.4.1 国外機関

表 36.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Chloroethane
	評価・ばく露限界値等	3（ヒトに対する発がん性について分類できない）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	chloroethane（NITE） 1-CHLOROETHANE（ICSCs）
	評価・ばく露限界値等	発がん性評価：2（ヒトに対する発がん性が疑われる物質） EU-OEL: 268mg/m ³ , 100ppm（TWA）
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	1-CHLOROETHANE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 100ppm（TWA）；（皮膚吸収）； A3（動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質）.
DFG	評価物質名称	1-CHLOROETHANE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 皮膚吸収（H）； 発がん性カテゴリー： 3B

36.4.2 国内機関

表 36.4-2 日本産業衛生学会によるクロロエタンの許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【クロロエタン】 [75-00-3]	100	260	—	—	—	—		—

表 36.4-3 クロロエタンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【クロロエタン】	【Chloroethane】
1	急性 毒性	経口	—	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	—
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		区分 2	2
7	生殖毒性		×	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（呼吸器、心臓）、区分 2（肝臓）、区分 3（麻酔作用）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（神経系）	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		—	—

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/15

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

37. 2-クロロベンジリデンマロノニトリル

37.1 物質の性状

2-クロロベンジリデンマロノニトリルは、特徴的な臭気を持つ白色の結晶性粉末である。強塩基及び強酸と反応して、アンモニアを生じる。燃焼すると分解し、塩化水素、シアン化水素及び窒素酸化物などの有毒なフュームを生じる。強酸化剤と激しく反応し、火災や爆発の危険を生じる²²⁴。

表 37.1-1 2-クロロベンジリデンマロノニトリルの物理化学的特性²²⁴

分子量：188.6	比重：-	融点：93-96℃	沸点：310-315℃
CAS No：2698-41-1	溶解性（対水溶解度）：1-5g/L (20℃)		

37.2 利用状況・規制等

本物質は、主に催涙ガスとして利用されている²²⁵。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

37.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告（参考）に関する文献として海外の文献 1 件、症例報告（参考）に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 37.3-1 及び表 37.3-2 に示すとおりである。

²²⁴ ILO (2002) International Chemical Safety Card o-CHLOROBENZYLIDENEMALONONITRILE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1065&p_version=2)

²²⁵ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_2698-41-1.html) (2019 年 10 月閲覧)

表 37.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	コホート研究	- クロロベンジリデンマロノニトリル（CS）ばく露と急性呼吸器疾患の関係を調べるために、カリフォルニア州のフォートジャクソン米軍キャンプに新規入隊し催涙剤訓練を受けた兵士 6,723 人（男女混合コホート）に対して、急性呼吸器疾患（ARI）の有無を訓練前及び訓練 6 日後までフォローアップした。 - グループによってばく露濃度が異なるため、これらの違いによる解析を実施した。 - 解析には、ポアソン回帰分析を用いた。	- 兵士全体において、ばく露前の訓練期間と比較して、CS ばく露後に ARI と診断されるリスクが有意に高かった(リスク比 2.44 (95%CI:1.74-3.43))。 - また、カイ二乗検定の結果、CS ばく露後の ARI の発生率は、CS ばく露濃度に依存する傾向が示された(p=0.03)。 - ばく露濃度別のポアソン回帰分析では、0-2mg/m³ の濃度にばく露された群と比較して 2-5mg/m³ 以上の全ての濃度にばく露された群は、ARI の相対発生率に有意な差があることが示された(p=0.006)。しかし相対発生率間での有意な差はみられなかった(p=0.72)。	- 経路：吸入 - 時間：不明	- 物質：米軍キャンプの催涙剤訓練に使用されるクロロベンジリデンマロノニトリル - 濃度：0-2、2-5、5-10、>10 (mg/m³) の 4 段階	フォートジャクソン米軍キャンプでの基礎訓練の一環として催涙剤訓練を受けばく露。この訓練では、缶入りの CS をスプレーして充満したチャンバー内に兵士が入り、マスクをつけて様々な訓練を行い、マスクを外して退出する。グループによって、0-2、2-5、5-10、>10 (mg/m³) の異なる濃度への訓練が行われた。	Hout JJ et al 2014

表 37.3-2 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	循環器系の疾病等	24 歳男性、訓練に催涙剤を用いるスクールアカデミーの学生 - ばく露 4 時間後、急性胸痛、呼吸困難、嘔吐が出現。 - 肺の聴診でびまん性の水泡音を伴う呼吸困難が明らかになった。また胸部 X 線で複数の陰影が認められ、肺 CT スキャンで肺胞間質性浮腫が明らかになった。 - 心臓磁気共鳴（CMR）検査結果より、心室内血栓による心筋梗塞と診断。コルチコステロイドと 3 剤抗血栓薬併用療法で治療を行う。病状は軽快したが、40 日後の心エコー検査では、重度の左室収縮機能障害を伴う持続的な無動性壁が見られた。 - 急性腎不全も起こしていた（クレアチニン 116μmol/L）	- 経路：吸入 - 時間：10 分間	- 物質：催涙剤として使用されるクロロベンジリデンマロノトリル - 濃度：不明	日々のトレーニングにより 10 分間に 2 度ばく露したとあるが、詳細は不明（He was exposed twice in ten minutes in a daily training session）。	Zakhama L et al. 2016

37.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

37.4.1 国外機関

表 37.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	o-CHLOROBENZYLIDENEMALONONITRILE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.05ppm (STEL) ; (皮膚吸収) ; A4(人における発がん性が分類できていない物質)
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

37.4.2 国内機関

表 37.4-2 日本産業衛生学会による 2-クロロベンジリデンマロノニトリルの許容濃度²²⁶

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【2-クロロベンジリデン マロノニトリル】 [2698-41-1]	—	—	—	—	—	—	—	—

²²⁶ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanci.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 37.4-3 2-クロロベンジリデンマロノニトリルの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果 【2-クロロベンジリデンマロノニトリル】	CLP 分類結果 2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	区分 4	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 2	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 1	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 1	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（気道刺激性）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（呼吸器）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H25 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

38. 結晶質シリカ

38.1 物質の性状

労働安全衛生法において、結晶質シリカに分類されている化学物質²²⁷は以下のとおりである。

- ・二酸化ケイ素（CAS:7631-86-9）
- ・二酸化ケイ素（CAS:15468-32-3）
- ・クリストパライト
- ・石英（結晶）
- ・Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite

これらのうち、本調査の目的に資する文献がある以下 4 物質を対象に整理した。

- ・二酸化ケイ素（CAS:7631-86-9）
- ・二酸化ケイ素（CAS:15468-32-3）
- ・クリストパライト
- ・石英（結晶）

二酸化ケイ素（CAS:7631-86-9）は、青白色～灰色の固体である²²⁸。結晶質及び非晶質の両方を含む二酸化ケイ素の総称である。

二酸化ケイ素（CAS:15468-32-3）は、白色又は無色の固体である。強力な酸化剤と反応し、火災や爆発の危険をもたらす。結晶質であり、トリジマイトという別名がある²²⁹。天然にも存在するが、石英を高温で処理するあらゆる過程で生成される²³²。

クリストパライトは、乳白色の固体であり水及び酸に不溶である。高温でも安定な物質である。強酸化剤と反応し、火災や爆発の危険を生じる^{230, 231}。結晶質であり、クリストバル石の別名を持つ。天然に存在するが、石英を高温で処理するあらゆる過程で生成される²³²。

石英（結晶）は、無臭の無色～白色の固体である。強酸化剤と激しく反応し、火災や爆発の危険を生じる²³³。天然に存在する最も一般的な形の結晶質シリカであり、水に不溶である²³²。

表 38.1-1 二酸化ケイ素（CAS:7631-86-9）の物理化学的特性²²⁸

分子量：60.1	比重：-	融点：1,710℃	沸点：2,230℃
CAS No：7631-86-9	溶解性（対水溶解度）：-		

²²⁷ 労働安全衛生法 別表第 9 の 165 の 2：名称等を表示し、又は通知すべき危険物質及び有害物に分類されている。

NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/cmpInfLst?_e_trans=&slIdxNm=673&slScNm=RJ_04_021&slScCtNm=0&slScRgNm=-<CatFl=&slMdDplt=1<PgCt=100&stMd=) (2020 年 2 月閲覧)

²²⁸ 厚生労働省 (2016) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/7631-86-9.html>)

²²⁹ ILO (2016) International Chemical Safety Card TRIDYMITE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0807&p_version=2)

²³⁰ ILO (2016) International Chemical Safety Card CRISTOBALITE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=0809&p_edit=&p_version=2&p_lang=ja)

²³¹ 厚生労働省 (2016) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/14464-46-1.html>)

²³² WHO (2000) Concise International Chemical Assessment Document 24 CRYSTALLINE SILICA, QUARTZ
(<https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad24.pdf>)

²³³ ILO (2016) International Chemical Safety Card QUARTZ
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0808&p_version=2)

表 38.1-2 二酸化ケイ素 (CAS:15468-32-3) の物理化学的特性²²⁹

分子量：60.1	比重：-密度：2.3g/cm ³	融点：1,703℃	沸点：2,230℃
CAS No：15468-32-3	溶解性（対水溶解度）：不溶		

表 38.1-3 クリストバライトの物理化学的特性²³⁰

分子量：60.1	比重：-密度：2.3g/cm ³	融点：1,713℃	沸点：2,230℃
CAS No：14464-46-1	溶解性（対水溶解度）：不溶		

表 38.1-4 石英(結晶)の物理化学的特性²³³

分子量：60.1	比重：-密度：2.6g/m ³	融点：1,610℃	沸点：2,230℃
CAS No：14808-60-7	溶解性（対水溶解度）：不溶		

38.2 利用状況・規制等

二酸化ケイ素 (CAS:7631-86-9) は、塗料、ラッカー、インキ、合成樹脂、繊維、断熱材、天然ゴム、合成ゴム、シリコンゴム、医薬、化粧品、グリース、窯業製品、農薬乳化剤配合原料、油脂類の脱色、触媒・触媒担体、不飽和ポリエステル増粘剤、ろ過助剤、充填剤、消泡剤、精密鑄造のバインダー、クラフト紙のすべり止め、一般脱湿乾燥用、炭酸ガスの吸着除去、IC封止剤用フィラー、高純度ガラス染料、殺虫剤などに利用されている^{234,235}。OECD のリスク評価書 (2004)²³⁶によると、本物質への職業性ばく露の可能性のある職業として、本物質の製造業をはじめ、補助剤として合成非晶質シリカとケイ酸塩を使用するゴム/シリコンや塗料/ラッカー、プラスチック、紙、化粧品、医薬品、動物の飼料及び飲料などの製造業の労働者を挙げている。ATSDR のリスク評価書 (2017)²³⁷では、結晶質シリカの職業性ばく露の可能性のある職業として、金属、非金属、炭鉱、製粉所、花崗岩採石場及び処理場、水圧破碎作業、碎石産業、鑄造、セラミック、建設、サンドブラストなどの労働者を挙げており、その他にも造船及び船舶の修理、ゴムとプラスチック、塗料、石鹼と化粧品、屋根用アスファルトとフェルト、農薬、宝石、芸術、工芸、彫刻、歯科材料などに関連した職業性ばく露の可能性も示している。さらに、同報告書では、農業従事者や建設業の労働者のばく露例などについても言及している。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

二酸化ケイ素 (CAS:15468-32-3) の職業性ばく露について、WHO の評価文書 (2000)²³⁸では、金鉱夫のばく露例や、自動車エンジンブロックを生産するねずみ鋳鉄 (Gray cast iron) 工場の元生産労働者を対象とした横断的研究の報告を示している。ATSDR のリスク評価書 (2017)²³⁷では、結晶質シリカの職業性ばく露の可能性のある職業として、金属、非金属、炭鉱、製粉所、花崗岩採石場及び処理場、水圧破碎作業、碎石産業、鑄造、セラミック、建設、サンドブラストなどの労働者を挙げており、その他にも造船及び船舶の修理、ゴムとプラスチック、塗料、石鹼と化粧品、屋根用アスファルトとフェルト、農薬、宝石、芸術、工芸、彫刻、歯科材料などに関連した職業性ばく露の可能性も示

²³⁴ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_7631-86-9.html) (2019 年 10 月閲覧)

²³⁵ Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/dbget-bin/www_bget?dr_ja:D06521) (2020 年 2 月閲覧)

²³⁶ OECD (2004) SIDS INITIAL ASSESSMENT PROFILE Silicon Dioxide, Silicic Acid, Aluminum Sodium Salt, Silicic Acid, Calcium Salt (<https://hvpchemicals.oecd.org/UI/handler.axd?id=81d3694a-a582-4fa8-a8f2-f771459b67ed>)

²³⁷ ATSDR (2017) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR Silica (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp211.pdf>)

²³⁸ WHO (2000) Concise International Chemical Assessment Document 24 CRYSTALLINE SILICA, QUARTZ (<https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad24.pdf>)

している。さらに、同報告書では、農業従事者や建設業の労働者のばく露例などについても言及している。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

クリストバライトは、食品添加物、化粧品等の医薬部外品添加物などに利用されている²³⁹。OECD のリスク評価書（2011）²⁴⁰では、結晶質シリカ（クリストバライト及び石英）による職業性ばく露の例として、金鉱夫の症例や、IARC による金鉱山や鋳物工場、花崗岩/石産業、陶器労働者、耐火レンガ産業の労働者を対象とした疫学調査の報告や、金、スズ、タングステンの鉱夫、花崗岩、工業用砂、珪藻土、陶器に携わる労働者を対象としたコホート研究のデータを用いたメタ分析の報告などを示している。ATSDR のリスク評価書（2019）²⁴¹では、結晶質シリカの職業性ばく露の可能性のある職業として、金属、非金属、炭鉱、製粉所、花崗岩採石場及び処理場、水圧破碎作業、碎石産業、鋳造、セラミック、建設、サンドブラストなどの労働者を挙げており、その他にも造船及び船舶の修理、ゴムとプラスチック、塗料、石炭と化粧品、屋根用アスファルトとフェルト、農薬、宝石、芸術、工芸、彫刻、歯科材料などに関連した職業性ばく露の可能性も示している。さらに、同報告書では、農業従事者や建設業の労働者のばく露例などについても言及している。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

石英（結晶）は、窯業原料、ケイ酸ソーダ原料、鋳物鋳型などに利用されている²⁴²。OECD のリスク評価書（2011）²⁴³では、結晶質シリカ（クリストバライト及び石英）による職業性ばく露の例として、金鉱夫の症例や、IARC による金鉱山や鋳物工場、花崗岩/石産業、陶器労働者、耐火レンガ産業の労働者を対象とした疫学調査の報告や、金、スズ、タングステンの鉱夫、花崗岩、工業用砂、珪藻土、陶器に携わる労働者を対象としたコホート研究のデータを用いたメタ分析の報告などを示している。WHO の評価文書（2000）²⁴⁴では、金鉱夫のばく露例や、自動車エンジンブロックを生産するねずみ鋳鉄工場の元生産労働者を対象とした横断的研究の報告を示している。ATSDR のリスク評価書

（2019）²⁴⁵では、結晶質シリカの職業性ばく露の可能性のある職業として、金属、非金属、炭鉱、製粉所、花崗岩採石場及び処理場、水圧破碎作業、碎石産業、鋳造、セラミック、建設、サンドブラストなどの労働者を挙げており、その他にも造船及び船舶の修理、ゴムとプラスチック、塗料、石炭と化粧品、屋根用アスファルトとフェルト、農薬、宝石、芸術、工芸、彫刻、歯科材料などに関連した職業性ばく露の可能性も示している。さらに、同報告書では、農業従事者や建設業の労働者のばく露例などについても言及している。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

²³⁹ 厚生労働省（2016）職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/14464-46-1.html>)

²⁴⁰ OECD (2011) INITIAL TARGETED ASSESSMENT PROFILE (Human Health) Quartz and Cristobalite (<https://hpvchemicals.oecd.org/UI/handler.axd?id=4bac769f-732c-4136-ba97-3b87246d3b2f>)

²⁴¹ ATSDR (2019) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR Silica (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp211.pdf>)

²⁴² NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_14808-60-7.html) (2019 年 10 月閲覧)

²⁴³ OECD (2011) INITIAL TARGETED ASSESSMENT PROFILE (Human Health) Quartz and Cristobalite (<https://hpvchemicals.oecd.org/UI/handler.axd?id=b68bb357-e6dd-4db9-b05c-8148223fc0ff>)

²⁴⁴ WHO (2000) Concise International Chemical Assessment Document 24 CRYSTALLINE SILICA, QUARTZ (<https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad24.pdf>)

²⁴⁵ ATSDR (2019) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR Silica (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp211.pdf>)

38.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告に関する文献として海外の文献 4 件をリストアップした。また、症例報告に関する文献として、国内の文献 1 件、海外の文献 3 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 38.3-1 及び表 38.3-2 に示すとおりである。

表 38.3-1 疫学研究報告

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	コホート研究	■ アスベスト及びシリカへの職業性ばく露と関節リウマチ (RA) の関係を調べるために、スウェーデン EIRA 研究 (the Epidemiological Investigation of Rheumatoid Arthritis Study.) のデータに基づき 1996-2013 年に RA を発症した 11,285 人 (男性 3,623 人、女性 7,662 人)、対照群 115,249 人 (男性 36,880 人、女性 78,369 人) を対象に、職業性ばく露レベルを調査した。 ■ 解析には、年齢、性別、国、登録年、アルコール摂取、喫煙について調整したロジスティック回帰分析を用いた。	■ シリカにばく露した男性労働者では RA のリスクが高かった (血清陽性型 RA の OR 1.4 (95%CI:1.2-1.6)、血清陰性型 RA の OR 1.3 (95%CI:1.0-1.5))。 ■ また、血清陽性型 RA の場合、アスベスト又はシリカへのばく露が報告された職業数に応じて、男性労働者のみを解析結果、ばく露が報告された職業数が多いほど OR が高い傾向が見られた (対照群と比較し 5 つの職業へ従事した労働者は OR2.3 95%CI:1.4-3.8、傾向検定 $p<0.0001$)。	■ 経路：吸入 ■ 時間：不明	■ 物質：シリカ²⁴⁶ ■ 濃度：不明	■ 職業ばく露マトリクスを用いて職業性ばく露を推定。 ■ シリカばく露は通常、石英を含む岩盤又はコンクリートの処理中に起こる。本調査では、シリカばく露を、呼吸可能な (空力直径$<5\mu\text{m}$) 結晶性シリカ含有粉じん (花崗岩など) への職業性ばく露として定義した。	Ilar A et al. 2019

²⁴⁶ アスベストとシリカの職業的ばく露に関連する RA 発生の OR を推定。アスベストとシリカはどちらも天然に存在するケイ素含有化合物である。シリカへの暴露は通常、石英を含む岩盤又はコンクリートの機械的処理を必要とするが、アスベストへの暴露は材料自体を取り扱う場合により容易に起こる。スウェーデンでは、1982 年にアスベストの輸入と使用が禁止されていたが、1980 年代より前に建設された建物にはその材料がまだ存在している。したがって、建設業界内の労働者は、例えば建物の改修中にアスベストにさらされるリスクが依然としてある。この研究の目的は、ケイ酸塩鉱物のアスベストとシリカへの職業的暴露が RA の発症リスクに及ぼす影響を推定することである。

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
2	基礎調査	もみ殻灰による珪肺の実態を調べるために、中国のセラミック工場でもみ殻灰にばく露がある男性勤務者 16 人（平均 54.7 歳）の健康調査及び職場環境調査を行った。	- 胸部 X 線写真の結果より、16 人のうち 7 人が塵肺症診断クライテリア（Roentgen-Diagnostic Criteria and Principles of Management of Pneumoconiosis）の塵肺症カテゴリーI、3 人がカテゴリーII、6 人がカテゴリーO+と診断された。 - 塵肺症発症までの平均勤務年数は 21.3 年であるが、最短は 4 年であった。 - 統計処理に関する情報は、本文中に記載なし。	- 経路：吸入 - 時間：不明	- 物質：もみ殻灰粉じん中に含まれる遊離シリカ - 濃度：もみ殻を 1,300 度で処理すると遊離シリカ含量は 93.8%となり、そのうち 38.0%がクリストバライトであった。トリジマイト（鱗珪石）は 6.1%であった。 - また、作業中の粉じん濃度は、匣鉢を洗う時（4.9 mg/m³）、もみ殻灰をスクリーニングする時（19.3mg/m³）、もみ殻灰をブレンドする時（12.8mg/m³）であった。床にたまった粉じん中の遊離シリカ濃度は 72.3%。	セラミック工場で、もみ殻灰を匣鉢（耐火性容器）に詰めたり、ふるいにかける作業に従事。	Liu Shuchun et al. 1996

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
3	コホート研究	■ 吸入性石英へ（RQ）の職業性ばく露と急性心筋梗塞の関係を調べるために、ドイツウラン鉱夫を対象にしたコホート研究のデータに基づき、炭鉱夫として勤務中に初回心筋梗塞を発症した 65 歳未満の男性 292 人と、対照群 872 人を対象に、RQ への職業性累積ばく露を調べた。 ■ 解析には、喫煙、メタボリックシンドローム、ベースライン時赤血球沈降速度について調整した条件付きロジスティック回帰を用いた。	■ RQ への累積ばく露は、0-38.9mg/m³/年であった。 ■ 全体データを RQ ばく露で 3 群(<5.74mg/m³/年、5.74-<14.62mg/m³/年、≥14.62mg/m³/年)に分けて行った解析では、RQ ばく露の最高三分位(>14.62mg/m³/年)と心筋梗塞発症との間に有意な関連は見られなかった(OR1.27 (95%CI:0.82-1.98))。 ■ 第二次世界大戦前・中の炭鉱勤務や兵役等によるばく露の影響を取り除くために、データを 1929 年 5 月 8 日以前の生まれ（炭鉱勤務や兵役中のばく露の可能性がある）、以後の生まれ（職業性ばく露はウラン鉱山でしか起こっていない）に分け解析を実施。その解析結果は、1929 年 5 月 8 日以降の生まれであり、最初の募集時代（1946-1954 年）に雇用された鉱夫についてのみ、RQ ばく露の最高三分位で有意に高い心筋梗塞発症のリスクが見られた(OR6.47 (95%CI=1.33-31.5))。	■ 経路：吸入 ■ 時間：不明	■ 物質：吸入性石英 ■ 濃度：不明	■ ウラン鉱山に勤務してばく露。ばく露量は、ドイツウラン鉱夫コホート研究の職業ばく露マトリクスを用いて推定。	Gellissen J et al. 2019

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
4	症例対照研究	■ シリカなどの粉じんへの職業性ばく露と、引退後のうつ病・不安症状との関係を調べるために、広州市バイオバンクコホート研究のデータに基づき、工場に勤務しシリカ（及びアスベスト、セメント、石炭）ばく露がある359人（男性120人、女性239人）、ばく露がない対照群1,253人（男性218人、女性1,035人）を対象に、ばく露歴、ライフスタイル、症状、治療歴をインタビューした。 ■ 解析には、年齢、退職までの年数、性別、教育レベル、婚姻状況、喫煙、身体活動、所得、慢性咳又は呼吸困難、化学物質ばく露、物理的ばく露（騒音、高温など）及び自己評価について調整したロジスティック回帰を用いた。	■ 平均年齢及び退職年数は、ばく露群（60.9±8.3歳、10.0±88.1年）、対照群（60.3±8.2歳、9.8±7.9年）であった。またばく露群359人のうち、89人がシリカへのばく露歴があった。 ■ 高度シリカばく露は、うつ病と有意な関連があった(OR3.12 (95%CI:1.17-8.31))。また高度シリカばく露は、不安のリスクとも有意な関連があった(OR5.29 (95%CI:1.76-15.92))。	■ 経路：吸入 ■ 時間：ばく露群の平均勤務年数23.2±9.1年	■ 物質：シリカ²⁴⁷ ■ 濃度：不明	■ 職業を通してばく露。	Lin Qiu-Hong et al.2014

²⁴⁷ シリカ、セメント、石炭、アスベストの4つの粉じんを含む。シリカが結晶質か記載なし。

表 38.3-2 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ その他	症例 1 ■ 57 歳男性、喫煙歴なし。 ■ 患者は 25 歳で結核に罹患、32 歳で手足両方にレイノー現象、約 41 歳で指の壊死と拘縮が発症し、48 歳で全身性硬化症と診断された。 ■ 患者は、全身性硬化症に対する韓国労災補償サービス (KCOMWEL) から労働災害補償を受けた。現在は当病院リウマチ科で 1 か月ごとに治療を受け、プレドニゾロン、血小板凝集阻害薬、アンジオテンシン II 受容体拮抗薬、非ステロイド性抗炎症薬、キサンチンオキシダーゼ阻害薬、エンドセリン受容体拮抗薬の処方を受けている。 症例 2 ■ 52 歳男性、喫煙歴あり。 ■ 患者は、32 歳で両手の 3 番目と 4 番目の指にチアノーゼの徴候が現れ、37 歳でレイノー症候群、38 歳で全身性硬化症と診断された。 ■ 患者は、KCOMWEL から全身性硬化症の労働災害補償を受けた。現在は当病院リウマチ科で 3 か月ごとに治療を受け、カルシウムチャネル遮断薬、抗炎症鎮痛薬、エンドセリン受容体拮抗薬、粘液溶解薬の処方を受けている。	症例 1 ■ 経路：吸入 ■ 時間：15 歳からジュエリー加工工場に 17 年勤務。 症例 2 ■ 経路：吸入 ■ 時間：23 歳からジュエリー加工工場に 7 年勤務	■ 物質：シリカの粉じん ■ 濃度：工場で扱った石英中のシリカ濃度、56.66%	■ ジュエリーのための結晶加工工場に勤務してばく露。症例 1 と症例 2 が最後に勤めた会社は韓国イクソン市にある同じ加工会社であり、以下のような職場環境であった。 ■ 2 階建ての建物には面積が約 70 m² の 20 を超える処理室があり、1 つの部屋には約 15 人の作業員が作業を行っていた。壁の高い位置に 1 つの窓と 2 つの小さな換気装置があったが、部屋内の換気は不十分であり、常にほこりっぽかった。チェーンソーの作動中にほこりが顔に直接接触した。結晶の切断、研削、及び研磨は絶えず行われ、このプロセスからの粉じんは作業室に蓄積した。	Kim JY et al. 2017

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
2	呼吸器系の疾病等	64 歳男性 2018 年に 1 か月間続く膿性の咳のため来院。胸部 X 線及び CT スキャンでは、主に両上葉で肺結節のサイズと数が 2011 年のものと比較して大幅に増加した。肺標本の組織病理学的検査では、限局性強皮症及びいくつかの多核を伴う食細胞性マクロファージのびまん性浸潤を示した巨大細胞が見られた。 - 患者の職業ばく露歴を考慮して、急速な進行を伴う混合塵肺症と診断。 - 吸入器使用と 1 か月の休職後、呼吸器症状は解消し、FEV1 (forced expiratory volume in 1、1 秒量) は 75%から 83%に改善した。 - シリカを含む穀物粉じんは、5 年以上塵肺の急速な進行を引き起こし、慢性閉塞性肺疾患の発症を引き起こした可能性があることを示唆した。	- 経路：吸入 - 時間：42 年	- 物質：結晶性シリカの粉じん - 濃度：不明	1972 年から 1992 年までの 17 年間、3 年間の兵役期間を除き、石材加工工場で勤務。換気の悪いテント内で、保護具なしで、花崗岩を 1 日 12 時間、週 6 日間処理した。1992 年に仕事を辞めた後は、自分の製粉所の運営を始める。保護具を使用せずに、換気の悪い地下部屋で花崗岩のローラーグラインダーを使用して、25 年間、米、豆、小豆、唐辛子を毎日粉碎した。穀物を漏斗状の粉碎機の入り口に直接注ぎ、それからグラインダーの出口を接続して、穀物を袋に入れた。	Yoon HY et al 2018

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
3	■呼吸器系の疾病等	症例 1 ■ 27 歳男性 ■ 疲労、咳、労作性呼吸困難があり来院。 ■ 胸部 CT スキャンは、リンパ分布と縦隔リンパ節の拡大を伴う複数の結節性病変を示した。また縦隔リンパ節組織の組織学的所見（縦隔鏡検査により得られた）は、サルコイドーシスを示唆する類上皮細胞及び巨細胞からなる非症例肉芽腫を明らかにした。 症例 2 ■ 33 歳男性 ■ 症例 1 と同じ工場に勤務、労作性呼吸困難、制限的閉塞障害、異常な胸部 X 線像、類上皮肉芽腫を示す開放肺生検によりサルコイドーシスと診断された。	■ 経路：吸入 ■ 時間：勤務年数 3-6 年	■ 物質：クリストバライトの粉じん ■ 濃度：クリップ作業時の呼吸ゾーンの粉じん濃度 5.99 mg/m³	■ ドイツにある小規模の銀ハロゲンランプ製造工場に勤務してばく露。グラスチューブを切る作業、機械に付着したガラスを切り取る作業、また 2 週間ごとに 4 時間かけて行う圧縮空気を用いた機械予防メンテナンス時には、多くの非晶質シリカやクリストバライトの粉じんが発生した。作業者に呼吸防具の着用はなかった。工場の堆積粉じん内からは、ランプチューブ材料である非晶質シリカとクリストバライトが検出された。	Ronsmans S et al. 2019
4	■呼吸器系の疾病等	■ 70 歳代男性 ■ 感冒を契機に咳嗽が続き来院。胸部 X 線にて右上肺野に粒状影を認め、胸部 CT にて両肺野に大小多数の結節性陰影を認めた。FEV1.0%は 58.8%となり、1 秒率の軽度低下を認めた。 ■ 気管支肺胞洗浄液では、少数ながら亜鈴状を呈するアスベスト小体と、一部のマクロファージの細胞質内には棒状や針状の結晶を認めた。これらの結晶は偏光レンズでの観察において偏光を認めたことより遊離珪酸（シリカ）に由来するものと考えられた。 ■ 職業歴や気管支肺胞洗浄液細胞診でアスベスト小体と遊離珪酸結晶を認めたことから、い草染土塵肺と診断された。	■ 経路：吸入 ■ 時間：40 年以上	■ 物質：い草の染料である染土に含まれる遊離珪酸 ■ 濃度：20%前後	■ 40 年以上にわたりい草栽培に従事してばく露。	原武 晃子ら 2017

38.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

38.4.1 国外機関

表 38.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等: 二酸化ケイ素 (CAS:7631-86-9) ²⁴⁸

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	— ²⁴⁹
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

表 38.4-2 各機関による評価・ばく露限界値等: 二酸化ケイ素 (CAS:15468-32-3)

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite
	評価・ばく露限界値等	1 (ヒトに対して発がん性を示す)
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	TRIDYMITE
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: (respirable fraction): 0.1mg/m ³ (TWA) ;
NTP	評価物質名称	Silica, Crystalline (Respirable Size)
	評価・ばく露限界値等	K (ヒト発がん性があることが知られている物質)
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	TRIDYMITE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 発がん性カテゴリー: 1

²⁴⁸ 結晶質シリカと非結晶質シリカ両方について評価している。

²⁴⁹ 非結晶シリカであるアモルファスシリカ (Silica, amorphous) について評価がなされており、3 (ヒトに対する発がん性について分類できない) に分類されているが、結晶質シリカについて評価はなされていない。

表 38.4-3 各機関による評価・ばく露限界値等: クリストバライト

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite
	評価・ばく露限界値等	1 (ヒトに対して発がん性を示す)
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	EU-OEL: (respirable fraction) : 0.1 mg/m ³ (TWA) ;
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	Silica, Crystalline (Respirable Size)
	評価・ばく露限界値等	K (ヒト発がん性があることが知られている物質)
ACGIH	評価物質名称	CRISTOBALITE
	評価・ばく露限界値等	TLV: (respirable fraction) 0.025mg/m ³ , as TWA A2(人における発がん性が疑われる物質).
DFG	評価物質名称	CRISTOBALITE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 発がん性カテゴリー : 1 ;

表 38.4-4 各機関による評価・ばく露限界値等: 石英 (結晶)

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite
	評価・ばく露限界値等	1 (ヒトに対して発がん性を示す)
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	QUARTZ
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: (respirable fraction) : 0.1mg/m ³ (TWA) ;
NTP	評価物質名称	Silica, Crystalline (Respirable Size)
	評価・ばく露限界値等	K (ヒト発がん性があることが知られている物質)
ACGIH	評価物質名称	QUARTZ
	評価・ばく露限界値等	TLV: (respirable fraction) 0.025mg/m ³ , as TWA A2(人における発がん性が疑われる物質).
DFG	評価物質名称	QUARTZ
	評価・ばく露限界値等	MAK: 発がん性カテゴリー : 1

38.4.2 国内機関

表 38.4-5 日本産業衛生学会による結晶質シリカの許容濃度²⁵⁰

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案年 度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【二酸化ケイ素】 [7631-86-9]	—	—	—	—	—	—	—	—
【二酸化ケイ素】 [15468-32-3]	—	—	—	—	—	—	—	—
【クリストパライト】 [14464-46-1]	—	—	—	—	—	—	—	—
【結晶質シリカ】 [14808-60-7]	—	—	—	1	—	—	—	'01

表 38.4-6 二酸化ケイ素（CAS:7631-86-9）の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【シリカ（結晶質、非晶質を包含した二酸化ケイ素）】	2019 年現在分類されていない
1	急性 毒性	経口	—	
		経皮	—	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		—	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		区分 1A	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（気道刺激性）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（呼吸器、免疫系、腎臓）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

²⁵⁰ 吸入性結晶質シリカには許容濃度 0.03mg/m³ が設定されている。吸入性結晶質シリカは発がん以外の健康影響を指標として許容濃度が示されている物質である。また吸入性結晶質シリカ及び吸入性粉塵は以下の捕集率 R（dae）で捕集された粒子の質量濃度である。

日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>

表 38.4-7 二酸化ケイ素（CAS:15468-32-3）の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【結晶質シリカ（トリジマイト）】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	×	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		×	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		×	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		区分 1A	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		×	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（呼吸器）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

表 38.4-8 クリストバライトの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【結晶質シリカ（クリストバライト）】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	×	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		×	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		×	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		区分 2	
6	発がん性		区分 1A	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		×	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（呼吸器）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

表 38.4-9 石英(結晶)の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【結晶質シリカ (石英)】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	×	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	×	
4		呼吸器感作性	×	
		皮膚感作性	×	
5		生殖細胞変異原性	区分 2	
6		発がん性	区分 1A	
7		生殖毒性	×	
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	×	
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（呼吸器、免疫系、腎臓）	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

39. 鉱油

39.1 物質の性状

労働安全衛生法において、鉱油に分類されている化学物質は以下のとおりである²⁵¹。

- ・ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:8002-05-9)
- ・ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:64741-88-4)
- ・ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:64741-97-5)
- ・パラフィン油 (CAS:8012-95-1)
- ・白色鉱油 (石油) (CAS: 8042-47-5)
- ・水素処理重ナフテン系石油留分 (CAS: 64742-52-5)
- ・水素処理重パラフィン系石油留分 (CAS: 64742-54-7)
- ・水素処理軽パラフィン系石油留分 (CAS: 64742-55-8)
- ・溶剤脱ワックス重パラフィン系石油留分 (CAS: 64742-65-0)
- ・水素化中性油を原料とする潤滑油 (C15～30) (CAS: 72623-86-0)
- ・水素化中性油を原料とする潤滑油 (C20～50) (CAS: 72623-87-1)
- ・鉱油 (CAS: -)

これらのうち、本調査の目的に資する文献がある以下 3 物質を対象に整理した。

- ・ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:8002-05-9)
- ・ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:64741-88-4)
- ・白色鉱油 (石油)

ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:8002-05-9) は、黄色～褐色の液体である。主に脂肪族及び芳香族炭化水素で構成されており、少量の窒素、酸素、硫黄化合物が含まれている場合がある。自動車などのクランクケースオイルとして使用されたオイルであり、切削油や潤滑剤、燃料などに再利用されている。300～400℃で燃焼するが、使用済みのオイルであるため、元のオイルの特性や、エンジンの種類、燃焼生成物、添加剤により特性が異なる²⁵²。

ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:64741-88-4) は、特徴的な臭気のある、琥珀色の粘稠性の液体である。強酸化剤と反応する。火災や爆発の危険を生じる²⁵³。

白色鉱油 (石油) は、粘稠性の無色の液体であり、工業用品である。燃焼すると、有毒なガス（一酸化炭素など）を生成する。強酸化剤と反応する²⁵⁴。

²⁵¹ 労働安全衛生法 別表第 9 の 168 : 名称等を表示し、又は通知すべき危険物質及び有害物に分類されている。NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/cmpInfLst?_e_trans=&slIdxNm=175&slScNm=RJ_04_021&slScCtNm=0&slScRgNm=-.<CatFl=&slMdDplt=1<PgCt=100&stMd=) (2020 年 2 月閲覧)

²⁵² ATSDR (1997) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR USED MINERAL-BASED CRANKCASE OIL
(<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp102.pdf>)

²⁵³ ILO (2001) International Chemical Safety Card DISTILLATES, PETROLEUM, solvent-refined heavy paraffinic
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1431&p_version=2)

²⁵⁴ ILO (2006) International Chemical Safety Card WHITE MINERAL OIL
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1597&p_version=2)

表 39.1-1 ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:8002-05-9) の物理化学的特性²⁵⁵

分子量：-	比重：-	融点：-	沸点：-
CAS No：8002-05-9	溶解性（対水溶解度）：-		

表 39.1-2 ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:64741-88-4) の物理化学的特性²⁵³

分子量：-	比重：0.84 - 0.94 (15℃)	融点：-	沸点：150 - 600℃
CAS No：64741-88-4	溶解性（対水溶解度）：-		

表 39.1-3 白色鉱油（石油）の物理化学的特性²⁵⁴

分子量：-	比重：-	融点：-	沸点：218 - 643℃
CAS No：8042-47-5	溶解性（対水溶解度）：-		

39.2 利用状況・規制等

ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:8002-05-9) は、エンジン油、ギヤ油、農業機械油、トルコン油、農薬（殺虫剤）などに利用されている^{256,257}。WHO のリスク評価書（1982）²⁵⁸では、油田労働者の本物質によるばく露の症例が示されている。ATSDR のリスク評価書（1997）²⁵⁹によると、本物質にばく露される可能性のある職業として自動車の整備士や運転手を挙げ、オイル交換の際に生じる可能性を示している。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:64741-88-4) は、主に潤滑油として利用されている²⁶⁰。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

白色鉱油（石油）(CAS No：8042-47-5) は、可塑剤、離型剤、医薬・化粧品配合剤などに利用されている²⁶¹。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

²⁵⁵ CAS No：8002-05-9 について ILO International Chemical Safety Card は存在しない。

²⁵⁶ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_8002-05-9.html) (2019 年 10 月閲覧)

²⁵⁷ 国内で使用できる農薬として別名マシン油として登録されている(<http://www.acis.famic.go.jp/search/vtllg303.do>) (2020 年 1 月閲覧)

²⁵⁸ IPCS (1982) ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 20 SELECTED PETROLEUM PRODUCTS
(<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc020.htm>)

²⁵⁹ ATSDR (1997) Toxicological Profile for Used Mineral-based Crankcase Oil(<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp102.pdf>)

²⁶⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_64741-88-4.html) (2019 年 10 月閲覧)

²⁶¹ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_8042-47-5.html) (2019 年 10 月閲覧)

39.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、誤嚥又はミストの吸入による化学性肺炎が複数報告されていた。疫学研究報告に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。また、症例報告に関する文献として、海外の文献 1 件、症例報告（参考）に関する文献として、国内の文献 1 件、海外の文献 3 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 39.3-1、表 39.3-2、表 39.3-3 に示すとおりである。

表 39.3-1 疫学研究報告

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	症例対照研究	- 金属加工油剤（MWF）への職業性ばく露と膀胱がんの関係を調べるために、メーン、バーモント、ニューハンプシャー州（米国）で 2001-2004 年に膀胱がんと診断された 30-79 歳の男性 895 人と、対照群 1,031 人を対象に、職歴、MWF へのばく露頻度・強度、累積ばく露、MWF の種類、ライフスタイル等を調査した。 - 解析には、年齢、州、喫煙、膀胱がんリスクの高い仕事への勤務を調整した条件なしロジスティック回帰分析を用いた。	- 膀胱がんのリスクは、ストレート MWF の使用歴のある男性で有意に上昇した(OR1.7 (95%CI: 1.1–2.8))。また、累積ばく露の増加とともにリスクが増加（$p=0.041$）するという用量反応関係も見られた。 - 可溶性 MWF の使用は、有意ではないが、膀胱がんのリスクが上昇した(OR1.5 (95%CI:0.96–2.5))。 - 金属加工分野従事ではないが、鉱油へのばく露の可能性のある仕事をしていた労働者は、膀胱がんのリスクが上昇した(OR1.4 (95%CI:1.1–1.8))。	- 経路：経皮、吸入 - 時間：不明	- 物質：金属加工油剤（MWF） - ストレート：鉱油+添加剤 - 可溶性：鉱油+水+添加剤 - 合成：水+有機物+添加剤 - 半合成：可溶性と合成のハイブリッド - 濃度：不明	様々な職種に従事。機械工、産業機械修理、溶接機、金型メーカー、板金労働者、配管工、電気技師として勤務していた人は、ばく露の可能性が高いと考えられた。	Colt J et al. 2014

表 39.3-2 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■呼吸器系の疾病等	■ 67 歳男性、体重 74kg、身長 168cm ■ ばく露約 4 時間後より咳嗽、その後呼吸困難、悪寒戦慄、喀血あり。 ■ 経気管支肺生検では、肺胞腔内に好中球を主とする細胞滲出が認められ。その中に腫大したマクロファージが混在し巣状肺炎の像を呈していた。これらの所見よりリポイド肺炎と診断。 ■ プレドニンの内服開始後、炎症所見、低酸素血症、右上肺野の浸潤影は急速に改善し 5 日後には退院となった。14 日後には右上肺野の浸潤影は完全に消失した。	■ 経路：吸入 ■ 時間：40-50 分	■ 物質：かいがら虫用殺虫剤（マシン油エアロゾル）（パラフィン系炭化水素 70%，ナフテン系炭化水素 26%，芳香族系炭化水素 4% を主成分として 3%含有） ■ 濃度：全使用量 220g（約 1.5 本分）のうちマシン油 6.6g	■ 風下から上方を見上げる姿勢で植木に殺虫剤を噴霧してばく露。	横堀 直子ら 1999

表 39.3-3 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■呼吸器系の疾病等	■ 58 歳男性 ■ ばく露後、知人に発見され救急車で近医に搬送。意識混濁、著明な低酸素血症あり。高度な炎症反応、腎機能障害、肝機能障害を認め、胃洗浄を行う。内服 7 時間後入院となる。 ■ 呼吸不全に対しては気管挿管を施行、人工呼吸管理とした。気管支鏡で、気管から左右主気管支にかけて乳濁液（水を混じた乳剤）が見られ、マシン油の誤嚥と思われた。入院時から無尿であり、脱水、マシン油誤嚥、横紋筋融解による腎不全が考えられたが、胸部 X 線写真にて肺水腫が疑われたため、大量輸液は行わず持続血液ろ過透析を行った。 ■ 入院後 48 時間後より P/F 比（PaO₂/FiO₂）が 300mmHg 以上となり、入院 4 日目人工呼吸器から離脱、14 日目には自宅退院となった。	■ 経路：経口 ■ 時間：7 時間（入院までの時間）	■ 物質：ダニ用殺虫剤のマシン乳化剤（マシン油を 95%、乳剤を 5%含有）、トリアゾラム約 70 錠 ■ 濃度：95%	■ 自殺目的でダニ用殺虫剤約 500mL を内服してばく露。	仲田 庄志ら 2006

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
2	■皮膚の疾病等	■82歳女性 ■両側耳介前頬の皮膚欠損のため来院。 ■過去20年にわたって、両方の注射部位で毛細血管拡張を伴う皮膚の薄化が進んだ。最終的には、重なっている皮膚が剥がれ始め、その下にある異物肉芽腫が露出。両側の皮膚欠損はサイズが徐々に増加し、初診時では、右側及び左側の欠損はそれぞれ最大4.0×3.5及び3.0×2.5cmであった。 ■術前の顔面神経は問題なし。全身麻酔下で、両側の頬を開放し、異物の範囲と境界を特定。特に顔面神経の主幹と枝、耳下腺に損傷を与えないように注意しながら、異物を片側ずつ除去。 ■手術の翌日、両方ドレーンを外すことができ退院。7日目の外来では全てのステッチが骨切り術で除去された。生検により、両方の病変がパラフィン腫であることが証明された。	■経路：皮下注入 ■時間：不明	■物質：美容目的で使われるパラフィン（白色鉱油） ■濃度：不明	■約50年前に、美容を目的として両頬にパラフィンを注入してばく露。	Heo JW & Kim BK. 2018
3	■尿路系の疾病等	■39歳男性 ■重度の高カルシウム血症と腎不全を発症。 ■プレドニゾロンで治療したが、おそらく誤ったビタミンDサプリメント摂取と太陽光の照射のために、次の夏に病気が再発。 ■パラフィンオイルの注射は避けるべきと結論	■経路：注射 ■時間：不明	■物質：パラフィン（白色鉱油） ■濃度：不明	■不明	Nerild HH et al. 2018 「原著のSummaryから作成」
4	■呼吸器系の疾病等	■5歳女児 ■6日前ミシンの潤滑油を誤飲。その後4、5回の嘔吐があり、外来で2日間治療を受ける。これに続いて、彼女は4-5回の嘔吐エピソードを経験し、外来で2日間治療を受ける。3日目に容体悪化し、他院に入院したが、改善見られず当科搬送。初診時、グラスゴーコーマスケール9であり、重度の呼吸困難あり。 ■持続的気道陽圧法を行ったが失敗、圧調節換気（PCV）を実施した。胸部X線写真では、両側肺野にびまん性の不透明領域が見られ、急性呼吸窮迫症候群が示唆された。難治性低酸素血症のために、メチルプレドニゾロンの静脈内投与も開始。反応が悪いため、気道圧解放換気（APRV）に切り替え。患者は、切り替えにより40時間以上90%を超えるFIO2濃度を維持したが再び悪化。徐脈停止があり、その後死亡した。	■経路：経口 ■時間：不明	■物質：ミシン潤滑油 ■濃度：不明	■ミシン潤滑油を誤って誤飲してばく露。	Kishore S et al. 2016

39.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

39.4.1 国外機関

表 39.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等: ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:8002-05-9)

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Crude oil
	評価・ばく露限界値等	3 (ヒトに対する発がん性について分類できない)
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	Petroleum; Crude oil; [A complex combination of hydrocarbons, It consists predominantly of aliphatic, alicyclic and aromatic hydrocarbons. It may also contain small amounts of nitrogen, oxygen and sulfur compounds. This category encompasses light, medium, and heavy petroleums, as well as the oils extended from tar sands. Hydrocarbonaceous materials requiring major chemical changes for their recovery or conversion to petroleum refinery feedstocks such as crude shale oils; upgraded shale oils and liquid coal fuels are not included in this definition.]
	評価・ばく露限界値等	1B (ヒトに対しておそらく発がん性がある物質)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

表 39.4-2 各機関による評価・ばく露限界値等: ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:64741-88-4)

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	Distillates (petroleum), solvent-refined heavy paraffinic; Baseoil — unspecified; [A complex combination of hydrocarbons obtained as the raffinate from a solvent extraction process. It consists predominantly of saturated hydrocarbons having carbon numbers predominantly in the range of C20 through C50 and produces a finished oil with a viscosity of at least 100 SUS at 100 oF (19cSt at 40 oC).]
	評価・ばく露限界値等	1B (ヒトに対しておそらく発がん性がある物質)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

表 39.4-3 各機関による評価・ばく露限界値等: 白色鉱油（石油）

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	WHITE MINERAL OIL
	評価・ばく露限界値等	MAK: (respirable fraction) : 5mg/m ³ ; ピークばく露限度カテゴリー II(4) 妊娠中のリスクグループ : C

表 39.4-4 各機関による評価・ばく露限界値: 鉱油

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	Mineral oil
	評価・ばく露限界値等	TLV-TWA, 5mg/m ³ , sampled by a method that does not collect vapor TLV-STEL, 10mg/m ³ , sampled by a method that does not collect vapor
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

39.4.2 国内機関

表 39.4-5 日本産業衛生学会による鉱油の許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【鉱油ミスト】	—	3	—	1 ²⁶²	—	—	—	'77
【鉱物油（未精製及び半精製品）】 ²⁶²	—	—	—	1	—	—	—	'81, '86, '91
【ニュートラル潤滑油用基油 ²⁶³ (CAS:8002-05-9)】 [8002-05-9]	—	—	—	—	—	—	—	—
【ニュートラル潤滑油用基油 (CAS:64741-88-4)】 ²⁶³ [64741-88-4]	—	—	—	—	—	—	—	—
【白色鉱油（石油）】 ²⁶³	—	—	—	—	—	—	—	—

²⁶² 発がん以外の健康影響を指標として許容濃度が示されている物質

²⁶³ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 39.4-6 ニュートラル潤滑油用基油（CAS:8002-05-9）の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ニュートラル潤滑油用基油】	【Petroleum】
1	急性 毒性	経口	—	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 4	
2		皮膚腐食性/刺激性	区分 3	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2B	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	—	—
5		生殖細胞変異原性	区分 2	—
6		発がん性	区分外（高度精製油）、区分 1A（未精製油又は軽度処理油）	1B
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 2（肺）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（肺、皮膚）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	区分 1	—

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

表 39.4-7 ニュートラル潤滑油用基油（CAS:64741-88-4）の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ニュートラル潤滑油用基油】	【Distillates (petroleum), solvent-refined heavy paraffinic】
1	急性毒性	経口	—	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 4	
2		皮膚腐食性/刺激性	区分 3	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2B	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	—	—
5		生殖細胞変異原性	区分 2	—
6		発がん性	区分外（高度精製油）、区分 1A（未精製油又は軽度処理油）	1B
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 2（肺）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（肺、皮膚）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	区分 1	—

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/8/11

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

表 39.4-8 白色鉱油（石油）の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			2019 年現在分類されていない	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口		
		経皮		
		吸入：ガス		
		吸入：蒸気		
		吸入：粉じん、ミスト		
2		皮膚腐食性/刺激性		
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		
4		呼吸器感作性		
		皮膚感作性		
5		生殖細胞変異原性		
6		発がん性		
7		生殖毒性		
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）		
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）		
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		

GHS 分類：実施なし

CLP 分類：実施なし

40. 固形パラフィン

40.1 物質の性状

固形パラフィンは、無臭の白～クリーム色の結晶性固体である²⁶⁴。

表 40.1-1 固形パラフィンの物理化学的特性²⁶⁴

分子量：-	比重：-	融点：50-57℃	沸点：-
CAS No：8002-74-2	溶解性（対水溶解度）：溶けない		

40.2 利用状況・規制等

本物質は、合成ゴムやパラフィン紙、ロウソクの原料、ゴム工業用、電気絶縁材料、防湿・防水剤、化粧品・医薬品配合原料、農薬（植物成長調整剤）などに利用されている^{265,266,267}。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

40.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 40.3-1 に示すとおりである。

²⁶⁴ ILO (2003) International Chemical Safety Card PARAFFIN WAX
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1457&p_version=2)

²⁶⁵ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_8002-74-2.html) (2019 年 10 月閲覧)

²⁶⁶ 国内で利用できる農薬として別名パラフィンとして登録されている。

(<http://www.acis.famic.go.jp/search/vtllg303.do>)(2020 年 1 月閲覧)

²⁶⁷ Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/dbget-bin/www_bget?D03313+-ja) (2020 年 2 月閲覧)

表 40.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	呼吸器系の疾病等	- 工場勤務者 32 人のうち、パラフィンへのばく露があり、リポイド肺炎を患った女性 3 人の症例がまとめて記載されている。X 線や CT 画像は、3 人のうち代表的な症例のものが示されている。 2014 年 4 月の健康診断で、勤務者 3 人は咳、軽度胸部圧迫感、息切れがあり結核を伴う塵肺を疑われた。 - 結核治療を 6 か月行うが改善の兆しなし。2014 年 9 月に症状が悪化し退職。 - 本調査に参加し詳細検査を行った結果、肺全体は、通常の胸部レントゲン写真の特徴とは著しく異なる、不明瞭なエッジを伴うびまん性の点状、及び小さな影を示した。患者の代表的な CT 画像は、拡散した点状の結節と、両方の肺に不明瞭な縁がある高密度の縞状の影を示した。 - 細胞染色により、単球の細胞質に多数の小さな液胞が含まれることが示され、これは単球が多数の脂肪滴を貪食したことを示唆した。また脂肪を貪食したマクロファージが患者の喀痰及び気管支肺胞洗浄液に確認された。 - 気管支鏡検査では、上葉又は下葉の気管支にびまん性粘膜充血が認められ、気管支に炎症が存在することが示唆された。 2015 年 3 月に、職業病団体によってリポイド肺炎の診断がなされた。	- 経路：吸入 - 時間：3 人の勤務年数、7、8、11 年	- 物質：パラフィンの粉じん - 濃度：労働者の近傍で採った空気サンプル内のパラフィンエアロゾル濃度、$0.95 \pm 0.13 \text{ mg/m}^3$（成形工程）、$1.58 \pm 0.13 \text{ mg/m}^3$（鋳型修理工程）	浙江省（中国）南西部の山間に位置する小規模鉄鋳物工場に勤務してばく露。この工場は、炭鋳機械のためのパーツを作ることに特化しており、成形、鋳型修理工房では 32 人（うち女性 27 人）が働いており、空調設備も換気もよくない状態であった。また防護アイテムを着用している勤務者はいなかった。	Han Chen ghong et al 2016

40.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

40.4.1 国外機関

表 40.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	PARAFFIN WAX
	評価・ばく露限界値等	TLV: 2mg/m ³ , as TWA
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

40.4.2 国内機関

表 40.4-2 日本産業衛生学会による固形パラフィンの許容濃度²⁶⁸

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【固形パラフィン】 [8002-74-2]	—	—	—	—	—	—	—	—

²⁶⁸ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 40.4-3 固形パラフィンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【固形パラフィン】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	—	
		経皮	—	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2B	
4		呼吸器感作性	×	
		皮膚感作性	×	
5		生殖細胞変異原性	×	
6		発がん性	×	
7		生殖毒性	×	
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 3（気道刺激性）	
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	×	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	

GHS 分類実施年度：H21 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

41. 酢酸ビニル

41.1 物質の性状

酢酸ビニルは、特徴的な臭気のある無色の液体である。蒸気は空気より重く、地面に沿って移動して、遠距離発火する可能性がある。また、蒸気は重合して排気孔を塞ぐことがある。熱、光の影響下で重合し、火災又は爆発の危険を生じる。強酸化剤、酸及び塩基と激しく反応する²⁶⁹。

表 41.1-1 酢酸ビニルの物理化学的特性²⁶⁹

分子量：86.1	比重：0.93	融点：-93.2℃	沸点：72.7℃
CAS No：108-05-4	溶解性（対水溶解度）：20g/L（溶けにくい）(20℃)		

41.2 利用状況・規制等

本物質は、ポリビニルアルコール（繊維、紙、フィルム用）の合成原料、酢酸ビニル共重合樹脂系エマルジョン形接着剤・酢酸ビニル共重合樹脂系溶剤形接着剤・EVA樹脂系エマルジョン形接着剤の合成原料、繊維加工用・捺染用糊・セロテープ・塗料・ガムベース用酢酸ビニル共重合体原料、化粧品原料などとして利用されている²⁷⁰。職業性ばく露に関しては、化学物質の環境リスク初期評価（2003）²⁷¹において、大規模な化学工場及び研究・開発センターに勤務した労働者を対象にした症例対照研究の概要が示されている。また、EPAのリスク評価書（1990）²⁷²では、化学プラントで本物質の製造に従事した労働者のばく露例が示されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物のほか、がん原性に係る指針対象物質と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

41.3 研究報告

1996年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として国内の文献1件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 41.3-1 に示すとおりである。

²⁶⁹ ILO (2014) International Chemical Safety Card VINYL ACETATE (MONOMER)
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0347&p_version=2)

²⁷⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_108-05-4.html) (2019年10月閲覧)

²⁷¹ 環境省 (2003) 化学物質の環境リスク初期評価 (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h15-01/pdf/chap01/02-2/08.pdf>)

²⁷² EPA (1990) Integrated Risk Information System Chemical Assessment Summary Vinyl acetate
(https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0512_summary.pdf#nameddest=cancerinhal)

表 41.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	- 皮膚の疾病等 - 呼吸器系の疾病等 - 血液・造血器の疾病関係等	52 歳男性 - ばく露後、近医で簡単な洗浄と初期治療、気管内挿管を受け、受傷 2 時間 30 分後に搬送。 - 初診時、胸部、背部、四肢に III 度（28.3%）、II 度（41.0%）の熱傷を認めた。気管分岐部直上に散在する発赤を認め、I 度気道熱傷と診断。当日に III 度病変に対し筋膜までのデブリードマン、減張切開を行った。また 9、15 病日に、自家移植片と同種移植片の植皮を行った。17 病日から非受傷部である胸部～腹部に紅斑を伴う点状紫斑が出現。また白血球、血小板の減少と肝機能障害（高ビリルビン血症）が進行。 - エンドトキシン吸着を行うも循環動態は改善せず。25 病日から同種移植片は徐々に脱落をはじめ、その下に肉芽形成は見られなかった。また、熱傷部からは細菌、真菌共に検出されなかった。 - 肝機能、血小板、血圧も回復せず、32 病日には消化管出血をきたし、38 病日に死亡。	- 経路：経皮 - 時間：不明	- 物質：酢酸、酢酸ビニル等が混合した酢酸廃液 - 濃度：酢酸廃液中の酢酸ビニル濃度、13.9%	酢酸廃液工場の爆発事故で、高温の酢酸廃液を全身に浴びばく露。	安田聖人ら 2007

41.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

41.4.1 国外機関

表 41.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Vinyl acetate
	評価・ばく露限界値等	2B（ヒトに対して発がん性を示す可能性がある）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	vinyl acetate（NITE） VINYL ACETATE (MONOMER)（ICSCs）
	評価・ばく露限界値等	発がん性評価：2（ヒトに対する発がん性が疑われる物質） EU-OEL: 17.6mg/m ³ , 5ppm (TWA) ; 35.2mg/m ³ , 10ppm (STEL)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	VINYL ACETATE (MONOMER)
	評価・ばく露限界値等	TLV:10ppm (TWA) ; 15ppm (STEL) ; A3(動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質).
DFG	評価物質名称	VINYL ACETATE (MONOMER)
	評価・ばく露限界値等	MAK: 発がん性カテゴリー： 3A

41.4.2 国内機関

表 41.4-2 日本産業衛生学会による酢酸ビニルの許容濃度²⁷³

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【酢酸ビニル】 [108-05-4]	—	—	—	2B	—	—	—	'98

²⁷³ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 41.4-3 酢酸ビニルの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【酢酸ビニル】	【Vinyl acetate】
1	急性毒性	経口	—	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	4
		吸入：蒸気	区分 4	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	区分 2	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	区分 2	—
6		発がん性	区分 1B	2
7		生殖毒性	—	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 3（気道刺激性、麻酔作用）	3
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 2（呼吸器）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H30 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/8/8

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

42. 酸化チタン（IV）

42.1 物質の性状

酸化チタン(IV)は、無色の正方晶系の結晶である。結晶構造としてアナターズ（アナターゼ）型、ルチル型、ブルッカイト型がある。ナノ材料としての二酸化チタンについては、その粒子がきわめて小さい²⁷⁴。ばく露実態調査では、ナノマテリアルについては 100nm 程度以下を目安としたナノオーダーサイズの粒子（分子）及び凝集体とし、ナノマテリアル及びそれを含有する製品を対象として評価が行われている²⁷⁵。

表 42.1-1 酸化チタン(IV)の物理化学的特性²⁷⁶

分子量：79.9	比重：密度：3.9-4.3g/cm ³	融点：1,855℃	沸点：2,500-3,000℃
CAS No：13463-67-7	溶解性（対水溶解度）：不溶		

42.2 利用状況・規制等

本物質は、塗料や印刷インキ、インクジェットインキ、プラスチックなどの着色顔料として、また化粧品、シリコンゴム、プラスチック繊維、磁気テープ、トナー、セラミックなどの配合原料として利用されている²⁷⁷。ナノ粒子については、ルチル型は化粧品、塗料、トナー外添剤、ゴム充填剤、反射防止膜に、アナターゼ型は光触媒、工業用触媒担体塗料に用いられている²⁷⁸。

職業性ばく露に関しては、化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート(2009)²⁷⁹の中で、化学工場における本物質の加工作業に従事した労働者や、本物質を缶に詰める作業に従事した労働者のばく露例が報告されている。

本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

42.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として、海外の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 42.3-1 に示すとおりである。

²⁷⁴ 環境省 (2010) 化学物質の環境リスク初期評価書 (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h22-01/pdf/chpt1/1-2-2-08.pdf>)

²⁷⁵ 厚生労働省 化学物質のリスク評価検討会 (2015) リスク評価書 NO.70 酸化チタン（ナノ粒子）
(<https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-11201000-Roudoukijunkyo-Soumuka/0000093683.pdf>)

²⁷⁶ ILO (2002) International Chemical Safety Card TITANIUM DIOXIDE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0338&p_version=2)

²⁷⁷ NITE 化学物質総合情報提供システム
(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_13463-67-7.html) (2019 年 10 月閲覧)

²⁷⁸ 厚生労働省 化学物質のリスク評価検討会 (2015) リスク評価書 No.70 酸化チタン（ナノ粒子）
(<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002grzr-att/2r9852000002gscs.pdf>)

²⁷⁹ 環境省 (2009) 化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h21-01/pdf/chpt2/2-2-2-34.pdf>)

表 42.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	呼吸器系の疾病等	9 歳女兒 6 か月継続する咳と 2 日続く弛張熱があり来院。1 か月前、大葉性肺炎と診断され他院に入院したが症状は改善しなかった。1 年ほど前から爪が黄色く成長速度も遅かった。この症状と呼吸器症状（慢性咳、再発性肺炎、気管支拡張症、慢性副鼻腔炎）とを合わせて黄色爪症候群と診断。 - 爪をエネルギー分散型 X 線写真蛍光分析した結果、顕著なチタンレベルの上昇が見られた(11.48$\mu\text{g/g}$-1²⁸⁰)。 - チタンは患者の家族や他の 6 人の健康な人の爪には見つからなかった。患者には歯磨き時に、二酸化チタン含有歯磨き粉を大量に飲み込む癖があり、それがチタンの元になっていると断定。 - 歯磨きを飲み込む癖を止めた後は、通常色の爪が成長し始め、また呼吸器症状も改善した。	- 経路：経口 - 時間：不明	- 物質：二酸化チタン含有歯磨き粉（詳細不明） - 濃度：不明	二酸化チタン含有歯磨き粉を大量に飲み込みばく露。	Hsu TY et al. 2017
2	皮膚系の疾病等	61 歳男性 - 頭皮に多数の濃紺色の斑点があり来院。電子顕微鏡による観察の結果、斑点は酸化チタンであった。 - また治療に用いていたトリアムシノロンにも酸化チタンが含まれていることが判明。	- 経路：注射 - 時間：長年	- 物質：病変部内トリアムシノロン注射 - 濃度：不明	円形脱毛症のために長年、トリアムシノロン軟膏及び病変内トリアムシノロン注射を受けばく露。	Cohen BE et al. 2016

²⁸⁰ 原著に記載されている単位を使用。

42.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

42.4.1 国外機関

表 42.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Titanium dioxide
	評価・ばく露限界値等	2B（ヒトに対して発がん性を示す可能性がある）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	TITANIUM DIOXIDE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 10mg/m ³ , as TWA A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	TITANIUM DIOXIDE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 0.3mg/m ³ ；ピークばく露限度カテゴリー：II(8)；発がん性カテゴリー：4；妊娠中のリスクグループ：C

42.4.2 国内機関

表 42.4-2 日本産業衛生学会による酸化チタン(IV)の許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度 ²⁸¹		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【二酸化チタン】 [13463-67-7]	—	—	—	2B	—	—	—	'15
【二酸化チタン】 [13463-67-7]	—	1(吸入性粉塵) ²⁸² 4(総粉塵) ²⁸³	—	—	—	—	—	'80
【二酸化チタンナノ 粒子】[13463-67-7]	—	0.3	—	2B	—	—	—	'13

²⁸¹ 二酸化チタンは表 I-3 の第 2 種粉塵に該当。許容濃度として「吸入性粉塵:1mg/m³」と「総粉塵:4mg/m³」の 2 種類が記載されている。参照：「許容濃度等の勧告（2018 年度）」産業衛生学雑誌 2018: 60(5): 116-148.
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>

²⁸² 吸入性結晶質シリカ及び吸入性粉塵は以下の捕集率 R（d_{ae}）で捕集された粒子の質量濃度である。

$R(d_{ae}) = 0.5 [1 + \exp(-0.06d_{ae})] [1 - F(x)]$

d_{ae}：空気動力学粒子径（μm），F（x）：標準正規変数の累積分布関数

$x = \ln(d_{ae}/\Gamma) / \ln(\Sigma)$ ，ln 自然対数， $\Gamma = 4.25 \mu m$ ， $\Sigma = 1.5$

²⁸³ 総粉じん：捕集器の入口における流速を 50～80cm/sec とし捕集した粉じんを総粉じんとする。

表 42.4-3 酸化チタン(IV)の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果 【酸化チタン(ナノ粒子以外)】	GHS 分類結果 【酸化チタン(ナノ粒子)】	CLP 分類結果 2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	—	—	
		経皮	—	×	
		吸入：ガス	—	—	
		吸入：蒸気	—	—	
		吸入：粉じん、ミスト	—	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	—	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	×	—	
4		呼吸器感作性	×	×	
		皮膚感作性	—	×	
5		生殖細胞変異原性	×	×	
6		発がん性	区分 2	区分 2	
7		生殖毒性	×	区分 2	
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	×	×	
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（呼吸器）	区分 1（呼吸器）	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	×	

GHS 分類実施年度：H28 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

43. 酸化鉄

43.1 物質の性状

酸化鉄（三酸化二鉄）は、赤みを帯びた茶色～黒色の結晶又は粉末である。一酸化炭素と反応し、爆発の危険を生じる²⁸⁴。

表 43.1-1 三酸化二鉄の物理化学的特性²⁸⁴

分子量：159.7	比重：密度：5.24g/cm ³	融点：1,565°C	沸点：-
CAS No：1309-37-1	溶解性（対水溶解度）：不溶		

43.2 利用状況・規制等

本物質は、磁性材料原料、塗料原料、ペイント顔料、さび止め顔料、磁気テープ配合剤などに利用されている²⁸⁵。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

43.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告に関する文献として、海外の文献 1 件、症例報告（参考）に関する文献として、国内の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 43.3-1 及び表 43.3-2 に示すとおりである。

²⁸⁴ ILO (2004) International Chemical Safety Card FERRIC OXIDE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1577&p_version=2)

²⁸⁵ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_1309-37-1.html) (2019 年 10 月閲覧)

表 43.3-1 疫学研究報告

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	コホート研究	- 有機溶媒、酸化鉄粉じん、溶接フュームへの職業性ばく露と閉塞性肺機能障害との関係を調べるために、韓国の関連業種に従事している男性 448 人（平均 41.8±10.6 歳）を対象に、閉塞性肺機能障害の有無（スパイロメトリー検査により、FEV1（1 秒率）/FVC（肺活性）<70%）かつ FEV1<80%を定義）を調査した。 - 解析には、年齢、腹囲、喫煙、ばく露年数、職業性ばく露を独立変数としたロジスティック回帰を用いた。	273 人は造船所、102 人は化学物質及び類似物製造（ペイント及びポリウレタン）、73 人は金属材料製造勤務であった。さらに、造船所で溶接作業に係っている 222 人を溶接フュームばく露群、造船所で研削作業又は金属材料製造で鍛造作業に係っている 124 人を酸化鉄粉じんばく露群、ペイント及びポリウレタン製造に係っている 102 人を有機溶媒ばく露群とみなした。 - 有機溶媒や溶接フュームばく露には関連がなかったが、酸化鉄ばく露と閉塞性肺機能障害の間には有意な関連が見られた(OR9.61 (95%CI:2.20-41.97))。	- 経路：吸入 - 時間：平均勤務年数 11.6±8.9 年	- 物質：酸化鉄粉じん - 濃度：不明	造船所で研削作業、又は金属材料製造で鍛造作業を行いばく露	Ryu Ji Young et al. 2013

表 43.3-2 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	皮膚の疾病等	20 歳女性 2 年前から顔面に紅斑、鱗屑が出現。2 週間前から両頬部、前額部が乾燥し、ひりひりした感覚と掻痒が出現し来院。ステロイド軟膏を使用して 2 週間で改善。 - パッチテストの結果、ベンガラ（酸化鉄が主要の発色成分）及びコバルトに陽性反応を示した。口紅からは不純物であるコバルトが検出された。酸化鉄及びコバルトによる接触皮膚炎と診断した。	- 経路：経皮 - 時間：不明	- 物質：ベンガラ含有口紅 - 濃度：不明	ベンガラ（酸化鉄が主要発色成分）を含む口紅を用いてばく露	松浦 千華ら 1998

43.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

43.4.1 国外機関

表 43.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Ferric oxide
	評価・ばく露限界値等	3（ヒトに対する発がん性について分類できない）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	FERRIC OXIDE
	評価・ばく露限界値等	TLV: (Fe として) (respirable fraction) 5mg/m ³ , as TWA A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	FERRIC OXIDE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 発がん性カテゴリー：3B

43.4.2 国内機関

表 43.4-2 日本産業衛生学会による酸化鉄の許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度 ²⁸⁶		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【酸化鉄】 [-]	—	1(吸入性粉塵) 4(総粉塵)	—	—	—	—	—	'80

²⁸⁶ 酸化鉄は表 I -3 の第 2 種粉塵に該当。許容濃度として「吸入性粉塵:1mg/m³」と「総粉塵:4mg/m³」の 2 種類が記載されている。参照：「許容濃度等の勧告（2018 年度）」産業衛生学雑誌 2018: 60(5): 116-148.
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>

表 43.4-3 酸化鉄の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【酸化鉄】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	×	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 1	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		—	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（気道刺激性）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（呼吸器系）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

44. 2, 2-ジクロロ-1, 1, 1-トリフルオロエタン（別名 HCFC-123）

44.1 物質の性状

2,2-ジクロロ-1,1,1-トリフルオロエタンは、特徴的な臭気のある無色の液体である。蒸気は空気より重く、低くなった場所では滞留して酸素欠乏を引き起こすことがある。加熱すると分解し、ホスゲン、フッ化水素及び塩化水素を生じる²⁸⁷。

表 44.1-1 2,2-ジクロロ-1,1,1-トリフルオロエタンの物理化学的特性²⁸⁸

分子量：152.9	比重：1.5	融点：-107℃	沸点：28℃
CAS No：306-83-2	溶解性（対水溶解度）：2.1g/L (25℃)		

44.2 利用状況・規制等

本物質は、エアゾル用噴射剤、発泡剤、冷媒などに利用されている²⁸⁸。化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート（2009）²⁸⁹によると、大型（橋型）クレーンの運転者の空調機の冷媒による本物質のばく露や、本物質を冷媒とした冷却装置の試作を行った労働者のばく露が報告されている。WHO のリスク評価書（2000）²⁹⁰では、本物質の製造工場における労働者のばく露例が挙げられている。また、NICNAS のリスク評価書（1999）²⁹¹では、職業性ばく露の主要原因として冷却装置のメンテナンスと修理作業を示し、冷媒を他の貯蔵容器に移す作業を行う労働者にもばく露の可能性があるとしている。その他、許容濃度の提案理由書（2000）²⁹²によると、本物質を含む洗浄剤を使用したブライダルウェアの染み抜き作業者のばく露例が報告されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

44.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告に関する文献として国内の文献 1 件、海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 44.3-1 に示すとおりである。

²⁸⁷ ILO (1998) International Chemical Safety Card 2,2-DICHLORO-1,1,1-

TRIFLUOROETHANE(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=en&p_card_id=1343&p_version=2)

²⁸⁸ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_306-83-2.html) (2019 年 10 月閲覧)

²⁸⁹ 環境省 (2009) 化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h21-01/pdf/chpt2/2-2-2-19.pdf>)

²⁹⁰ IPCS (2000) ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 23 2,2-DICHLORO-1,1,1-TRIFLUOROETHANE (HCFC-123) (<https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad23.pdf>)

²⁹¹ NICNAS (1999) Priority Existing Chemical Assessment No.4 Secondary Notification Assessment (<https://www.nicnas.gov.au/search?query=306-83-2&collection=nicnas-meta>)

²⁹² 日本産業衛生学会 (2000) 許容濃度の提案理由書

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_04_002/OEL_306832.pdf)

表 44.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	消化器系の疾病等	症例 1 22 歳男性 2017 年 7 月 26 日に入社し、8 月 2 日に 1.5 時間、8 月 9 日に 2.5 時間 HCFC-123 を消火器に充填し、バルブを組み立てた。2017 年 8 月 12 日、発熱、筋肉痛、腹痛、めまい、疲労があった。8 月 13 日に入院し、8 月 17 日に急性中毒性肝炎と診断。 症例 2 22 歳男性 2017 年 7 月 27 日に入社し、症例 1 と同じ作業行程に従事した。8 月 11 日に発熱があり入院したが、8 月 24 日に死亡。検死の結果、急性中毒性肝炎が示唆された。	- 経路：吸入 - 時間：不明	- 物質：HCFC-123 - 濃度：貯蔵タンクに注入する時の濃度は、20.65 ± 10.81 ppm、作業半径内のエリアサンプルの平均濃度は 70.30 ± 18.10 ppm と推定	- 京畿道（韓国）にある消火器を作る工場に勤務しておりばく露。 - 労働者にはシリコン処理された手袋が提供されたが、防毒マスクの提供はなかった。また工場内に換気設備は設置されていなかった。	Kim KW et al. 2018

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
2	消化器系の疾病等	症例 1-3 - 従業員 3 人（2 人は勤務歴 1 か月、1 人は勤務歴 2 年）が嘔気、倦怠感、微熱、皮疹を主訴に受診し、肝機能異常が判明。各種肝炎ウイルスは陰性。入院後肝機能は改善したが、復職した 2 例は復職直後に肝障害が再燃。 症例 4 - 勤務歴 10 年。黄疸を指摘され他院で入院加療。洗浄剤の使用歴はほとんどなかったが、黄疸・腹水があり、重篤な肝障害が見られた。職場復帰後、肝障害が再燃。 - 上記症例を踏まえ、従業員 17 人中 13 人を対象に HCFC-123 の代謝物である U-TFA（尿中トリフルオロ酢酸）を測定したところ、13 人全員に検出された。また 16 人に肝機能検査を施行したところ、11 人に肝障害が見られた。 - 洗浄剤の使用頻度にはばらつきがあり、作業員全員が直接使用していたわけではないことから、経気道的ばく露が考えられた。また洗浄剤を直接使用していた従業員ではより強い肝障害を認める傾向にあった。	- 経路：経皮、吸入 - 時間：1 か月から数年	- 物質：HCFC-123 含有洗浄剤 - 濃度：重量比 60	反物染み抜き工場に勤務しており、HCFC-123 含有洗浄剤を常用しておりばく露。作業所は換気のよくない 30m² 程度の屋内であった。販売元がその組成を明らかにしていなかったため、HCFC-123 を使用していた自覚がなく、素手で洗浄剤をしみこませた布を持ち、マスクなども着用せずに作業していた。	大原 昭男ら 2001

44.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

44.4.1 国外機関

表 44.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	2,2-DICHLORO-1,1,1-TRIFLUOROETHANE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 発がん性カテゴリー: 3B

44.4.2 国内機関

表 44.4-2 日本産業衛生学会による 2,2-ジクロロ-1,1,1-トリフルオロエタンの許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【2,2-ジクロロ-1,1,1-トリフルオロエタン】 [306-83-2]	10	62	—	—	—	—	—	'00

表 44.4-3 2,2-ジクロロ-1,1,1-トリフルオロエタンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【2,2-ジクロロ-1,1,1-トリフルオロエタン】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	—	
		経皮	—	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		—	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2B	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		—	
5	生殖細胞変異原性		—	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		—	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（中枢神経、肝） 区分 2（心臓）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（肝）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施日：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

45. ジチオリン酸 O, O-ジエチル-S-エチルチオメチル（別名ホレート）

45.1 物質の性状

ジチオリン酸 O,O-ジエチル-S-エチルチオメチルは、特徴的な臭気を持つ、無色～黄色の液体である。熱の影響下で分解し、リン酸化物及び硫黄酸化物のフュームを生じる²⁹³。

表 45.1-1 ジチオリン酸 O,O-ジエチル-S-エチルチオメチルの物理化学的特性²⁹³

分子量：260.4	比重：1.2	融点：-42.9℃	沸点：-
CAS No：298-02-2	溶解性（対水溶解度）：不溶		

45.2 利用状況・規制等

本物質は、主に農薬（殺虫剤）として利用されている^{294,295}。有機リン系農薬は、アセチルコリンエステラーゼを阻害し、過度の神経刺激に起因する呼吸不全を起こす。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている²⁹⁶。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

45.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告（参考）に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 45.3-1 に示すとおりである。

²⁹³ ILO (2000) International Chemical Safety Card PHORATE

(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1060&p_version=2)

²⁹⁴ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_298-02-2.html) (2019 年 10 月閲覧)

²⁹⁵ 日本国内では農薬として登録されていない。

²⁹⁶ IPCS (1986) ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 63 ORGANOPHOSPHORUS INSECTICIDES: A GENERAL INTRODUCTION (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc63.htm>)(2020 年 2 月閲覧)

表 45.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	コホート研究	- 農薬ばく露と喘鳴の関係を調べるために、米国 AHS (Agricultural health study) に属する農家 17,920 人（男性 97%）、農薬散布業者 2,255 人（95%）男性を対象に、喘鳴の有無、ばく露歴、ライフスタイル等をアンケートで調査した。 - 解析には、年齢、喫煙、BMI、喘息・アトピーについて調整したロジスティック回帰を用いた。散布年数は、0、<1、2-5、6-10、11-20、21-30、>30 年に分類した。	- ホレート使用歴は、農家では以前使用(28%)、現在使用(3%)、散布業者では以前使用(13%)、現在使用(3%)であった。 - 散布業者においては、ホレート使用と喘息の間に有意な関係があった(OR2.35 (95%CI:1.36-4.06))。 - また散布業者においては、ホレート使用日数の増加に伴い喘鳴発症が高くなるという用量反応関係が見られた(p=0.01) 1 年の農薬散布日数は、<5、5-9、10-19、20-39、40-59、60-150、>150 に分類した。	- 経路：吸入、経皮 - 時間： - 散布年数では、農家（33%）、散布業者（27%）ともに 11-20 年が一番多かった。 - 散布日数では、農家では 10-19 日（31%）が、散布業者では 20-39 日（22%）が一番多かった。	- 物質：ホレート - 濃度：不明	農薬散布に従事してばく露	Hoppin JA et al. 2006

45.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

45.4.1 国外機関

表 45.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	PHORATE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.05mg/m ³ , as TWA (皮膚吸収) ; A4(人における発がん性が分類できていない物質) BEI (生物学的ばく露指標)記載あり
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

45.4.2 国内機関

表 45.4-2 日本産業衛生学会によるジチオリン酸 O,O-ジエチル-S-エチルチオメチルの許容濃度²⁹⁷

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【ジチオリン酸 O,O-ジエチル-S-エチルチオメチル】 [298-02-2]	—	—	—	—	—	—	—	—

²⁹⁷ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 45.4-3 ジチオリン酸 O,O-ジエチル-S-エチルチオメチルの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）²⁹⁸

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ジチオリン酸 O,O-ジエチル-S-エチルチオメチル【ホレート】】	【Phorate】
1	急性 毒性	経口	区分 1	2 *
		経皮	区分 1	1
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 1	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	×	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	—	—
6		発がん性	—	—
7		生殖毒性	区分 2	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（神経系）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（神経系）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

²⁹⁸ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

46. ジチオリン酸 O, O-ジメチル-S-1, 2-ビス(エトキシカルボニル)エチル(別名マラチオン)

46.1 物質の性状

ジチオリン酸 O, O-ジメチル-S-1, 2-ビス(エトキシカルボニル)エチルは、特徴的な臭気のある黄色～茶色の液体である。加熱や燃焼により分解し、リン酸化物、硫黄酸化物などの有毒なヒュームを生じる。強力な酸化剤と激しく反応するほか、鉄やその他の金属、ある種のプラスチック及びゴムを腐食する。また、加熱するとより有毒なイソマラチオンを生じることがある²⁹⁹。

表 46.1-1 ジチオリン酸 O, O-ジメチル-S-1, 2-ビス(エトキシカルボニル)エチルの物理化学的特性²⁹⁹

分子量：330.4	比重：1.2	融点：3℃	沸点：156-157℃ (0.093kPa)
CAS No：121-75-5	溶解性（対水溶解度）：145mg/L		

46.2 利用状況・規制等

本物質は、農薬（殺虫剤）として利用されている^{300,301}。ATSDR のリスク評価書（2003）³⁰²では、農作業や農薬の散布作業において、本物質にばく露される可能性があるとしている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物とされている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

46.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告に関する文献として国内の文献 1 件、疫学研究報告（参考）に関する文献として海外の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 46.3-1 及び表 46.3-2 に示すとおりである。

²⁹⁹ ILO (2005) International Chemical Safety Card MALATHION
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0172&p_version=2)

³⁰⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_121-75-5.html) (2019 年 10 月閲覧)

³⁰¹ 国内で使用できる農薬として別名マラソンとして登録されている (<http://www.acis.famic.go.jp/search/vtllg303.do>) (2020 年 1 月閲覧)

³⁰² ATSDR (2003) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR MALATHION (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp154.pdf>)

表 46.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 神経系の疾病等	■ 8人の医療従事者が有機リン中毒患者の処置を行い、二次被害が発生。頭痛・頭重感（8/8）、全身倦怠感（6/8）、目の違和感（5/8）、喉の痛み（3/8）が3日間継続したがその後回復した。しかし1人は上記症状に加えて四肢の脱力感・歩行障害も起きた。全員がばく露12時間後及び1年後に採血・診察を行った。1年後一人を除き正常となった。1人は先天性のものであった。 ■ 有機リン剤の液体クロマトグラフィーによる胃液の分析でアセフェートとマラチオンを同定した。血液、尿からはアセフェートのみを同定した。したがって、アセフェートが中毒の原因物質でマラチオンは後に服毒されたが、嘔吐、胃洗浄にて排除されたと考えた。 ■ 四肢の脱力感・歩行障害が起こった1人は、血液検査の結果コリンエステラーゼ低下が見られた。1年後もコリンエステラーゼは低値だったことから、先天性コリンエステラーゼ欠損と考えられた。遺伝子解析により、G365R変異（ヘテロ接合体）を持ち、コリンエステラーゼ活性が正常の半分であることが判明した。コリンエステラーゼ活性が低い場合は当該酵素と結合する有機リンが少なくなるため、神経筋接合部における有機リン濃度が高くなると考察された。 ■ 本件は重大な労働災害として取り上げられ、病院前救護、除染、患者処置、汚物の処理などに関して毒ガス・揮発性毒物二次被害防護マニュアルが作成され実践されるようになった。	■ 経路：吸入 ■ 時間：処置を行った時間、2時間	■ 物質：揮発した有機リン農薬（アセフェート）なお、マラチオンは後に服毒された。 ■ 濃度：不明	■ 有機リン中毒患者の手当てに当たった医療従事者が、揮発した成分にばく露し二次被害が起こった。中毒患者の胃液分析からは、有機リン農薬であるマラチオンが同定された。 ■ 初期治療及び薬瓶、吐物が付着した衣服処理、胃洗浄の廃液処理は標準的予防策（ラテックスゴム手袋、手術マスク、ガウン着用）にて医療者5名が対応した。深夜勤務の看護師3名は、患者搬入30分後に救急室に入室し、マスクのみ付け、他の救急患者看護を始め、他の患者に直接関与しなかった。	吉原克則ら2009

表 46.3-2 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	横断研究	- 農薬ばく露が精子の質に与える影響を見るために、マレーシアサバ州 3 地域の農家 152 人（農薬ばく露群 62 人、うちパラコートばく露 39 人、マラチオンばく露 15 人、両方ばく露 8 人）を対象に、精子サンプル採取、農薬ばく露歴、ライフスタイル等を調べた。 - 解析には、グループ解析、マンウィットニーテスト、カイ二乗検定を用いた。	- 農薬散布者全体(パラコート、マラチオン、両方ばく露全てを含む)では、精子量(OR6.5 (95%CI:2.7-15.2))、濃度(OR8.766 (95%CI:4.0-19.0))、運動性((OR5.18 (95%CI:2.5-10.5))、形態(OR4.958、(95%CI:1.6-14.6))、白血球数(OR4.51 (95%CI:1.5-13.4))の異常リスクが高かった。 - サブグループごとの解析では、WHO プロトコル標準の精子パラメーターと比較を行った。精子への影響はパラコートよりマラチオンのほうが強い傾向があり、マラチオンばく露群では有意に低い運動性(p=0.05)、両方ばく露群では有意に低い濃度(p=0.05)及び運動性(p=0.04)が見られた。	- 経路：吸入、経皮 - 時間：不明	- 物質：マラチオン（パラコートにもばく露） - 濃度：不明	パラコート、マラチオンを含む農薬散布	Hossain Fet al. 2010

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
2	症例対照研究	■ マラチオンばく露と非ホジキンリンパ腫（NHL）の関係を調べるために、米国・カナダの健康研究コホートに基づき、非ホジキンリンパ腫症例 1,690 人（男性 1,506 人、女性 184 人、平均 62.7 歳）、対照群 5,131 人（男性 4,424 人、女性 707 人、平均 61.7 歳）を対象に農薬ばく露の有無、ライフスタイル等を調査した。 ■ 解析には、年齢、性別、移住地、家族のリンパ腫・血液がん歴について調整した条件なしロジスティック回帰を用いた。	■ マラチオン使用は、NHL のリスク増加と有意に関連していた(OR1.43 (95%CI:1.14-1.81))。 ■ 使用期間を三分位数(<4 年、4～12 年、及び >12 年)に区分して解析した結果、マラチオンの使用年数が増加するとともに、NHL のリスクも増加する用量反応関係が見られた(<4 年 OR1.33 (95%:0.88-2.03)、4～12 年 OR1.42 (95%=1.02-1.96)、>12 年 OR1.55 (95%:1.05-2.28)、$p<0.01$)。 ■ NHL を、濾胞性(FL)、びまん性大細胞型 B 細胞(DLBCL)、小リンパ球性リンパ腫(SLL)、その他に分けて解析を行ったところ、マラチオン使用は、FL (OR1.58 (95%CI:1.11–2.27))及び DLBCL (OR1.61 (95%CI:1.16–2.22))と統計的に有意な関連があったが、SLL 及びその他とは明らかな関連が見られなかった。	■ 経路：吸入、経皮 ■ 時間：0 年から十数年	■ 物質：マラチオン ■ 濃度：不明	■ 農薬散布	Koutrosa et al. 2019

46.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

46.4.1 国外機関

表 46.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Malathion
	評価・ばく露限界値等	2A（ヒトに対しておそらく発がん性を示す）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	MALATHION
	評価・ばく露限界値等	TLV: 1mg/m ³ , as TWA (皮膚吸収)； A4(人における発がん性が分類できていない物質) BEI (生物学的ばく露指標)記載あり
DFG	評価物質名称	MALATHION
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction)： 15 mg/m ³ ； ピークばく露限度カテゴリー： II(4)； 妊娠中のリスクグループ： D

46.4.2 国内機関

表 46.4-2 日本産業衛生学会によるジチオリン酸 O,O-ジメチル-S-1,2-ビス(エトキシカルボニル)エチルの許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	採用 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【マラチオン】 [121-75-5]	—	10	皮	2B	—	—	—	'89'18

表 46.4-3 ジチオリン酸 O,O-ジメチル-S-1,2-ビス(エトキシカルボニル)エチルの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）³⁰³

危険有害性項目			GHS 分類結果 【ジチオリン酸 O,O-ジメチル-S-1,2-ビス (エトキシカルボニル) エチル (Malathion)】	CLP 分類結果 【Malathion】
1	急性毒性	経口	—	4 *
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2B	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	区分 1	1
5		生殖細胞変異原性	区分 2	—
6		発がん性	区分 1B	—
7		生殖毒性	—	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（神経系）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（神経系）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H28 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

³⁰³ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

47. ジベンゾイルペルオキシド

47.1 物質の性状

ジベンゾイルペルオキシドは、白色の結晶又は粉末である。衝撃、摩擦あるいは振動を加えると、爆発的に分解することがあり、103-105℃以上に加熱すると、爆発することがある。燃焼すると、安息香酸及び一酸化炭素の刺激性で有毒の蒸気及びガスを生成する。本物質は、強酸化剤の可燃性物質や還元性物質と激しく反応する。多くの有機酸、無機酸、アルコール及びアミンと激しく反応し、火災や爆発の危険を生じる³⁰⁴。

表 47.1-1 ジベンゾイルペルオキシドの物理化学的特性³⁰⁵

分子量：242.24	比重：密度：1.33g/cm ³	融点：104-106℃	沸点：105℃（爆発性） ³⁰⁶
CAS No：94-36-0	溶解性（対水溶解度）：9.1mg/L (25℃)		

47.2 利用状況・規制等

本物質は、医薬品³⁰⁷、重合触媒、ポリマー架橋剤、有機ゴム薬品、食品添加物（小麦粉等漂白剤）³⁰⁸などに利用されている³⁰⁹。OECD のリスク評価書（2002）³⁰⁵によると、本物質の製造工程における容器に詰める作業で本物質にばく露される可能性があるとされている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物のほか、危険物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

47.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として国内の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 47.3-1 に示すとおりである。

³⁰⁴ ILO (2002) International Chemical Safety Card BENZOYL PEROXIDE

(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0225&p_version=2)

³⁰⁵ OECD (2002) INITIAL TARGETED ASSESSMENT PROFILE (Human Health) BENZOYL PEROXIDE

(<https://hvpchemicals.oecd.org/UI/handler.axd?id=a4d59d82-ac1c-4b5c-8633-a2730b9ef951>)

³⁰⁶ explosive above 105 °C と記載

³⁰⁷ 尋常性ざ瘡治療剤として使用されている。Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/dbget-bin/www_bget?dr_ja:D03093) (2020 年 2 月閲覧)

³⁰⁸ 希釈過酸化ベンゾイル（ジベンゾイルペルオキシド）は小麦粉の成熟期間短縮や漂白を目的に使用される。日本では小麦粉にのみ使用が認められている。厚生労働省消費者庁 第 9 版食品添加物公定書. 2018 (<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzenshu/0000192874.pdf>) (2020 年 2 月閲覧)

³⁰⁹ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_94-36-0.html) (2019 年 10 月閲覧)

表 47.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	皮膚の疾病等	症例 1 28 歳女性。過酸化ベンゾイルゲル投与開始 11 週で軽い刺激症状があり自己中断。2 週間後に再開したところ翌朝に顔面全体に滲出液を伴う強い紅斑が出現した。患者の同意が得られず、皮膚検査はなし。 症例 2 22 歳女性。過酸化ベンゾイルゲル投与数日後より顔面全体に滲出液を伴う紅斑が出現。ベタメゾン、ヒドロコルチゾン酪酸エステル軟膏、ゲンタマイシン硫酸塩軟膏の外用にて症状は数日で改善した。	症例 1 - 経路：経皮 - 時間：11 週間 症例 2 - 経路：経皮 - 時間：数日	- 物質：2.5% 過酸化ベンゾイルゲル - 濃度：2.5%	尋常性ざ瘡に対し、2.5%過酸化ベンゾイルゲルを用いてばく露。	小松 俊郎ら 2016

47.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

47.4.1 国外機関

表 47.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Benzoyl peroxide
	評価・ばく露限界値等	3（ヒトに対する発がん性について分類できない）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	BENZOYL PEROXIDE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 5mg/m ³ , as TWA A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	BENZOYL PEROXIDE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 5mg/m ³ ；ピークばく露限度カテゴリー：I(1)

47.4.2 国内機関

表 47.4-2 日本産業衛生学会によるジベンゾイルペルオキシドの許容濃度³¹⁰

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【ジベンゾイルペルオキシド】 [94-36-0]	—	—	—	—	—	—	—	—

³¹⁰ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 47.4-3 ジベンゾイルペルオキシドの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ジベンゾイルペルオキシド】	【Dibenzoyl peroxide】
1	急性 毒性	経口	—	—
		経皮	×	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2	2
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	区分 1	1
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	×	—
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 3（気道刺激性）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	×	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H25 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/16

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

48. 臭化水素

48.1 物質の性状

臭化水素は、刺激臭のある無色の圧縮液化気体である。気体は空気より重い。水溶液は強酸であり、塩基と激しく反応し、腐食性を示す。強酸化剤及び多くの有機化合物と激しく反応し、火災や爆発の危険を生じるほか、多くの金属を腐食し、引火性、爆発性のガスを生じる³¹¹。

表 48.1-1 臭化水素の物理化学的特性³¹¹

分子量：80.9	比重：1.8	融点：-87℃	沸点：-67℃
CAS No：10035-10-6	溶解性（対水溶解度）：1,930g/L (20℃)		

48.2 利用状況・規制等

本物質は、各種ブロム塩類、臭化アルキル原料、医薬原料などに利用されている³¹²。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物として、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

48.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告に関する文献として、海外の文献 2 件をリストアップした。また、症例報告（参考）に関する文献として、海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 48.3-1 及び表 48.3-2 に示すとおりである。

³¹¹ ILO (2001) International Chemical Safety Card HYDROGEN BROMIDE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0282&p_version=2)

³¹² NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_10035-10-6.html) (2019 年 10 月閲覧)

表 48.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 呼吸器系の疾病等	■ 37 歳男性、非喫煙者 ■ 臭化水素ガスにばく露後、急速に重度の上気道症候群を発症した。また同時に無感覚症及び失声症、非特異的気管支過敏症、閉塞性細気管支炎（運動誘発性呼吸困難を伴う正常レベルの約 20%の呼吸量）及び閉塞性細気管支炎を伴った。現在、肺移植を検討している。	■ 経路：吸入 ■ 時間：3 時間	■ 物質：臭化水素ガス ■ 濃度：不明	■ 職場で排煙機能のない、プリント基板のストリッピングやはんだ付けを行う機器を導入した結果、臭化水素ガスに 3 時間ばく露	Orlando JP et al. 1997
2	■ 呼吸器系の疾病等	■ 39 歳ラテン系男性 ■ 熱、息切れ、咳、喀血があり 5 週間の間に 3 回来院。1 度目は市中感染型肺炎、2 度目はヘルスケア関連肺炎（health-care-associated pneumonia）と診断され、経口薬を処方された。 ■ 3 度目の入院で行った肺生検で、可変性で斑状の細気管支の周囲及び血管周囲の慢性炎症が見られた。所見は間質性肺炎と一致しており、抗生物質療法は中止され、プレドニゾン漸減を経て退院した。 ■ 臭化水素ばく露による化学肺炎と診断。	■ 経路：吸入 ■ 時間：数か月	■ 物質：洗浄液処理に使われた臭化水素 ■ 濃度：不明	■ 10 年間と畜場で勤務。工場には、既にと殺され皮をはいだ状態で搬入され、生きた家畜に触れることはなかった。数か月前から工場では肉を洗浄した水を処理するために臭化水素を使用していた。	Mahmood T et al. 2013

表 48.3-2 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 呼吸器系の疾病等	症例 1 ■ 42 歳女性 ■ ばく露後、眼、胸、喉の灼熱感、息切れ、喘鳴が 2 時間継続し来院。中等度吸気性喘鳴、呼気喘鳴あり。また呼吸からは漂白剤のような匂いが感じられた。1 日入院し、加湿酸素、噴霧サルブタモールで治療。 ■ 退院後も呼吸困難、胸の灼熱感は継続。ばく露 3 か月後及び 10 か月後に行われたフォローアップでは、メタコリン負荷試験に強い陽性を示した。 症例 2 ■ 32 歳女性 ■ ばく露後、眼、喉、胸の灼熱感、かすれ声、咳、軽度呼吸困難があり来院。酸素飽和度は 99%、胸部レントゲンは異常なく処方なし。咳、喉の痛み、かすれ声は 7 か月継続。 ■ 10 か月後のフォローアップでは、メタコリン負荷試験に強い陽性を示した。	症例 1 ■ 経路：吸入 ■ 時間：10 分 症例 2 ■ 経路：吸入 ■ 時間：5 分	■ 物質：ホットタブの水消毒剤（1-bromo-3-chloro-5,5-dimethylhydantoin, 商品名：Brom Tabs、Brominating Tablets）が反応して生じた臭化水素酸 ■ 濃度：不明	■ 臭素ベースの水殺菌剤を用いたホットタブに 5 分又は 10 分浸かってばく露。浴室内は、漂白剤の強烈な匂いがあった。Discussion では、殺菌成分である次亜臭素酸が加水分解し臭化水素を発生したと考察している。	Burns MJ & Linden CH. 1997

48.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

48.4.1 国外機関

表 48.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	HYDROGEN BROMIDE
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 6.7mg/m ³ , 2ppm (STEL)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	HYDROGEN BROMIDE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 2ppm (STEL)
DFG	評価物質名称	HYDROGEN BROMIDE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 6.7mg/m ³ ; 2ppm ; ピークばく露限度カテゴリー : I(1) 妊娠中のリスクグループ : D

48.4.2 国内機関

表 48.4-2 日本産業衛生学会による臭化水素の許容濃度³¹³

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【臭化水素】 [10035-10-6]	—	—	—	—	—	—	—	—

³¹³ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 48.4-3 臭化水素の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【臭化水素】	【Hydrogen bromide】
1	急性 毒性	経口	×	—
		経皮	×	—
		吸入：ガス	区分 3	—
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 1A-1C	1A
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 1	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		×	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（呼吸器）	3
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（呼吸器系、歯）	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		—	—

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/21

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

49. しゅう酸

49.1 物質の性状

しゅう酸は、吸湿性の無色の結晶、又は白色の粉末である。高温面又は炎と接触すると分解し、ギ酸及び一酸化炭素を生じる。強酸化剤と激しく反応して、火災や爆発の危険を生じる。ある種の銀化合物と反応し、爆発性のしゅう酸銀を生じるほか、プラスチックを腐食する³¹⁴。

表 49.1-1 しゅう酸の物理化学的特性³¹⁴

分子量：90.0	比重：密度：1.9 g/cm ³	融点：189.5°C	沸点：-
CAS No：144-62-7	溶解性（対水溶解度）：90-100 g/L(20°C)		

49.2 利用状況・規制等

本物質は、水アメ・ブドウ糖の製造（加水分解用）、分析用試薬、希土類精製、有機合成原料などに利用されている³¹⁵。また、車両の塗装及び洗浄工程でしゅう酸の飽和溶液を使用したノルウェーの鉄道労働者を対象とした調査により、本物質のばく露濃度と尿路結石の症状との関連性が確認されている³¹⁶。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物として、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

49.3 研究報告

1996年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として海外の文献1件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 49.3-1 に示すとおりである。

³¹⁴ ILO (2009) International Chemical Safety Card OXALIC ACID
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0529&p_version=2)

³¹⁵ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_144-62-7.html) (2019年10月閲覧)

³¹⁶ 厚生労働省 (2017) 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/144-62-7.html>)

表 49.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 尿路系の疾病等	■ 32 歳女性 ■ ばく露直後、腹痛、大量の嘔吐があり、2 時間以内に近医に搬送され静脈的処置。4 時間以内に地域の中核病院に搬送され蘇生措置を行い、24 時間心筋作用薬を用いた。嘔吐は続き、2 回は血が混ざった吐しゃ物があった。 ■ 3 日後に尿量が激減し全身浮腫が発生。当科を受診し動脈血検査から代謝性アシドーシスと判明した。血液透析を行ったところ症状は改善。しかし尿量改善せず、7 日目に 2 回目の血液透析。9 日目には、尿量、腎機能共に改善が認められた。 ■ 8 日目に腎生検を実施したところ、中等度びまん性の急性尿細管損傷を伴う急性尿細管間質性腎炎が明らかになり、一部の尿細管に重屈折性を示す結晶が見られた。 ■ 28 日目には無症状となり、血清クレアチニン値も正常となった (114μmol/L)	■ 経路：経口 ■ 時間：2 時間（搬送までの時間）	■ 物質：水に溶かしたシユウ酸約 12.5g ■ 濃度：70%	■ 自殺目的で摂取してばく露。	Dassanayake U & Gnanathasan CA. 2012

49.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

49.4.1 国外機関

表 49.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	OXALIC ACID
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 1mg/m ³ (TWA) ;
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	OXALIC ACID
	評価・ばく露限界値等	TLV: 1mg/m ³ , as TWA 2mg/m ³ (STEL) ;
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

49.4.2 国内機関

表 49.4-2 日本産業衛生学会によるしゅう酸の許容濃度³¹⁷

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【しゅう酸】 [144-62-7]	—	—	—	—	—	—	—	—

³¹⁷ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 49.4-3 しゅう酸の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）³¹⁸

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【しゅう酸】	【Oxalic acid】
1	急性 毒性	経口	区分 4	4 *
		経皮	—	4 *
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	区分 2	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 1	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	×	—
7		生殖毒性	区分 2	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（神経系） 区分 3（気道刺激性）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（泌尿器系）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H28 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/10

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

³¹⁸ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

50. しょう脳

50.1 物質の性状

しょう脳は、特徴的な臭気のある、無色又は白色の結晶である。粉末や顆粒状で空気と混合すると、粉じん爆発の可能性がある。燃焼すると分解し、有毒なガス及び刺激性のフュームを生じる。強酸化剤、強還元剤及び塩素系溶剤と激しく反応し、火災や爆発の危険を生じる³¹⁹。

表 50.1-1 しょう脳の物理化学的特性³¹⁹

分子量：152.3	比重：密度：0.99g/cm ³	融点：180℃	沸点：204℃（室温で昇華する）
CAS No：76-22-2	溶解性（対水溶解度）：1.2g/L (25℃)		

50.2 利用状況・規制等

本物質は、セルロイド、フィルムの可塑剤、興奮剤、香料、防虫剤、塗料ワニスなどに利用されている^{320,321}。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

50.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として海外の文献 3 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 50.3-1 に示すとおりである。

³¹⁹ ILO (2003) International Chemical Safety Card CAMPHOR
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1021&p_version=2)

³²⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_76-22-2.html) (2019 年 10 月閲覧)

³²¹ 職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/76-22-2.html>) (2020 年 1 月閲覧)

表 50.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 神経系の疾病等	■ 2歳女児 ■ ばく露約2時間後にけいれん（30分ごとに2-3分の間、目が上を向く）が発生し、親が女児の吐しゃ物、口、手からしよう脳の匂いがすることに気づく。 ■ 救急外来に搬送。来院後は発作、嘔吐はなし。神経学的検査も陰性。静脈内レベチラセタム 280mg を投与。24時間ICUで監視を行い、けいれん予防のためにクロバザムを処方。 ■ 毒物検査の結果、尿と胃の吸引液の両方でしよう脳が検出された。	■ 経路：経口 ■ 時間：不明	■ 物質：カンフルタブレット(a tablet of camphor) 約 750mg ■ 濃度：不明	■ 誤ってカンフルタブレット半分を食べてしまいばく露	Mathen PG et al. 2018
2	■ 神経系の疾病等	■ 1歳半男児 ■ ばく露約30分後、強直間代発作を起こし来院。24時間管理下に置かれ、けいれん再発はなし。 ■ 脳波と脳のイメージング、及び代謝パラメーターは正常で、抗けいれん薬なしで退院。	■ 経路：経口 ■ 時間：不明	■ 物質：カンフルキューブ（宗教儀式用） ■ 濃度：不明	■ 誤ってカンフルキューブを食べてしまいばく露	Patra C et al. 2015
3	■ 神経系の疾病等	■ 2歳女児 ■ ばく露してから1時間後、強直間代発作（初回発作は3～4分続き、2回目はジアゼパムを飲んで抑えることができた）を起こし来院。神経学的及びその他の臓器の検査は全て陰性。頭蓋CT検査も正常。入院48時間のフォローアップ内にけいれんの再発は見られず、退院。	■ 経路：経口 ■ 時間：不明	■ 物質：カンフル（VapoRub Vaporizing cream, Vicks. India）ティースプーン1杯ほど ■ 濃度：66mg/kg	■ 女児が発作を訴えたため、家族がカンフルをスプーン1杯分与え、ばく露。	Tekin HG et al. 2015

50.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

50.4.1 国外機関

表 50.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	CAMPHOR
	評価・ばく露限界値等	TLV: 2ppm (TWA) ; 3ppm (STEL) ; A4(人における発がん性が分類できていない物質)
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

50.4.2 国内機関

表 50.4-2 日本産業衛生学会によるしょう脳の許容濃度³²²

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【しょう脳】 [76-22-2]	—	—	—	—	—	—	—	—

³²² 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 50.4-3 しょう脳の GHS 分類及び CLP 分類結果

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【しょう脳】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	×	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		×	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2B	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		—	
6	発がん性		—	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（中枢神経系）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（神経系、肝臓）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H21 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

51. 水酸化カルシウム

51.1 物質の性状

水酸化カルシウム（消石灰）は、無色の結晶、又は白色の粉末である。加熱すると分解し、酸化カルシウムを生じる。水溶液は中程度の強さの塩基であり、酸と激しく反応する。水の存在下で多くの金属を腐食し、引火性及び爆発性ガスを生じる³²³。

表 51.1-1 水酸化カルシウムの物理化学的特性³²³

分子量：74.1	比重：2.2	融点：580°C（分解）	沸点：-
CAS No：1305-62-0	溶解性（対水溶解度）：不溶		

51.2 利用状況・規制等

本物質は、大気汚染防止・排水処理用、カーバイド・漂白剤・ソーダ灰原料、建築用、肥料、パルプ、医薬、食品添加物、農薬などに利用されている³²⁴。日本国内でも医薬品³²⁵及び食品添加物³²⁶に使用されている。また消石灰は古くから防虫・殺虫剤として用いられている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

51.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告に関する文献として海外の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 51.3-1 に示すとおりである。

³²³ ILO (1997) International Chemical Safety Card CALCIUM HYDROXIDE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0408&p_version=2)

³²⁴ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrp/chrp_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_1305-62-0.html) (2019 年 10 月閲覧)

³²⁵ 直接歯髄覆罩、生活歯髄切断、根管充填剤などに使用されている。(https://www.kegg.jp/medicus-bin/japic_med?japic_code=00012521) (2020 年 2 月閲覧)

³²⁶ 国内では、指定添加物リスト（規則別表第 1）に定められている。

(<https://www.ffcr.or.jp/webupload/d909191716ab80700dcfe5f36f703a136390b0ec.pdf>) (2020 年 1 月閲覧)

表 51.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 眼・付属器の疾患	■ 男性（年齢は不明） ■ ばく露後、重度の両側角膜熱傷を負い来院。 ■ 受診時、両眼に角膜の裂孔を伴う濃厚な白い角膜混濁があったほか、薄い結膜の複数のパッチも見られた。両眼を洗浄し、粒子状物質を除去した。そして、抗生物質と散瞳薬を投与したほかに、集中的にアスコルビン酸塩、クエン酸塩、デキサメタゾンで治療を行った。 ■ 角膜は翌週に再上皮化し、1 か月後に病態が安定したため、左眼の穿孔角膜移植を実施。組織検査の結果、発熱反応と一致する深い間質瘢痕を示した。	■ 経路：眼の直接損傷 ■ 時間：不明	■ 物質：非爆発性分解剤（商品名：Betonamit）発熱反応で水酸化カルシウムを生成 ■ 濃度：不明	■ コンクリートを破壊するための薬剤が顔面を直撃しばく露。薬剤は、非爆発性分解剤であり、酸化カルシウム、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化マグネシウムの混合物であり、水和すると発熱反応で水酸化カルシウムを形成する。通常では、水と混合して特定の深さと直径のドリル穴に注ぎ、その後膨張し、最大 9,000 トン/m² の圧力が発生し、周囲のコンクリートや石を破壊する。	Newson RS et al. 1996
2	■ 皮膚の疾病等	■ 47 歳男性 ■ ばく露しながら作業に従事。セメントの毒性について知っていたため、作業中足が痛む度にホースでセメントを洗い流した。 ■ 受診時、両足と足首に紅斑、浮腫が見られ、圧痛あり。熱傷部門に入院し、創面切除を行い、2 日目に皮膚移植を行った。 ■ 10 日後に退院し、6 か月後のフォローアップ時には移植部位は良好だった。 ■ セメントの主成分である酸化カルシウムは、水と反応して高アルカリ性の水酸化カルシウムを産するため、生コンクリートにより皮膚障害を引き起こしたと考えられる。	■ 経路：経皮 ■ 時間：4 時間	■ 物質：生セメント ■ 濃度：不明	■ 普段使用していた防護靴を忘れ、普通靴の状態でセメントを混合する作業に従事してばく露。4 時間の間、断続的に生コンクリートの上に立つことがあった。	Sherman SC & Larkin K. 2005

51.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

51.4.1 国外機関

表 51.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	CALCIUM HYDROXIDE
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: (吸入性画分) : 1mg/m ³ (TWA) ; (吸入性画分) : 4mg/m ³ (STEL)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	CALCIUM HYDROXIDE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 5mg/m ³ , as TWA.
DFG	評価物質名称	CALCIUM HYDROXIDE
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction): 1mg/m ³ ;ピークばく露限度カテゴリー I(2); 妊娠中のリスクグループ: C

51.4.2 国内機関

表 51.4-2 日本産業衛生学会による水酸化カルシウムの許容濃度³²⁷

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【水酸化カルシウム】 [1305-62-0]	—	—	—	—	—	—	—	—

³²⁷ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 51.4-3 水酸化カルシウムの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【水酸化カルシウム】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	—	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 1	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（呼吸器）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		×	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

52. 石油ナフサ

52.1 物質の性状

石油ナフサとして、ナフサを対象に整理を実施した。ナフサは、強酸化剤と反応し、燃焼により一酸化炭素や二酸化炭素を発生させる³²⁸。また原油を蒸留分離して得られる物質である。

表 52.1-1 ナフサの物理化学的特性³²⁹

分子量：-	比重：密度：0.77g/mL（20℃）	融点：-	沸点：90-100℃
CAS No：8030-30-6	溶解性（対水溶解度）：不溶		

52.2 利用状況・規制等

ナフサは、石油化学原料、アンモニア用、都市ガス、燃料などとして利用されている³³⁰。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

52.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 52.3-1 に示すとおりである。

³²⁸ 厚生労働省（2006）職場のあんぜんサイト（<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/0820.html>）（2019 年 11 月閲覧）

³²⁹ Chemical book PETROLEUM ETHER（https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB6248174.htm）（2019 年 10 月閲覧）

³³⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム

（https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_8030-30-6.html）（2019 年 10 月閲覧）

表 52.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	血液・造血器の疾病関係等	13 歳女性 - ばく露後、嘔吐、腹痛、四肢のしびれを主訴に来院。 - 蒼白、チアノーゼが見られた。中枢神経系検査では、意識はあったが、四肢の状態が悪化。メトヘモグロビンレベルは 55.8%と上昇。 - 検査結果に基づき、メトヘモグロビン血症を伴うラッカーシンナーペイント中毒による溶血性貧血と診断。また HPLC 検査の結果、患者はヘモグロビン異常疾患であるサラセミアヘテロ接合を持つことが判明した。 - メチレンブルーを静脈内注射した結果、メトヘモグロビンのレベルは 30.2%に低下し、その後正常範囲内になった。また SpO₂ も 90%に上昇した。	- 経路：経口 - 時間：不明	- 物質：ナフサ及び炭化水素を含有する塗料希釈剤 - 濃度：不明	誤って塗料希釈剤を飲みばく露。	Agarwal C et al. 2016

52.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

52.4.1 国外機関

表 52.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	Naphtha; Low boiling point naphtha; [Refined, partly refined, or unrefined petroleum products produced by the distillation of natural gas. It consists of hydrocarbons having carbon numbers predominantly in the range of C5 through C6 and boiling in the range of approximately 100 o C to 200 oC (212 oF to 392 oF).]
	評価・ばく露限界値等	1B (ヒトに対しておそらく発がん性がある物質)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

52.4.2 国内機関

表 52.4-2 日本産業衛生学会による石油ナフサの許容濃度³³¹

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【石油ナフサ】 [8030-30-6]	—	—	—	—	—	—	—	—

³³¹ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告 (2019 年度)
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf> (2020 年 1 月閲覧)

表 52.4-3 石油ナフサの GHS 分類及び CLP 分類結果

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			2019 年現在分類されていない	【Naphtha】
1	急性 毒性	経口		—
		経皮		—
		吸入：ガス		—
		吸入：蒸気		
		吸入：粉じん、ミスト		
2		皮膚腐食性/刺激性		—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		—
4		呼吸器感作性		—
		皮膚感作性		—
5		生殖細胞変異原性		1B
6		発がん性		1B
7		生殖毒性		—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）		—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）		—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		1

GHS 分類：実施なし

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

53. 石油ベンジン

53.1 物質の性状

石油ベンジンは、原油から分留精製したものであり特徴的な臭気のある無色透明な液体である。通常条件において安定であるが、強酸化剤と反応する。また、加熱分解により一酸化炭素を生じる³³²。

表 53.1-1 石油ベンジンの物理化学的特性³³²

分子量：-	比重：0.64～0.74	融点：-	沸点：50～80℃
CAS No：-	溶解性（対水溶解度）：不溶		

53.2 利用状況・規制等

本物質は、しみ抜き、抽出溶剤、化粧品原料（清浄用化粧品、頭髮化粧品、基礎化粧品、メイクアップ化粧品、芳香化粧品、日焼け・日焼け止め化粧品、爪化粧品）などに利用されている³³²。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

53.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として国内の文献 1 件、海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 53.3-1 に示すとおりである。

³³² 厚生労働省（2006）職場のあんぜんサイト (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/0821.html>)

表 53.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 神経系の疾病等 ■ 呼吸器系の疾病等 ■ 消化器系の疾病等 ■ 循環器系の疾病等	■ 42 歳女性 ■ 首つり自殺をしようとしたところを発見され、救急車搬送中に強直間代発作あり。 ■ 病院到着時、意識レベルは GCS3、SpO₂ は 89% であり挿管、人工呼吸を行った。胸部 X 線及び CT スキャンでは、両側に広範な浸潤性肺陰影が示され、急性呼吸窮迫症候群の診断が下された。胸部 CT イメージと、呼吸の特徴的な臭気からベンジン又は類似物を摂取したと判断した。 ■ その後、無尿となり、2 日目に血液透析ろ過を必要とした。その後、長期にわたる循環不全、肝機能障害、播種性血管内凝固症候群などの合併症が観察され、血漿交換療法を開始。その結果、患者の状態は改善に向かった。	■ 経路：経口 ■ 時間：不明	■ 物質：ベンジン ■ 濃度：不明	■ 自殺目的でベンジンを飲みばく露。飲んだ後、首つりを試み近くの人に発見された。現場近くには合成洗剤とベンジンの空容器があった。	Shimamoto Syuji et al. 2013
2	■ 皮膚の疾病等	■ 72 歳女性 ■ ばく露直後に疼痛が出現したが、ペースメーカーの電池交換術を施行。手術は両上肢を体幹に密着させた体位で行われた。約 30 分後で終了したが、その際左腋窩に淡い紅斑があり疼痛も継続していた。その後、同部は水疱を形成し、びらんを伴うようになった。 ■ パッチテストの結果、石油ベンジン 10 分間の貼付にて疼痛と 24 時間後の紅斑びらん局面の形成が認められた。 ■ 術野をベンジンによって脱脂しばく露したため、手術中に、腋窩に石油ベンジンが流入して皮膚と接触していたと考え、石油ベンジンによる化学熱傷と診断した。	■ 経路：経皮 ■ 時間：30 分	■ 物質：石油ベンジン ■ 濃度：不明	■ ペースメーカーの電池交換術前に、石油ベンジンで術野である皮疹部の脱脂を行いばく露。	米澤 理雄ら 2005

53.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

53.4.1 国外機関

表 53.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

53.4.2 国内機関

表 53.4-2 日本産業衛生学会による石油ベンジンの許容濃度³³³

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【石油ベンジン】 [—]	—	—	—	—	—	—	—	—

³³³ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 53.4-3 石油ベンジンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【石油ベンジン】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	—	
		経皮	×	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 3	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2A-2B	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（麻酔作用）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（神経系）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		区分 1	

GHS 分類実施日：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

54. テトラエチルチウラムジスルフィド（別名ジスルフィラム）

54.1 物質の性状

テトラエチルチウラムジスルフィドは、特徴的な臭気を持つ白色～灰色の粉末である。粉末や顆粒状で空気と混合すると、粉じん爆発の可能性がある。乾燥状態では、攪拌、圧気輸送、注入などにより、静電気を帯びることがある。燃焼すると分解し、窒素酸化物及び硫黄酸化物を含む有毒で腐食性のフュームを生じる。強酸化剤と激しく反応し、銅を腐食する。加熱や燃焼により分解し、一酸化炭素、窒素酸化物、硫黄酸化物などの有害なガスを生じる³³⁴。

表 54.1-1 テトラエチルチウラムジスルフィドの物理化学的特性³³⁴

分子量：269.6	比重：密度：1.3g/cm ³	融点：71℃	沸点：117℃ (2.3 kPa)
CAS No：97-77-8	溶解性（対水溶解度）：0.2g/L		

54.2 利用状況・規制等

本物質は、主に有機ゴム薬品（加硫促進剤）に利用されるほか³³⁵、アルコール依存症薬や代謝酵素阻害薬に用いられている³³⁶。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

54.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として海外の文献 4 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 54.3-1 に示すとおりである。

³³⁴ ILO (2002) International Chemical Safety Card DISULFIRAM
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1438&p_version=2)

³³⁵ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_97-77-8.html) (2019 年 10 月閲覧)

³³⁶ Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes. (https://www.kegg.jp/dbget-bin/www_bget?dr_ja:D00131) (2020 年 2 月閲覧)

表 54.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 神経系の疾病等	■ 34 歳 ■ 12 年続く慢性アルコール中毒治療のために、症状発現の 1 か月前からジスルフィラムを開始して、禁酒していた。家族歴から低レベルのドーパミン-α-ヒドロキシラーゼを持ち、ジスルフィラムによって阻害されることで精神症状を発症する素因が大きくなる。 ■ 精神症状が現れて飲酒を再開して、その後症状は悪化した。 ■ 誰かに見張られているという妄想、意味不明なことを繰り返す等の症状が 5 日間続き、妄想性精神病で搬送される。 ■ 精神状態の検査で、協調性が低く、自発性はなく一貫性のない会話をを行い、迫害妄想と幻覚があった。非常に猜疑心が深く、自身の病状についての何の洞察もなかった。精神病施設に入院しジスルフィラムを中断、リスペリドン、クエチアピン、ロラゼパムを開始。入院 4 日目はまだ妄想が見られたが、入院 5 日目に症状は完全に消失し、協調性を見せ猜疑心も減少した。	■ 経路：経口 ■ 時間：1 か月	■ 物質：ジスルフィラム治療薬 250 mg/day ■ 濃度：不明	■ アルコール中毒治療のためにジスルフィラムを摂取してばく露。	de Melo RC et al. 2014
2	■ 神経系の疾病等 ■ 循環器系の疾病等	■ アルコール中毒に対してジスルフィラム治療を受けており発作を起こした 8 人の患者についての症例報告。 ■ 治療開始 6 週間以内に、8 人中 3 人（37.5%）にジスルフィラム起因高血圧、8 人中 1 人に精神病が見られた。 ■ 8 人の発作の内訳は、強直間代性けいれん 62.5%、ミオクローヌス及び強直間代性けいれん 25%、ミオクローヌス 12.5%であった。 ■ 抗てんかん薬によって発作を抑えることができない場合は、ジスルフィラム投与量を半減させることが効果的であった。	■ 経路：経口 ■ 時間：治療開始から初回発作までの平均時間は、2.13 ± 1.13 週	■ 物質：ジスルフィラム治療薬 125-500mg/day ■ 濃度：不明	■ アルコール中毒治療のためにジスルフィラムを摂取してばく露。	Kulkarni RR & Bairy BK. 2015.

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
3	■ 神経系の疾病等	■ 51 歳女性。過去 5 年続くアルコール依存症、過去 3 か月続く大うつ病性障害があった。 ■ 3 日間続く食欲減退、混乱した会話、コミュニケーションの減少、自殺念慮あり来院。来院 10 日前からアルコール依存症に対してジスルフィラムを開始し、2 日前からジスルフィラムにアルコール飲料を摂取していた。 ■ 診察時、会話は叫びと呟きを交互に繰り返し、感情はいらだちや不安、断続的な動揺を見せた。 ■ 洞性頻脈あり。大うつ病性障害、アルコール依存症、せん妄との診断。 ■ ハロペリドール、リスペリドン開始。ビタミン B 複合体を静注。洞性頻脈のためにベラパミル処方。洞性頻脈は 2 日後に改善。精神症状も 1 週間後に減少し、2 週間後には完全に消失した。	■ 経路：経口 ■ 時間：10 日	■ 物質：ジスルフィラム治療薬 250 mg/day ■ 濃度：不明	■ アルコール中毒治療のためにジスルフィラムを摂取してばく露。	Mirsal H et al 2005

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
4	循環器系の疾病等	50 歳男性 - アルコール依存症のためにジスルフィラムを服用している時にアルコールを摂取。意識不明で救急病棟に搬送。血圧 111/38。強直性けいれんあり。再度意識を失い、収縮期血圧が 50mmHg の低血圧となる。 - 胸部 X 線はわずかな肺胞浮腫を示した。心電図は、I、II、aVL、aVF、V2-V6 誘導で ST 低下を示し、aVR 誘導で ST 上昇を示した。心エコー図は左心室機能障害を示さなかったが、心臓型脂肪酸結合タンパク質検査は陽性であった。血中の乳酸及びピルビン酸のレベルは 67.7mg/dL（正常範囲：4.5-19.8mg/dL）及び 2.7 mg/dL（0.3-0.9mg/dL）であり、ショック状態の延長を示した。 - 左主幹に関連する急性冠症候群を除外することはできず、緊急心臓カテーテル検査を実施。冠動脈造影は正常な冠動脈を明らかにし、左室造影は多動性左室運動（hyperkinetic left ventricular motion）を示した（左室駆出率：85%）。 - 圧記録（Pressure recording）は、10mg mgのドーパミンと 0.04mg のノルエピネフリンの注入、及び高い心拍出量にもかかわらず、著しく低下した全身血管抵抗（SVR）を示した。カテーテル検査後、ドーパミンとノルエピネフリンの投与量を徐々に減少。翌日、心電図は正常範囲内になった。	- 経路：経口 - 時間：不明	- 物質：ジスルフィラム治療薬（処方量について記載なし） - 濃度：不明	アルコール中毒治療のためにジスルフィラムを摂取してばく露。	Shioji Keisuke et al.2010

54.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

54.4.1 国外機関

表 54.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Disulfiram
	評価・ばく露限界値等	3（ヒトに対する発がん性について分類できない）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	DISULFIRAM
	評価・ばく露限界値等	TLV: 2mg/m ³ , as TWA A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	DISULFIRAM
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction) : 2mg/m ³ ; ピークばく露限度カテゴリー : II(8) ; 皮膚感作 (SH) ; 妊娠中のリスクグループ : D

54.4.2 国内機関

表 54.4-2 日本産業衛生学会によるテトラエチルチウラムジスルフィドの許容濃度³³⁷

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【テトラエチルチウラム ジスルフィド】 [97-77-8]	—	—	—	—	—	—	—	—

³³⁷ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 54.4-3 テトラエチルチウラムジスルフィドの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）³³⁸

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【テトラエチルチウラムジスルフィド】	【Disulfiram】
1	急性毒性	経口	—	4 *
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		—	—
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		—	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		区分 1	1
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		区分 2	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（神経系、腎臓）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（神経系、心血管系、甲状腺、消化管、肝臓）	2 *
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H30 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

³³⁸ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

55. 灯油

55.1 物質の性状

灯油は、特徴的な臭気のある粘稠性の低い液体である。流動、攪拌などにより、静電気が発生することがある。酸化剤と反応する³³⁹。

表 55.1-1 灯油の物理化学的特性³³⁹

分子量：-	比重：0.80～ <1.0	融点：-48～-26℃	沸点：175～325℃
CAS No：8008-20-6	溶解性（対水溶解度）：不溶		

・組成によって物理的性質は異なる

55.2 利用状況・規制等

本物質は、ジェット燃料、ロケット燃料、石油ストーブ用、塗料希釈剤、機械洗浄用、農薬溶剤などに利用されている^{340,341}。ATSDR のリスク評価書（1995）³⁴²によると、NIOSH が実施した調査により、本物質への職業性ばく露は機械工において最も多く認められたと報告されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

55.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告に関する文献海外の文献 1 件をリストアップした。また症例報告に関する文献として国内の文献 1 件、海外の文献 1 件、症例報告（参考）として国内の文献 1 件をリストアップし、症例報告（参考）に関する文献として国内の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは、表 55.3-1 及び表 55.3-2 に示すとおりである。

³³⁹ ILO (2018) International Chemical Safety Card KEROSENE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0663&p_version=2)

³⁴⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_8008-20-6.html) (2019 年 10 月閲覧)

³⁴¹ 過去に除草剤、忌避剤として灯油を含む農薬が登録されていたが、現在は登録されていないため、国内で使用するためには登録が必要な資材である。農林水産省 特定農薬（特定防除資材）に該当しない資材の取り扱いについて
(https://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_tokutei/pdf/ref_data1.pdf) (2020 年 2 月閲覧)

³⁴² ATSDR (1995) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR FUEL OILS (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp75.pdf>)

表 55.3-1 疫学研究報告

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	追跡研究	- 石油ベースの溶剤への職業性ばく露とアルツハイマー型認知症の関係を調べるために、フランスの病院の老人科の患者 156 名（初診時平均 75±10 歳、女性比率 65%）を 2005-2013 年にかけて認知症発症の有無に関してフォローアップし、様々な認知・神経学的検査を行った。また過去の職業性ばく露を職業マトリクスから推定し、認知症との関連を調べた。 - 解析には、年齢、教育、性別で調整したロジスティック回帰分析を用いた。	156 名のうち、84 名がアルツハイマー又は混合型認知症を発症した。 - 鉱物テレピン油又はディーゼル油・重油・ケロシンにばく露した患者は、種々の神経心理学的評価（エピソード記憶、その他の認知機能等）のそれぞれにおいて有意にパフォーマンスが低いことが明らかになった（OR が 2-5.7）。 - 鉱物テレピン油・ディーゼル油・重油・ケロシンの 4 つをまとめて 1 つの説明変数として行ったロジスティック回帰分析では、オッズ比はさらに高くなった(OR8.0 (95%CI:2.8-24))。	- 経路：不明 - 時間：不明	- 物質：重油 - 濃度：不明	鉱物テレピン油・ディーゼル油・重油・ケロシンにばく露する可能性が高い職業として、家政婦、農家、運転手、パン職人、高級婦人服ドレスメーカー、石工、工業分野、大工、靴職人、溶接、金属業を挙げている。	Helou R & Jaeccker P 2014

表 55.3-2 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	- 呼吸器系の疾病等 - 皮膚の疾病等	69 歳男性 - ばく露後、呼吸困難及びせん妄を発症し搬送。 - 受診時、頻脈（脈拍数：88/分、呼吸数 20/分）。顔、首、胸、両上腕に火傷が見られた。 - 胸部 X 線により両側肺門の陰影の増強が示され、胸部 CT では両下葉への浸潤、浸潤影に低密度領域があることが観察された。 - 気管支肺胞洗浄が行われ、採取した洗浄液は木材防腐剤に似ていることが確認された。 - 灯油を含む木材防腐剤の吸入による炭化水素肺炎と診断。	- 経路：吸入 - 時間：8 時間×2 日	- 物質：灯油 - 濃度：不明	閉鎖された空間で木材防腐剤（灯油）を、8 時間×2 日使用しばく露。	Hara M et al. 2018
2	皮膚の疾病等	38 歳男性 - 自動車整備工として勤務した 4 年目から、両手に痒みのある発疹が出現。ステロイドホルモン外用剤で軽快、作業後悪化を繰り返すため、精査・加療目的で来院した。 - 両前腕から手背にかけて、鱗屑、痂皮が付着した浸潤があり、周囲に浮腫を伴う紅斑局面が多発。 - 病理組織学的には、表皮内への炎症性細胞浸潤がみられ、皮下脂肪組織内には巨細胞を混じる類上皮肉芽腫が見られた。 - パッチテストの結果、オープンテストでは無反応だったが、クローズドテストでは灯油と潤滑油に強陽性。検査結果から、油類による刺激反応と考えられた。また、整備オイルが経毛嚢的に吸収され長期にわたって炎症を繰り返し肉芽腫反応が生じたと考えた。 - 現在は、抗アレルギー剤内服とステロイドホルモン外用剤で治療を続けながら就労している。	- 経路：経皮 - 時間：勤務年数、14 年	- 物質：灯油 - 濃度：不明	自動車整備工として勤務しばく露。	関東 裕美ら 2004

表 55.3-3 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	皮膚の疾病等	73 歳女性 - 午後 4 時頃ばく露し、全身を擦り洗いしたところ体幹の表皮が広範囲に剥離、激痛を覚える。 - 救急車到着時は裸体であったため、灯油の吸着した洋服を再度着せられ、午後 6 時頃近医を受診。入院治療翌日に、当科入院。 - 受傷部位は衣服の被覆部で体表面積の約 40%であった。広範囲に紅斑とびらんが混在。プレドニン、リンデロンを処方され、大部分は 13 日で軽快。臀部、大腿部の潰瘍は軽快までに 30 日を要した。 - 入院後に AST、ALT、γGTP、ALP の急激な上昇あり。薬剤性肝障害を疑い、セファクロルを中止し、ステロイド内服のみ継続。 - 本件は、灯油皮膚炎後、再度灯油のついた衣服を着たという特異な症例であり、経皮吸収による肝障害の可能性も十分あると考えた。	- 経路：経皮 - 時間：不明	- 物質：灯油 - 濃度：不明	転倒し衣服の上から灯油を浴びた。救急車到着後も、灯油の吸着した衣服を再度着せられた。	木村 郁志ら 2001

55.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

55.4.1 国外機関

表 55.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	KEROSENE
	評価・ばく露限界値等	TLV: (総炭化水素蒸気として) 200mg/m ³ , as TWA (皮膚吸収) ; A3(動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質)
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

55.4.2 国内機関

表 55.4-2 日本産業衛生学会による灯油の許容濃度³⁴³

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【灯油】 [8008-20-6]	—	—	—	—	—	—	—	—

³⁴³ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 55.4-3 灯油の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【灯油】	【Kerosine (petroleum)】
1	急性毒性	経口	—	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	—
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		—	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		—	—
6	発がん性		区分 2	—
7	生殖毒性		×	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（気道刺激性、麻酔作用）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		×	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		区分 1	1

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/15

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

56. トリエタノールアミン

56.1 物質の性状

トリエタノールアミンは、特徴的な臭気を持つ無色の粘稠吸湿性の液体、又は結晶である。本物質は、弱塩基であり、酸化剤と反応する。燃焼すると分解し、窒素酸化物を含む有毒で腐食性のフュームを生じる³⁴⁴。

表 56.1-1 トリエタノールアミンの物理化学的特性³⁴⁴

分子量：149.2	比重：1.1	融点：21.6℃	沸点：335.4℃
CAS No：102-71-6	溶解性（対水溶解度）：混和する		

56.2 利用状況・規制等

本物質は、シャンプー原料、不凍液防錆剤、切削油などに利用されている³⁴⁵。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

56.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として海外の文献 3 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 56.3-1 に示すとおりである。

³⁴⁴ ILO (2003) International Chemical Safety Card TRIETHANOLAMINE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1034&p_version=2)

³⁴⁵ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_102-71-6.html) (2019 年 10 月閲覧)

表 56.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 皮膚の疾病等	■ 8 歳女兒。アレルギー性鼻炎と蕁麻疹の既往あり。 ■ 右頬に太田母斑（Nevus of Ota）があり、ルビーレーザー治療を受け、レーザー箇所保護のための日焼け止めの処方あり。 ■ 2 週間後、多くの小胞を伴う不明確な掻痒性紅斑性プラークが、彼女の右頬のレーザー治療領域に見られた。 ■ パッチテストの結果、日焼け止めに強陽性。日焼け止めの成分ごとのテストで、トリエタノールアミンに陽性。	■ 経路：経皮 ■ 時間：不明	■ 物質：トリエタノールアミン ■ 濃度：不明	■ レーザー治療後に処方されたトリエタノールアミン含有の日焼け止めを用いてばく露。	Chu CY & Sun CC. 2001
2	■ 皮膚の疾病等	■ 36 歳女性。アトピー性皮膚炎、食物アレルギー、ラテックスアレルギー、接触皮膚炎あり ■ 息子のために軟膏を塗った後に、顔に紅斑ができ来院。 ■ パッチテスト時に使用した蛍光マーカーの部分が全て陽性反応を示し、マーカー成分のトリエタノールアミンが原因と判明。 ■ トリエタノールアミンは、患者が以前使用に耐えなかった日焼け止め、息子のために使った痒み止め軟膏等にも含まれていたことが判明。	■ 経路：経皮 ■ 時間：不明	■ 物質：トリエタノールアミン ■ 濃度：不明	■ 感作がいつ成立したかは不明。患者は、時々トリエタノールアミン含有製品を使用しており、症状が出ていた。	Hamilton TK & Zug KA. 1996
3	■ 皮膚の疾病等	■ 62 歳女性 ■ ばく露後 72 時間以内に、外耳及び顔と首の右側にまで及ぶ、外耳道の重度の浮腫性及び滲出性皮膚炎を発症。病変は、経ロプレドニゾンを用いて数日で回復。 ■ 8 年前、患者はソロポンシャンプーを使用した後、頭皮、顔、首の同様の重度の皮膚炎を経験しており、この製品の組成は、Cerumenex1 と非常に似ていた。 ■ パッチテストの結果、トリエタノールアミンポリペプチドオレイン酸縮合物 10%及びオレイルポリペプチド 8.7%に対する 2+反応を示した。後者は前者の分解産物である。	■ 経路：経皮 ■ 時間：72 時間	■ 物質：トリエタノールアミン含有点耳薬（商品名：Cerumenex、製造元：Purdue Pharma、カナダ） ■ 濃度：不明	■ トリエタノールアミン含有点耳薬を用いてばく露。感作は、8 年前にトリエタノールアミン含有シャンプーを使用した時に起きたと考えられる。	Sasseville D & Moreau L. 2005

56.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

56.4.1 国外機関

表 56.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Triethanolamine
	評価・ばく露限界値等	3（ヒトに対する発がん性について分類できない）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	TRIETHANOLAMINE
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction) : 1mg/m ³ ; ピークばく露限度カテゴリー : I(1) ; 妊娠中のリスクグループ : C

56.4.2 国内機関

表 56.4-2 日本産業衛生学会によるトリエタノールアミンの許容濃度³⁴⁶

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【トリエタノールアミン】 [102-71-6]	—	—	—	—	—	—	—	—

³⁴⁶ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 56.4-3 トリエタノールアミンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【トリエタノールアミン】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	—	
		経皮	—	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2A	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		区分 1	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（気道刺激性）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		—	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H25 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

57. 2, 4, 5-トリクロロフェノキシ酢酸

57.1 物質の性状

2,4,5-トリクロロフェノキシ酢酸は、白色の結晶性粉末である。加熱や燃焼により分解し、ホスゲン及び塩化水素などの有毒で腐食性のガスを生じる。水溶液は弱酸である³⁴⁷。

表 57.1-1 2,4,5-トリクロロフェノキシ酢酸の物理化学的特性³⁴⁷

分子量：255.5	比重：密度：1.80g/cm ³	融点：153-158℃	沸点：常圧では沸点は存在しない；加熱すると分解する
CAS No：93-76-5	溶解性（対水溶解度）：0.3g/L(25℃)		

57.2 利用状況・規制等

本物質は、除草剤として使用されていたが、催奇形性等の疑いから現在では販売禁止農薬として指定されている^{348,349}。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物として、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

57.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告（参考）に関する文献として海外の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 57.3-1 に示すとおりである。

³⁴⁷ ILO (2005) International Chemical Safety Card (2,4,5-TRICHLOROPHENOXY) ACETIC ACID (https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0075&p_version=2)

³⁴⁸ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_93-76-5.html) (2019 年 10 月閲覧)

³⁴⁹ 農林水産省ホームページ(http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_kinsi/) (2020 年 1 月閲覧)

表 57.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	症例対照研究	枯葉剤へのばく露と菌状息肉腫の関係を調べるために、ベトナム戦争退役軍人で菌状息肉腫を発症した12名と、非ばく露で菌状息肉腫を発症した15名に対して、詳細な病理組織学的調査等を行った。	- ベトナム戦争退役軍人でかつ菌状息肉腫を発症した12人（平均57.8歳、範囲47-63歳）の症例報告。 - ばく露から発症までの平均時間は、24.5年（範囲：9-35年）であった。 75%の患者に痒みがあり、病態としては10名がプラーク、5名が苔癬化、1名がパッチ、1名が腫瘍であった。 - 病理組織学的には、全ての患者の生検が表皮屈性、表皮の核の周辺が明るく抜けたリンパ球（haloed lymphocytes）、及び真皮乳頭の粗いコラーゲン束（collagen bundles）を示した。 - ばく露群患者（46.7%）は、非ばく露群（25.8%）よりもばく露領域の皮膚病変の割合が有意に高かった。また、ばく露群では、不規則な表皮肥厚（$P=0.030$）及び正常角化（$P=0.043$）が有意に高く見られた。	- 経路：経皮、吸入 - 時間：平均16か月（範囲：11-30か月）	- 物質：枯葉剤 - 濃度：不明	枯葉剤が使用されたベトナム戦争に従軍してばく露。	Jang Min Soo et al. 2013
2	コホート研究	退役軍人の死亡率及びがん罹患率の調査を目的として、1964～1972年にベトナム戦争に従軍したニュージーランドの退役軍人3,322人（男性3,361人、女性33人）を対象に、2008年までフォローアップを行い標準化死亡比（SMRs）及びがん罹患率（SIRs）を計算した。	退役軍人における全がん死亡比は低下する傾向（SMR0.85 (95%CI:0.77-0.94)）が見られたが、頭頸部がん(SMR2.20 (95%CI:1.09-3.93))、口腔・咽頭及び喉頭がん(SMR2.13 (95%CI:1.06-3.81))による死亡リスク、また慢性リンパ性白血病の罹患率(SIR1.91 (95%CI:1.04-3.20))は有意に増加した。米国科学アカデミーの枯葉剤による健康被害評価では、慢性リンパ性白血病が「十分な証拠がある」、喉頭がんが「可能性がある」病名リストに含まれている。	- 経路：経皮 - 時間：不明	- 物質：2,4,5-トリクロロフェノキシ酢酸を含む枯葉剤 - 濃度：不明	枯葉剤が使用されたベトナム戦争に従軍してばく露。	McBride D et al. 2013

57.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

57.4.1 国外機関

表 57.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	(2,4,5-TRICHLOROPHENOXY) ACETIC ACID
	評価・ばく露限界値等	TLV: 10mg/m ³ , as TWA A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	(2,4,5-TRICHLOROPHENOXY) ACETIC ACID
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction): 2mg/m ³ ;ピークばく露限度カテゴリー: II(2); 皮膚吸収 (H); 妊娠中のリスクグループ: C

57.4.2 国内機関

表 57.4-2 日本産業衛生学会による 2,4,5-トリクロロフェノキシ酢酸の許容濃度³⁵⁰

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【2,4,5-トリクロロフェノキシ酢酸】 [93-76-5]	—	—	—	—	—	—	—	—

³⁵⁰ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 57.4-3 2,4,5-トリクロロフェノキシ酢酸の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）³⁵¹

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【2, 4, 5-トリクロロフェノキシ酢酸】	【2,4,5-T】
1	急性毒性	経口	区分 4	. 4 *
		経皮	区分 4	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	2
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2A	2
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		—	—
6	発がん性		—	—
7	生殖毒性		区分 1B	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（気道刺激性）	3
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（皮膚） 区分 2（腎臓、免疫系）	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

³⁵¹ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

58. 1-ナフチル-N-メチルカルバメート（別名カルバリル）

58.1 物質の性状

1-ナフチル-N-メチルカルバメートは、無臭の白色の結晶、又は様々な形状の固体である。加熱や燃焼により分解し、窒素酸化物などの有毒なフュームを生じる。強酸化剤と激しく反応し、火災や爆発の危険を生じる³⁵²。

表 58.1-1 1-ナフチル-N-メチルカルバメートの物理化学的特性³⁵²

分子量：201.2	比重：密度：1.2g/cm ³	融点：142°C	沸点：-
CAS No：63-25-2	溶解性（対水溶解度）：0.04-0.12g/L (30°C) (非常に溶けにくい)		

58.2 利用状況・規制等

本物質は、主に農薬（殺虫剤）に利用されている^{353,354}。カルバメート系農薬についての WHO のリスク評価書（1982）³⁵⁵では、農薬製造工場の労働者や、農薬を散布する飛行機の副操縦士、農作業の労働者などのばく露例が示されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物として、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

58.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告（参考）に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 58.3-1 に示すとおりである。

³⁵² ILO (2004) International Chemical Safety Card CARBARYL
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0121&p_version=2)

³⁵³ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_63-25-2.html) (2019 年 10 月閲覧)

³⁵⁴ 国内で使用できる農薬として別名 NAC として登録されている (<http://www.acis.famic.go.jp/search/vtllg303.do>)
(2020 年 1 月閲覧)

³⁵⁵ IPCS (1994) ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 153 Carbaryl (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc153.htm>)

表 58.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	症例対照研究	■ 農薬ばく露と糖尿病の関係を調べるために、ピッサヌローク県（タイ）³⁵⁶の稲作地帯において、糖尿病症例群 866 人（男性 286 人、平均 57.68±9.00 歳）、対照群 1,021 人（男性 357 人、平均 57.64±9.17 歳）を対象に、農薬ばく露レベルを調査した。 ■ 解析には、性別、年齢、MBI、喫煙、飲酒、糖尿病の家族歴、職業について調整した多重ロジスティック回帰を用いた。	■ カルバリル使用と糖尿病発症の間には、有意な関係が見られた(OR1.50 (95%CI:1.02-2.19))。	■ 経路：経皮、吸入 ■ 時間：不明	■ 物質：カルバリル ■ 濃度：不明	■ 農作業中に農薬を混合、散布してばく露。	Juntarawijit Chudchawal et al 2018

³⁵⁶ なお、カルバリルが主に農薬として使用されている地域である。

58.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

58.4.1 国外機関

表 58.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Carbaryl
	評価・ばく露限界値等	3（ヒトに対する発がん性について分類できない）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	carbaryl (ISO); 1-naphthyl methylcarbamate
	評価・ばく露限界値等	2（ヒトに対する発がん性が疑われる物質）
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	CARBARYL
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.5mg/m ³ , as TWA (皮膚吸収)； A4(人における発がん性が分類できていない物質) BEI (生物学的ばく露指標)記載あり
DFG	評価物質名称	CARBARYL
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction)： 5mg/m ³ ピークばく露限度カテゴリー： II(4)； 皮膚吸収 (H)

58.4.2 国内機関

表 58.4-2 日本産業衛生学会による 1-ナフチル- N -メチルカルバメートの許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【カルバリル】 [63-25-2]	—	5	皮	—	—	—	—	'89

表 58.4-3 1-ナフチル-N-メチルカルバメートの GHS 分類
(政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類)³⁵⁷

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【N-メチルカルバミン酸 1-ナフチル 【カルバリル】】	【Carbaryl】
1	急性 毒性	経口	区分 4	4 *
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	4 *
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 4	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2B	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	区分 1B	2
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（神経系）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（神経系）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H30 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/6

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

³⁵⁷ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

59. ニコチン

59.1 物質の性状

ニコチンは、特徴的な臭気を持つ、無色で油状の吸湿性液体である。空気にばく露すると茶色になる。加熱すると分解し、窒素酸化物及び一酸化炭素などの有毒なフュームを生じる。強酸化剤と激しく反応する³⁵⁸。

表 59.1-1 ニコチンの物理化学的特性³⁵⁸

分子量：162.2	比重：1.01	融点：-80℃	沸点：247℃で分解
CAS No：54-11-5	溶解性（対水溶解度）：混和する		

59.2 利用状況・規制等

本物質は、主に医薬用途³⁵⁹で利用されており、以前は殺虫剤として利用されたが、現在では農薬としての登録は失効している^{360,361}。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物として、毒物及び劇物取締法では毒物と定められている。

59.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告（参考）に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 59.3-1 に示すとおりである。

³⁵⁸ ILO (1997) International Chemical Safety Card NICOTINE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0519&p_version=2)

³⁵⁹ Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/medicus-bin/japic_med?japic_code=00048929) (2020 年 2 月閲覧)

³⁶⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_54-11-5.html) (2019 年 10 月閲覧)

³⁶¹ ニコチン（タバコくず、タバコ抽出物）は過去に殺虫剤として登録されていたが、現在は登録されていないため国内で使用するためには登録が必要な資材である。農林水産省 特定農薬（特定防除資材）に該当しない資材の取り扱いについて (https://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_tokutei/pdf/ref_data1.pdf) (2020 年 2 月閲覧)

表 59.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	症例対照研究	- 生葉タバコ症候群の実態を調査するために、マレーシアのタバコ農家の男性 80 人（平均 45.0±7.3 歳）、対照群 40 人（平均 45.1±7.3 歳）を対象に、生葉タバコ症候群（Green Tobacco Sickness）の症状の有無、尿中コチニン濃度を調べた。 - 技術的な理由から、タバコ農家の男性から 3 人、対照群から 2 人を除外した 115 人を解析対象とした。 - 解析には、マン・ホイットニーの U 検定、フィッシャーの正確確率検定を用いた。	- 本調査では、流涙、視力障害、唾液分泌亢進、吐き気、胃けいれん、腹部膨満感、咳、息切れ、神経質、不快な疲労、錯乱、めまい、頭痛、皮膚発疹、しびれ、筋力低下を生葉タバコ症候群の症状とみなした。 - 非喫煙者では、タバコ農家の尿中コチニン濃度³⁶²(17.7 ng/mL/m²)は対照群(0 ng/mL/m²)よりも有意に高かった(p<0.05)。尿中コチニン濃度が 50ng/mL/m²以上の農家は、このレベル以下の農家よりも頻繁に目の症状が見られた(p<0.05)。 - 保護具を着用しなかった農民は、使用した人よりも自覚症状が多かった(p<0.05)。	- 経路：経皮 - 時間：勤務年数 1-5 年 18 人、6-10 年 14 人、11-15 年 12 人、16-20 年 18 人、20 年越え 15 人	- 物質：ニコチンを含むタバコの生葉 - 濃度：不明	- タバコ生産業に従事し、タバコの生葉を手で収穫した。 - 手袋の使用は 77 人中 37 人、ブーツの使用は 77 人中 40 人であった。	大貫 蘭美ら 2003

³⁶² 体表面積（body surface area）に換算。

59.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

59.4.1 国外機関

表 59.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	NICOTINE
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 0.5mg/m ³ (TWA) ; (皮膚)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	NICOTINE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.5mg/m ³ , as TWA (皮膚吸収)
DFG	評価物質名称	NICOTINE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 皮膚吸収 (H)

59.4.2 国内機関

表 59.4-2 日本産業衛生学会によるニコチンの許容濃度³⁶³

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【ニコチン】 [54-11-5]	—	—	—	—	—	—	—	—

³⁶³ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 59.4-3 ニコチンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ニコチン】	【Nicotine】
1	急性 毒性	経口	区分 1	2
		経皮	区分 1	2
		吸入：ガス	—	2
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	×	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	—	—
6		発がん性	×	—
7		生殖毒性	区分 2	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（神経系、呼吸器系、心臓血管系、消化管） 区分 3（気道刺激性）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	×	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

60. ビス（2-クロロエチル）スルフィド（別名マスタードガス）

60.1 物質の性状

ビス(2-クロロエチル)スルフィドは、特徴的な臭気を持つ無色～黄色の油状液体、又は結晶である。加熱すると分解し、有毒なヒュームを生じる。水と反応し、金属を腐食する³⁶⁴。

表 60.1-1 ビス(2-クロロエチル)スルフィドの物理化学的特性³⁶⁴

分子量：159.1	比重：1.27	融点：13.5℃	沸点：216℃
CAS No：505-60-2	溶解性（対水溶解度）：0.068g/L (25℃) (非常に溶けにくい)		

60.2 利用状況・規制等

本物質は、化学兵器として利用される³⁶⁵。ATSDR のリスク評価書（2003）³⁶⁶では、ばく露される可能性のある職業として、漁師や兵士、実験室の労働者を挙げている。また以前に本物質が放出された陸軍基地において建設作業員がばく露された可能性も示唆されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

60.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として国内の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 60.3-1 に示すとおりである。

³⁶⁴ ILO (2005) International Chemical Safety Card SULFUR MUSTARD
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0418&p_version=2)

³⁶⁵ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_505-60-2.html) (2019 年 10 月閲覧)

³⁶⁶ ATSDR (2003) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR SULFUR MUSTARD (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp49.pdf>)

表 60.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 眼・付属器の疾患 ■ 呼吸器系の疾病等 ■ 神経系の疾病等 ■ その他	■ 掘削作業に当たっていた作業員 5 名が地中に埋められていたビール瓶に毒ガスが入っていることを知らずに、割りながら作業を行ってばく露。 ■ ばく露後、眼瞼結膜の充血、流涙、咽頭痛、鼻汁、咳、臀部、顔面などに発赤、水疱、びらんが出現。5 名中 4 名が大学病院の内科、眼科、耳鼻科、皮膚科を受診し、対症療法を受ける。ばく露約 1 か月後、ビール瓶の液体はマスタードガスであることが判明。眼症状は、疼痛、眼脂を伴ったが、1 週間ほどで徐々に軽快。 ■ 5 人全員に咽頭痛、咽頭発赤が認められ、特に 2 例ではその後 2 年間再発と軽快を繰り返した。皮膚症状は難治性であった。2 名から得た皮膚病変部細胞を培養し、染色体検査を行ったところ、染色体異常が確認され、がんの抑制遺伝子といわれる p53 遺伝子座位での転座が認められた。 以下、転院した 2 名の詳細な症例報告。 ■ 被曝時 34 歳 ■ 四肢しびれは両手関節、両足関節以下の触覚、痛覚の低下を認め、深部腱反射は全般的に低下。多発神経炎型の末梢神経障害と考えられた。高次脳機能評価では、記憶力低下、軽度記憶力障害を認めた。また思考の停滞、集中力の低下が観察された。 ■ 被曝時 45 歳 ■ 両手関節以下及び両膝関節以下のじんじんするしびれ感を認め、他覚的にも両手関節及び両足関節以下の触覚、痛覚の低下を認めた。深部腱反射は全般に低下し、多発性感覚神経障害の所見を認めた。 ■ 高次脳機能評価では、形の弁別、線分の傾き、錯綜図、図形の模写に誤りが見られ、注意、精神面の影響が疑われた。視野検査では、左右とも求心性視野障害を認めた。	■ 経路：経皮、吸入 ■ 時間：不明	■ 物質：マスタードガス ■ 濃度：不明	■ 神奈川県寒川町の旧相模海軍工廠跡地で相模縦貫道の橋脚建設のため掘削作業に従事。5 名が作業に当たっていたが、地中に埋められていたビール瓶に毒ガスが入っていることを知らずに、割りながら作業を行ってばく露。ビール瓶が割れると白煙と異臭が発生した。	鈴木 義夫ら 2016

60.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

60.4.1 国外機関

表 60.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Sulfur mustard
	評価・ばく露限界値等	1（ヒトに対して発がん性を示す）
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	Mustard Gas
	評価・ばく露限界値等	K（ヒト発がん性があることが知られている物質）
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	SULFUR MUSTARD
	評価・ばく露限界値等	MAK: 皮膚吸収 (H) ; 発がん性カテゴリー : 1

60.4.2 国内機関

表 60.4-2 日本産業衛生学会によるビス(2-クロロエチル)スルフィドの許容濃度³⁶⁷

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【硫化ジクロロジエチル (マスタードガス, イペリット)】 [505-60-2]	—	—	—	1	—	—	—	'86

³⁶⁷ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 60.4-3 ビス（２－クロロエチル）スルフィドの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ビス（２－クロロエチル）スルフィド（別名：マスタードガス）】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	区分 2	
		経皮	区分 1	
		吸入：ガス	－	
		吸入：蒸気	区分 1	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 2	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 1	
4		呼吸器感作性	×	
		皮膚感作性	×	
5		生殖細胞変異原性	区分 1B	
6		発がん性	区分 1A	
7		生殖毒性	区分 1B	
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（神経系、呼吸器系、循環器系、消化器系、造血系、泌尿器系）	
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（呼吸器）	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	

GHS 分類実施年度：H21 年度

GHS 分類（×：分類できない、－：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

61. フェノチアジン

61.1 物質の性状

フェノチアジンは、黄色の結晶であり、光にばく露すると暗緑色になる。加熱や強酸との接触により分解し、窒素酸化物、硫黄酸化物などの有毒で刺激性のフュームを生じる。強酸化剤と激しく反応し、火災の危険を生じる³⁶⁸。

表 61.1-1 フェノチアジンの物理化学的特性³⁶⁸

分子量：199.3	比重：密度：1.34g/cm ³	融点：185.1℃	沸点：371℃
CAS No：92-84-2	溶解性（対水溶解度）：不溶		

61.2 利用状況・規制等

本物質は、重合抑制剤、酸化防止剤などに利用されている³⁶⁹。またフェノチアジン系向精神薬の合成原料となる。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

61.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として国内の文献 1 件、リストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 61.3-1 に示すとおりである。

³⁶⁸ ILO (2009) International Chemical Safety Card PHENOTHIAZINE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0937&p_version=2)

³⁶⁹ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_92-84-2.html) (2019 年 10 月閲覧)

表 61.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	循環器系の疾病等	43 歳男性、身長 170cm、体重 89kg - 仰臥位で意識不明となっていたところを家人に発見され搬送。 - 意識レベルは JCS30。両側縮瞳あり。補液、経鼻エアウェイの挿入、低流量の酸素吸入を行い、経過を観察した。 - 翌日朝、呼吸困難を訴え、直後に呼吸停止。肺血流シンチグラフィにて右肺末梢への明らかな集積低下を認めた。以上より右肺血栓塞栓症と診断し、ウロキナーゼによる血栓溶解療法、続いてワーファリンによる抗凝固療法を行った。 - 呼吸機能は速やかに改善し、抜管、退院可能となった。 - フェノチアジン系向精神病薬は、血小板凝集や肺血管収縮、リン脂質抗体の誘発などを通して血栓形成を促進することが知られている。	- 経路：経口 - 時間：不明	- 物質：レボメプロマジン（フェノチアジン系向精神病薬） - 濃度：不明	自殺目的でレボメプロマジン（フェノチアジン系向精神病薬）を服用しばく露	森 俊明ら 2007

61.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

61.4.1 国外機関

表 61.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	PHENOTHIAZINE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 5mg/m ³ , as TWA (皮膚吸収)
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

61.4.2 国内機関

表 61.4-2 日本産業衛生学会によるフェノチアジンの許容濃度³⁷⁰

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【フェノチアジン】 [92-84-2]	—	—	—	—	—	—	—	—

³⁷⁰ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
(<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>)（2020 年 1 月閲覧）

表 61.4-3 フェノチアジンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【フェノチアジン】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	—	
		経皮	—	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		—	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		×	
5	生殖細胞変異原性		—	
6	発がん性		×	
7	生殖毒性		×	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（肝臓、腎臓、血液、神経系、循環器系） 区分 3（気道刺激性）	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 2（血液）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H21 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

62. フタル酸ビス（2-エチルヘキシル）（別名DEHP）

62.1 物質の性状

フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)は、特徴的な臭気を持つ、無色～淡色の粘稠性の液体である。加熱すると分解し、刺激性のフェームを生じる。強酸化剤、酸、アルカリ及び硝酸塩と反応する³⁷¹。

表 62.1-1 フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)の物理化学的特性³⁷¹

分子量：390.6	比重：0.986	融点：-50℃	沸点：385℃
CAS No：117-81-7	溶解性（対水溶解度）：不溶		

62.2 利用状況・規制等

本物質は主に可塑剤として塩化ビニル樹脂可塑剤、塗料、顔料、接着剤溶剤などに利用されている³⁷²。化学物質の初期リスク評価書（2005）³⁷³によると、本物質の製造に10～30年間従事した労働者のばく露調査が実施されている。OECDのリスク評価書（2005）³⁷⁴では、本物質の製造業や、本物質を添加剤として使用する産業、本物質を含む最終製品を扱う産業において、ばく露が生じる可能性があるとしている。ATSDRの評価書（2002）³⁷⁵では、可塑剤と樹脂の配合や、PVCプラスチック製品の製造中に従事する労働者において、ばく露が生じる可能性があるとしている。また、生殖毒性物質の提案理由書（2015）³⁷⁶の中で、台湾のポリ塩化ビニルペレット製造工場の労働者や、中国のポリ塩化ビニルフローリング製造工場の労働者を対象とした横断調査の概要が示されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

62.3 研究報告

1996年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告（参考）に関する文献として海外の文献2件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 62.3-1 に示すとおりである。

³⁷¹ ILO (2001) International Chemical Safety Card DI(2-ETHYLHEXYL) PHTHALATE

(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0271&p_version=2)

³⁷² NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_117-81-7.html) (2019年10月閲覧)

³⁷³ 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2005) 化学物質の初期リスク評価書

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_02_001/risk/pdf_hyoukasyo/272riskdoc.pdf)

³⁷⁴ OECD (2005) INITIAL TARGETED ASSESSMENT PROFILE (Human Health) Bis(2-ethylhexyl)phthalate

(<https://hpvchemicals.oecd.org/UI/handler.axd?id=5738b7ae-0aa3-4fd2-8929-f4959d7df59c>)

³⁷⁵ ATSDR (2002) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR DI(2-ETHYLHEXYL)PHTHALATE

(<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp9.pdf>)

³⁷⁶ 日本産業衛生学会 (2015) 生殖毒性の提案理由書

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_04_005/Rep_117817.pdf)

表 62.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	メタ解析	- DEHP ばく露と甲状腺機能障害の関連を調べるために、尿中 DEHP 代謝物濃度と血中甲状腺ホルモンの測定をしている基準を満たした 13 論文を基にメタ解析を行った。 - ピアソンの相関係数を使用して評価した。 - 研究からピアソンの相関係数を得ることができなかった研究では、既存のスピアマンの相関係数または回帰係数と、対応する信頼区間 (CI) を計算した。	13 論文の被験者は合計 12,674 人であり、対象年齢は幼児から成人、性別は両方、女性のみを対象にしたものが含まれていた。 - 尿中の MEHP(Monoethylhexylphthalate) 及び MEHHP(mono (2-ethyl-5-hydroxyhexyl) phthalate) - 濃度は、遊離チロキシン(T4)合計と負の相関が見られた。MEHP 又は MEHHP と T4 の相関係数は、それぞれ-0.02 (CI: -0.05-0.00) 及び-0.03 (CI: -0.05- -0.01)であった。尿中モノ(2-エチル-5-オキソヘキシル)フタル酸濃度は甲状腺刺激ホルモン(チロトロピン)と正の相関があり、相関係数は 0.02 (CI: 0.00-0.04)であった。	- 経路：不明 - 時間：不明	- 物質：DEHP - 濃度：不明	日常生活におけるばく露	Kim MJ et al. 2019
2	メタ解析	- DEHP ばく露と幼児の神経発達障害の関連を調べるために、データベースで検索した 106 個の論文のうち、縦断研究 8 個と横断研究 2 個を基にメタ解析を行った。 - 今回対象とした研究における神経発達障害として、WISC (Wechsler intelligence scale for children) もしくは BSID (Bayley scales of infant development) のいずれかを使用しており、これらに使用される知能指数もしくは精神発達指数を揃えることで解析を行った。	- 横断研究を解析した結果、DEHP 代謝産物の濃度と子供の神経発達との間に統計的に有意な関連性が観察された($\beta = -1.03$ (95% CI: - 1.88 - -0.18))。 - また縦断研究の解析では、出生前の母体尿中の DEHP 代謝物と子供の精神運動発達指数(PDI)の間に有意な関連が見られた($\beta = -0.80$ (95%CI: -1.48- -0.12))。	- 経路：不明 - 時間：不明	- 物質：DEHP - 濃度：不明	日常生活におけるばく露	Lee DW et al. 2018

62.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

62.4.1 国外機関

表 62.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Di(2-ethylhexyl)phthalate
	評価・ばく露限界値等	2B（ヒトに対して発がん性を示す可能性がある）
EPA	評価物質名称	Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP)
	評価・ばく露限界値等	B2（動物での十分な証拠に基づいて、おそらくヒト発がん性物質）
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	Di(2-ethylhexyl) Phthalate
	評価・ばく露限界値等	R（ヒト発がん性があると合理的に予測される物質）
ACGIH	評価物質名称	DI(2-ETHYLHEXYL) PHTHALATE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 5mg/m ³ , as TWA A3(動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質).
DFG	評価物質名称	DI(2-ETHYLHEXYL) PHTHALATE
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction) : 2mg/m ³ ; ピークばく露限度カテゴリー : II(2) ; 皮膚吸収 (H) ; 発がん性カテゴリー : 4 ; 妊娠中のリスクグループ : C

62.4.2 国内機関

表 62.4-2 日本産業衛生学会によるフタル酸ビス(2-エチルヘキシル)の許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖毒 性 ³⁷⁷	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【フタル酸ジ -2- エチルヘ キシル】 [117-81-7]	—	5	—	2B	—	—	1	'95

³⁷⁷ 生殖毒性では、妊娠期など高感受性を示す時期があり、本物質については現行の許容濃度設定の根拠となったものよりも低いばく露レベルで影響が認められていることから、現行の許容濃度や生物学的許容値以下のばく露レベルでも注意が必要と考えられるもの。

表 62.4-3 フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)】	【Bis(2-ethylhexyl) phthalate】
1	急性毒性	経口	—	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2	皮膚腐食性/刺激性		—	—
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2B	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		—	—
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		区分 2	—
7	生殖毒性		区分 1B、追加区分：授乳に対する又は授乳を介した影響	1B
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（気道刺激性）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 2（肝臓、精巣）	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

63. 2-ブロモ-2-クロロ-1,1,1-トリフルオロエタン（別名ハロタン）

63.1 物質の性状

2-ブロモ-2-クロロ-1,1,1-トリフルオロエタンは、特徴的な臭気を持つ揮発性の高い無色の液体である。蒸気は空気より重い。加熱すると分解し、臭化水素、塩化水素及びフッ化水素などの有毒で腐食性のフュームを生じる。また光の影響下で分解する³⁷⁸。

表 63.1-1 2-ブロモ-2-クロロ-1,1,1-トリフルオロエタンの物理化学的特性³⁷⁸

分子量：197.4	比重：1.87	融点：-118℃	沸点：50℃
CAS No：151-67-7	溶解性（対水溶解度）：4.5g/L		

63.2 利用状況・規制等

本物質は、主に吸入麻酔剤として利用されているが³⁷⁹、肝臓への毒性が報告され、ヒトへの使用頻度は減少している^{380,381}。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

63.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 63.3-1 に示すとおりである。

³⁷⁸ ILO (2003) International Chemical Safety Card HALOTHANE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0277&p_version=2)

³⁷⁹ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_151-67-7.html) (2019 年 10 月閲覧)

³⁸⁰ LiverTox: Clinical and Research Information on Drug-Induced Liver Injury. (2018) Halogenated Anesthetics. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK548851/>).

³⁸¹ 日本国内でもほとんど使用されなくなり、麻酔薬及び麻酔関連薬使用ガイドラインではハロタンに関する内容が削除されている。麻酔薬及び麻酔関連薬使用ガイドライン 第 3 版. 財団法人日本麻酔科学会. 2008 年制定
(https://anesth.or.jp/files/pdf/inhalation_anesthetic_20190905.pdf)

表 63.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ その他	■ 6 か月女児、7.2 キロ ■ 腸重積のために開腹手術を受ける。 ■ ハロタン 0.6-1%とアトラクリウム注入で麻酔を行う。1 時間半後に、EtCO₂ が最大 45-50 mmHg に増加。EtCO₂ を正常に戻すために、新鮮なガスの流量ごと分換気量を増加し、ソーダライムを交換したが、EtCO₂ は上昇を続けた。悪性高熱が疑われ、ハロタンの使用を停止した。 ■ その後、フェンタニルとプロポフォールの注入で麻酔を維持。この時点で体温は正常だったが、心拍数は 150/分に上昇した。次の 30 分で、EtCO₂（end-tidal carbon dioxide、呼気終末（期）二酸化炭素分圧）は 60mmHg まで上昇し、その後 15 分で 75mmHg まで上昇し、心拍数 180/分、鼻咽頭温度 103°F で洞性頻脈を発症した。ヨーロッパのガイドラインに基づき、IV 冷生理食塩水点滴、冷水スポンジ、及び冷生理食塩水による胃洗浄など、温度を下げる処置を実施した。術後 7 日で退院した。	■ 経路：吸入 ■ 時間：不明	■ 物質：ハロタン ■ 濃度：0.6-1%	■ 開腹手術時にハロタン麻酔を受けばく露。	Mathur PR et al. 2016

63.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

63.4.1 国外機関

表 63.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	HALOTHANE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 50ppm (TWA); A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	HALOTHANE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 41mg/m ³ ; 5ppm; ピークばく露限度カテゴリー: II(8); 妊娠中のリスクグループ: B

63.4.2 国内機関

表 63.4-2 日本産業衛生学会による 2-ブロモ-2-クロロ-1,1,1-トリフルオロエタンの許容濃度³⁸²

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【2-ブロモ-2-クロロ-1,1,1-トリフルオロエタン】 [151-67-7]	—	—	—	—	—	—	—	—

³⁸² 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 63.4-3 2-ブロモ-2-クロロ-1,1,1-トリフルオロエタンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目		GHS 分類結果	CLP 分類結果
		【2-ブロモ-2-クロロ-1,1,1-トリフルオロエタン（別名：ハロタン）】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	×
		経皮	×
		吸入：ガス	—
		吸入：蒸気	区分 4
		吸入：粉じん、ミスト	×
2		皮膚腐食性/刺激性	×
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2A
4		呼吸器感作性	×
		皮膚感作性	×
5		生殖細胞変異原性	×
6		発がん性	×
7		生殖毒性	区分 2
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（心血管系、肝臓） 区分 3（麻酔作用）
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（肝臓）
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

64. ヘキサクロロエタン

64.1 物質の性状

ヘキサクロロエタンは、特徴的な臭気を持つ無色の結晶である。300℃以上で分解し、ホスゲン、塩化水素などの有毒で腐食性のフュームを生じる。亜鉛、アルミニウム粉末及びナトリウムと反応する。アルカリ金属及び強酸化剤と激しく反応する³⁸³。

表 64.1-1 ヘキサクロロエタンの物理化学的特性³⁸³

分子量：236.7	比重：2.1	融点：-	沸点：183-185℃（昇華点）
CAS No：67-72-1	溶解性（対水溶解度）：不溶		

64.2 利用状況・規制等

本物質は、発煙剤、アルミ鋳物脱ガス、脱酸剤用、切削油添加剤、塩ビ可塑助剤などに利用されている³⁸⁴。ATSDR のリスク評価書（1997）³⁸⁵によると、本物質にばく露される可能性のある職業として、本物質を製造又は使用している産業施設の労働者や、煙又は火工品を扱う軍人を挙げている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

64.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として海外の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 64.3-1 に示すとおりである。

³⁸³ ILO (2010) International Chemical Safety Card HEXACHLOROETHANE (https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0051&p_version=2)

³⁸⁴ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_67-72-1.html) (2019 年 10 月閲覧)

³⁸⁵ ATSDR (1997) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR HEXACHLOROETHANE (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp97.pdf>)

表 64.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 呼吸器系の疾病等	■ 26 歳男性 ■ ばく露後、突如、制御不能な発作性咳嗽、咽頭痛、胸部圧迫感、痛みを伴う吸気（painful inspiration）が 7 時間続き来院した。 ■ 首の触診は、皮下肺気腫と同等の軟部組織の柔らかさを示した。肺の聴診により、両側の呼気性喘鳴が明らかになった。レントゲン写真では、首の表層及び深部の軟部組織を通して、遊離した空気の痕跡が示された。また胸部 X 線写真では、気胸が見られない縦隔気腫が示された。経口薬を処方して、痛みと咳を管理した。	■ 経路：吸入 ■ 時間：不明	■ 物質：ヘキサクロロエタン ■ 濃度：不明	■ 兵士として勤務。ヘキサクロロエタン煙を放出する発煙筒の近くに横たわり、ばく露。	Holmes PS et al. 1999
2	■ 呼吸器系の疾病等	症例 1 ■ 23 歳男性 ■ ばく露直後、流涙、咳、胸の圧迫感、呼吸困難、及び喉の痛みを発症。受診時、ALT 及び GGT（γ-GT）レベルは通常の約 1.5 倍に上昇し、AST レベルもわずかに上昇。好中球が優勢な白血球増加も認められた。 ■ 入院後から酸素投与を行う。入院 3 日後の胸部聴診により、両側の基底部の湿性ラ音が明らかになった。胸部のレントゲン写真は、両方の下肺に間質性肺浸潤を示した。静脈内ヒドロコルチゾン及び予防的抗生物質を投与した。肝機能悪化。ALT レベルは 7 日目に 138U/L、22 日目に 625U/L と上昇。しかし、28 日目には肝昨日検査値が低下し退院。 症例 2 ■ 24 歳男性 ■ ばく露後、呼吸困難、咳、胸の苦痛、喉の痛みがあり来院。 ■ 入院後、酸素投与を行う。2 日後進行性の呼吸困難を発症。胸部聴診で両側の呼気喘鳴が明らかになった。胸部レントゲン写真は、びまん性間質浸潤を明らかにした。胸部の高解像度 CT は、全ての肺野にわたってすりガラスのような不透明で斑状の結節性領域を伴う急性吸入性肺炎を示した。 ■ AST 及び ALT の濃度は、18 日目にそれぞれ 92 及び 195U/L まで増加したが、ALT は 95U/L に低下し、27 日目に退院。	■ 経路：吸入 ■ 時間：推定 3 分	■ 物質：ヘキサクロロエタン ■ 濃度：不明	■ 兵士として勤務し、軍事トレーニング中にばく露。戦闘状態シミュレーション下で、手りゅう弾がトンネルの入り口付近で発煙した時に、防護具を付けない状態でトンネル内にいた。トンネルの大きさは、約 1.75 m×0.6m×360m であり、被曝推定時間は約 3 分。	Loh CH et al. 2006

64.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

64.4.1 国外機関

表 64.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Hexachloroethane
	評価・ばく露限界値等	2B（ヒトに対して発がん性を示す可能性がある）
EPA	評価物質名称	Hexachloroethane
	評価・ばく露限界値等	L（ヒト発がん性の可能性が高い物質）
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	Hexachloroethane
	評価・ばく露限界値等	R（ヒト発がん性があると合理的に予測される物質）
ACGIH	評価物質名称	HEXACHLOROETHANE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 1ppm (TWA)；（皮膚吸収）； A3(動物実験では発がん性が確認されているが、人との関連は不明な物質).
DFG	評価物質名称	HEXACHLOROETHANE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 9.8mg/m ³ ； 1ppm； ピークばく露限度カテゴリー： II(2)

64.4.2 国内機関

表 64.4-2 日本産業衛生学会によるヘキサクロロエタンの許容濃度³⁸⁶

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発が ん性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【ヘキサクロロエタン】 [67-72-1]	—	—	—	—	—	—	—	—

³⁸⁶ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 64.4-3 ヘキサクロロエタンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ヘキサクロロエタン】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	区分 5	
		経皮	—	
		吸入：ガス	—	
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 3	
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2B	
4	呼吸器感作性		×	
	皮膚感作性		—	
5	生殖細胞変異原性		×	
6	発がん性		区分 2	
7	生殖毒性		—	
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		×	
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 2（腎臓、神経系）	
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

65. ベンゾ [a] アントラセン

65.1 物質の性状

ベンゾ[a]アントラセンは、無色～黄茶色の蛍光性の薄片又は粉末である。粉末や顆粒状で空気と混合すると、粉じん爆発の可能性がある。本物質は、酸化性物質と反応する³⁸⁷。

表 65.1-1 ベンゾ[a]アントラセンの物理化学的特性³⁸⁷

分子量：228.3	比重：1.274	融点：162℃	沸点：435℃（昇華点）
CAS No：56-55-3	溶解性（対水溶解度）：不溶		

65.2 利用状況・規制等

本物質は、主に試薬として利用されており³⁸⁸、国内でも製造されている。化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート（2005）³⁸⁹において、製鉄所のコークス炉作業者のばく露例が報告されている。また、WHO のリスク評価書（1998）³⁹⁰によると、石油精製施設の作業者のばく露も報告されている。さらに、ATSDR のリスク評価書（1995）³⁹¹では、ばく露が起こる可能性のある職業として石油精製、金属加工、コークスの生産、アルミニウムの生産を挙げ、掘削、揚水及び処理、輸送、貯蔵、精製を含む原油の抽出及び処理に関与する全ての作業で起こり得るとしている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

65.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告（参考）に関する文献として海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 65.3-1 に示すとおりである。

³⁸⁷ ILO (2016) International Chemical Safety Card BENZ(a)ANTHRACENE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0385&p_version=2)

³⁸⁸ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_56-55-3.html) (2019 年 10 月閲覧)

³⁸⁹ 環境省 (2005) 化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h17-21/pdf/chpt2/2-2-2-51.pdf>)

³⁹⁰ IPCS (1998) ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 202 SELECTED NON-HETEROCYCLIC POLICYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc202.htm>)

³⁹¹ ATSDR (1995) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS
(<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp69.pdf>)

表 65.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	コホート研究	- PM2.5 結合型多環芳香族炭化水素へのばく露と肺機能低下の関係を調べるために、武漢・珠海コホートに属する住民 224 人を対象に、個人に装着したサンプル測定器を用いて PM2.5 の測定及び PM2.5 に結合した PAH(16 種類、アントラセンを含む)、肺機能検査を行った。 - 解析には性別、年齢、身長、体重、職業性ばく露、喫煙、飲酒、研究時期について調整した線形混合モデルを用いた。	- 武漢・珠海コホートは 3 年ごとにフォローアップを行っており、224 人のうち 90 人はフォローアップのデータがあるため、合計 314（男性の割合 41.08）の調査値が得られた。 - 調査した全ての PM2.5 結合型多環芳香族炭化水素のばく露によって、努力性肺活量（FVC）の低下が見られた。 - ベンゾ[a]アントラセンの持続的で長期的な高レベルばく露は、持続的低ばく露レベルのグループと比較して、3 年間で FVC を 214.65mL 低下させた。	- 経路：吸入 - 時間：不明	- 物質：PM2.5 中のベンゾ [a] アントラセン - 濃度：個人に装着した測定器で測定した武漢・珠海市の平均ベンゾ [a] アントラセン濃度、0.36 ng/m³	通常に生活している中でのばく露	Mu G et al. 2019

65.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

65.4.1 国外機関

表 65.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Benz[a]anthracene
	評価・ばく露限界値等	2B（ヒトに対して発がん性を示す可能性がある）
EPA	評価物質名称	Benz[a]anthracene
	評価・ばく露限界値等	B2（動物での十分な証拠に基づいて、おそらくヒト発がん性物質）
EU	評価物質名称	benz[a]anthracene
	評価・ばく露限界値等	1B（ヒトに対しておそらく発がん性がある物質）
NTP	評価物質名称	Benz[a]anthracene
	評価・ばく露限界値等	R（ヒト発がん性があると合理的に予測される物質）
ACGIH	評価物質名称	BENZ(a)ANTHRACENE
	評価・ばく露限界値等	TLV: A2(人における発がん性が疑われる物質) BEI (生物学的ばく露指標)記載あり
DFG	評価物質名称	BENZ(a)ANTHRACENE
	評価・ばく露限界値等	MAK 皮膚吸収 (H)； MAK: 発がん性カテゴリー： 2 生殖細胞変異原性グループ： 3A

65.4.2 国内機関

表 65.4-2 日本産業衛生学会によるベンゾ[a]アントラセンの許容濃度³⁹²

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【ベンゾ [a] アントラセン】 [56-55-3]	—	—	—	2B	—	—	—	'16

³⁹² 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 65.4-3 ベンゾ[a]アントラセンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ベンゾ [a] アントラセン】	【Benz[a]anthracene】
1	急性毒性	経口	×	—
		経皮	×	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	×	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	×	—
5		生殖細胞変異原性	区分 2	—
6		発がん性	区分 2	1B
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	×	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	×	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H23 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

66. ほう酸及びそのナトリウム塩

66.1 物質の性状

ほう酸及びそのナトリウム塩として、本調査の目的に資する文献があるほう酸を整理する。ほう酸は、無臭で無色の結晶、又は白色の粉末である。100℃以上で分解し、水及び刺激性の無水ほう酸を生じる。水溶液は弱酸で、金属類を腐食して水素を生成し、火災や爆発の危険を生じる³⁹³。

表 66.1-1 ほう酸の物理化学的特性³⁹³

分子量：61.8	比重：1.5	融点：171℃で分解する	沸点：-
CAS No：10043-35-3	溶解性（対水溶解度）：56g/L(20℃)		

66.2 利用状況・規制等

本物質は、ガラス・ほうろう原料、ニッケルメッキ添加剤、防火剤、防腐剤、写真薬などに利用されている³⁹⁴。職業性ばく露に関しては、化学物質の初期リスク評価書（2008）³⁹⁵において、ほう酸製造工場の労働者を対象としたコホート研究の概要が示されている。また、化学物質の環境リスク初期評価（2006）³⁹⁶では、ほう砂採鉱・精錬プラントや、半導体製造工場、本物質の製造工場などの労働者を対象とした調査が示されている。ATSDR のリスク評価書（2010）³⁹⁷では、ほう素化合物にばく露される可能性のある職業として、グラスウールやガラス繊維などのガラス製品、肥料、農薬などを扱う労働者を挙げており、本物質の梱包と運搬業務に携わった労働者のばく露例について記述している。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

66.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として国内の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 66.3-1 に示すとおりである。

³⁹³ ILO (2014) International Chemical Safety Card BORIC ACID
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0991&p_version=2)

³⁹⁴ NITE 化学物質総合情報提供システム
(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_10043-35-3.html) (2019 年 10 月閲覧)

³⁹⁵ 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2008) 化学物質の初期リスク評価書
(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_02_001/risk/pdf_hyoukasyo/304riskdoc.pdf)

³⁹⁶ 環境省 (2006) 化学物質の環境リスク初期評価書 (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h28-01/pdf/chpt1/1-2-2-14.pdf>)

³⁹⁷ ATSDR (2010) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR BORON (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp26.pdf>)

表 66.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	- 皮膚の疾病等 - 尿路系の疾病等	81 歳女性 - 下痢・食欲不振が出現、翌日意識障害があり受診。2,000mL 輸液するも無尿であり急性腎不全として緊急入院。気管挿管、持続的血液ろ過透析、抗菌薬、昇圧薬を開始するが血圧維持が困難で、無尿、高度アシドーシス、凝固能異常、多臓器不全、汎血球現象が続いた。 4 日目に四肢に紅斑が拡大するが、びらんは数日で上皮化傾向を示し落屑を生じた。アシドーシスは改善、8 日目より血圧が安定、肝機能異常や CK 高値、意識レベルは改善した。 9 日目に小腸イレウスの所見。25 日目、抜管、気管切開施行。40 日目に透析離脱し、70 日目に転院となった。 - 後日の検査で、急性期血清中のほう酸濃度が異常高値（1,200 µg/mL）であった。また数か月前に婦人会でほう酸団子を作っていたことが判明した。	- 経路：経口 - 時間：不明	- 物質：ほう酸 - 濃度：不明	ほう酸団子を誤食してばく露。	濱中 裕子ら 2017

66.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

66.4.1 国外機関

表 66.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	BORIC ACID
	評価・ばく露限界値等	TLV: (inhalable fraction) 2mg/m ³ , as TWA 6 mg/m ³ (STEL) ; A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	BORIC ACID
	評価・ばく露限界値等	MAK: (inhalable fraction) : 10mg/m ³ ; ピークなく露限度カテゴリー : I(1) ; 妊娠中のリスクグループ : B

66.4.2 国内機関

表 66.4-2 日本産業衛生学会によるほう酸及びそのナトリウム塩の許容濃度³⁹⁸

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【ほう酸 [10043-35-3]	—	—	—	—	—	—	—	—

³⁹⁸ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告 (2019 年度)
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf> (2020 年 1 月閲覧)

表 66.4-3 ほう酸の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ほう酸】	【Boric acid】
1	急性毒性	経口	—	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	—
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		区分 1B	1B
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（消化管、中枢神経系） 区分 3（気道刺激性）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		×	—
10	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H25 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/8/15

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

67. N-メチルカルバミン酸 2, 3-ジヒドロ-2, 2-ジメチル-7-ベンゾ [b] フラニル (別名カルボフラン)

67.1 物質の性状

N-メチルカルバミン酸 2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-7-ベンゾ[b]フラニルは、無色の結晶である。加熱すると分解し、窒素酸化物などの有毒なフェームを生じる³⁹⁹。

表 67.1-1 N-メチルカルバミン酸 2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-7-ベンゾ[b]フラニルの
物理化学的特性³⁹⁹

分子量：221	比重：密度：1.2g/cm ³	融点：153℃	沸点：150℃で分解する
CAS No：1563-66-2	溶解性（対水溶解度）：0.7g/L (25℃)		

67.2 利用状況・規制等

本物質は海外では殺虫剤として用いられているが、国内では過去においても農薬登録されていない⁴⁰⁰。本物質はカルボスルファンやベンフラカルブ等の殺虫剤が分解されることにより、生じるとされている⁴⁰⁰。WHO のリスク評価書（1986）⁴⁰¹では、本物質の製造工場の労働者や農薬を使用していた昆虫学者、農薬散布作業者におけるばく露例を挙げている。化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート（2004）⁴⁰²によると、本剤が散布された綿畑で作業していた農夫や本農薬の製造工場勤務者のばく露例が報告されている。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

67.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として海外の文献 3 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 67.3-1 に示すとおりである。

³⁹⁹ ILO (2004) International Chemical Safety Card CARBOFURAN
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0122&p_version=2)

⁴⁰⁰ 環境省 (2008) 化学物質の生態リスク初期評価 (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h19-03/pe/03-11.pdf>)

⁴⁰¹ IPCS (1986) ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 64 CARBAMATE PESTICIDES: A GENERAL INTRODUCTION
(<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc64.htm>)

⁴⁰² 環境省 (2004) 化学物質の健康影響に関する暫定的有害性評価シート (http://www.env.go.jp/chemi/report/h16-01/pdf/chap02/02_2_51.pdf)

表 67.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	消化器系の疾病等	36 歳白人女性 - 意図的に摂取後すぐに搬送。入院時、縮瞳、腹部圧痛あり。消化管の蠕動と唾液分泌が著しく増加。 - 血中のグルコース、AST、ALT、GGT 及び CK 値は全て増加したが、カリウム値は減少した。特に、アミラーゼ値は 12 倍に増加したが、偽コリンエステラーゼの値は著しく低下した。 - 胃洗浄及び活性炭、その後のアトロピン投与を行った。 4 時間後、腹部超音波検査は、不均一な浮腫性脾臓を示した。また翌日の腹部 CT スキャンでは、脾臓内の液貯留が見られた。胆石の痕跡は見られず、急性脾炎と診断。 - イミペネム、完全腸管外栄養で治療。入院 1 か月後、状態改善し退院した。	- 経路：経口 - 時間：不明	- 物質：カルボフラン 10mL - 濃度：不明	自殺目的でカルボフラン殺虫剤を飲んでばく露	Rizos E et al. 2004
2	循環器系の疾病等	51 歳男性 - ばく露 15 分後、眠気、虚脱が出現し会話不能となる。 - 搬送され、コリンエステラーゼ値の減少（3.67kU/L）が明らかとなる。 2 時間後に低酸素性呼吸不全を発症し、機械的呼吸管理のために挿管を必要とした。その後 ST-T 間隔低下が起こった。さらに、心エコー検査は、弁膜異常又は壁運動欠陥のない適切な収縮機能を示した。そのため心筋梗塞ではなく、カルボフラン誘発心毒性と診断された。 1 週間後、後遺症もなく退院した。	- 経路：経口 - 時間：不明	- 物質：カルボフラン約 50 mL - 濃度：不明	家族と口論後、カルボフラン含有殺虫剤を飲んでばく露。	Yen CC et al. 2015

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
3	■ 神経系の疾病等	■ 23 歳男性 ■ ばく露数時間後に搬送された。 ■ 肺の聴診は明瞭だったが、呼吸不全があり、動脈血 pH 7.04、PCO₂ 105 mmHg、PO₂ 18mmHg であった。呼びかけへの反応なし。瞳孔は 1.0mm で、光に対する反応は最小限であった。眼瞼部の線維束攣縮及び四肢のけいれんが認められた。腱反射は正常であり、バビンスキー徴候はなかった。 ■ カルボフランの摂取歴と、唾液分泌、意識喪失、瞳孔収縮、筋肉束、大量の発汗といった急性コリン作動性毒性の臨床的特徴によってカーバメート中毒と診断された。気管挿管を行い人工呼吸器の管理下で、集中治療室で硫酸アトロピン投与と胃洗浄を行う。上記症状は治療 24 時間経過後に消失し、72 時間後から徐々に意識が回復した。 ■ 6 日目に、足に「チクチクする感じ」の感覚を伴う痛みを感じ始め、この症状は 2 日間継続。痛みの後には足や手の脱力が続いた。一方、全血コリンエステラーゼ値は 4,770U/L に増加。 ■ 10 日目に、指を動かすことができず、足の背屈筋及び足底屈筋の著しい衰弱が見られた。膝屈筋と伸筋及び股関節屈筋の筋力はわずかに損なわれた。 ■ 20 日目に、電気生理学的検査により、腓骨神経及び脛骨神経の運動伝導速度が比較的維持された状態で、複合筋活動電位（CMAP）振幅の減少が示された。カルボフラン摂取 4 か月後に至って、運動症状の顕著な改善があった。	■ 経路：経口 ■ 時間：数時間（搬送までの時間）	■ 物質：カルボフラン約 100 mL ■ 濃度：不明	■ 自殺目的でカルボフラン殺虫剤を飲んでばく露	Yang PY et al. 2000

67.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

67.4.1 国外機関

表 67.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	CARBOFURAN
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.1mg/m ³ , as TWA A4(人における発がん性が分類できていない物質) BEI (生物学的ばく露指標)記載あり)
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

67.4.2 国内機関

表 67.4-2 日本産業衛生学会による N-メチルカルバミン酸 2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-7-ベンゾ[b]フラニルの許容濃度⁴⁰³

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【N-メチルカルバミン酸 2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル -7-ベンゾ[b]フラニル】 [1563-66-2]	—	—	—	—	—	—	—	—

⁴⁰³ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 67.4-3 N-メチルカルバミン酸 2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-7-ベンゾ[b]フラニルの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）⁴⁰⁴

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【N-メチルカルバミン酸 2, 3-ジヒドロ-2, 2-ジメチル-7-ベンゾ [b] フラニル】	【Carbofuran】
1	急性毒性	経口	区分 1	2 *
		経皮	区分 5	—
		吸入：ガス	—	2 *
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 1	
2	皮膚腐食性/刺激性		×	—
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		×	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		区分 2	—
6	発がん性		—	—
7	生殖毒性		—	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（神経系）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（神経系）、区分 2（精巣）	—
10	誤えん有害性 （旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

⁴⁰⁴ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

68. N-メチル-2-ピロリドン

68.1 物質の性状

N-メチル-2-ピロリドンは、特徴的な臭気のある無色の吸湿性液体である。加熱や燃焼により分解し、窒素酸化物などの有毒なフュームを生じる。強酸及び強塩基と激しく反応する。銅及び銅合金を腐食する⁴⁰⁵。

表 68.1-1 N-メチル-2-ピロリドンの物理化学的特性⁴⁰⁵

分子量：99.1	比重：1.03	融点：-24.4℃	沸点：202℃
CAS No：872-50-4	溶解性（対水溶解度）：混和する		

68.2 利用状況・規制等

本物質は、樹脂溶剤、アセチレン溶剤、MOS 半導体製造用溶剤、化粧品基剤などに利用されている⁴⁰⁶。WHO の評価文書（2001）⁴⁰⁷によると、落書き落とし、マイクロエレクトロニクス製造、塗料剥離に携わる労働者のばく露例が報告されている。OECD のリスク評価書（2007）⁴⁰⁸では、本物質への職業ばく露は、皮膚経路である可能性が最も高いとされている。また、許容濃度の提案理由書（2002）⁴⁰⁹によると、耐熱性エナメル銅線の製造や、電子基板の製造工場の品質管理、レンズ研磨工場における洗浄作業に従事した労働者のばく露例が報告されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

68.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告に関する文献として、海外の文献 1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 68.3-1 に示すとおりである。

⁴⁰⁵ ILO (2014) International Chemical Safety Card N-METHYL-2-PYRROLIDONE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0513&p_version=2)

⁴⁰⁶ NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_872-50-4.html) (2019 年 10 月閲覧)

⁴⁰⁷ WHO (2001) Concise International Chemical Assessment Document 35 N-METHYL-2-PYRROLIDONE
(<https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad35.pdf>)

⁴⁰⁸ OECD (2007) INITIAL TARGETED ASSESSMENT PROFILE (Human Health) 1-methyl-2-pyrrolidone
(<https://hvpchemicals.oecd.org/UI/handler.axd?id=84daa4ac-feb7-4b5a-9839-206d17914e42>)

⁴⁰⁹ 日本産業衛生学会 (2002) 許容濃度の提案理由書
(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_04_002/OEL_872504.pdf)

表 68.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	皮膚の疾病等	- ベビーシートを製作する工場に勤務する労働者3人（21-29歳）が洗浄作業中にばく露した。2人は皮膚疾患の既往はなし。1人（29歳）は、特に治療は行わなかった程度の軽度の手の湿疹の既往があった。 2日間のシフト終了後に、両手の肌が腫れ始め、灼熱感を伴う、刺すような痛みが現れた。翌日にはこれらの症状がさらに悪化し来院。 - 病理組織学的検査の結果、角質層のすぐ下の部分に主に半透明の角質層を伴う角化症が明らかになった。 - コルチコステロイド軟膏を10日間処方。その後患者は粘着剤や溶媒にばく露のない仕事に代わった。	- 経路：経皮 - 時間：1回の作業時間は数分。この作業を含むシフトを3日間行った	- 物質：N-メチル-2-ピロリドン - 濃度：99%	ベビーシートを製作する工場に勤務。新規導入した粘着剤を使って張り付けられた保護フォームのパーツをN-メチル-2-ピロリドンで洗浄する作業があった。数分間の間に、N-メチル-2-ピロリドン液の容器にパーツを浸けて洗浄する過程を複数回繰り返した。最初はPVC（polyvinyl chloride、ポリ塩化）グローブを付けていたが、N-メチル-2-ピロリドンにより縮みフィッティングが悪くなったため、素手で作業を行っていた。	Jungbauer FH et al. 2001

68.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

68.4.1 国外機関

表 68.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	N-METHYL-2-PYRROLIDONE
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 40mg/m ³ , 10ppm (TWA) ; 80mg/m ³ , 20ppm (STEL) ; (皮膚)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	N-METHYL-2-PYRROLIDONE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 82mg/m ³ ; 20ppm; ピークばく露限度カテゴリー: II(2); 皮膚吸収 (H): 妊娠中のリスクグループ: C

68.4.2 国内機関

表 68.4-2 日本産業衛生学会による N-メチル-2-ピロリドンの許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【N-メチル-2-ピロリドン】 [872-50-4]	1	4	皮	—	—	—	—	'02

表 68.4-3 N-メチル-2-ピロリドンの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【N-メチル-2-ピロリドン】	【1-methyl-2-pyrrolidone】
1	急性 毒性	経口	—	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	—	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	2
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2A	2
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		区分 1B	1B
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 3（麻酔作用）	3 (respiratory)
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 2（神経系、肺、肝臓、骨髄）	—
10	誤えん有害性 （旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H27 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/8/15

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

69. 沃素及びその化合物

69.1 物質の性状

沃素及びその化合物として、本調査の目的に資する文献がある以下2物質を対象に整理を実施した。

- ・ヨウ化メチル
- ・ヨウ素

ヨウ化メチルは、特徴的な臭気のある無色の液体である。光及び水分にばく露すると茶色になる。蒸気は空気より重く、低くなった場所では滞留して酸素欠乏を引き起こすことがある。270℃以上で分解し、ヨウ化水素を生じる。強酸化剤との反応や、300℃で酸素と反応することにより、爆発の危険を生じる⁴¹⁰。

ヨウ素は、刺激臭のある青味を帯びた黒色又は黒紫色の結晶である。本物質は昇華しやすく、加熱すると分解し、有毒なフェームを生じる。本物質は強酸化剤で、可燃性物質や還元性物質と反応する。金属粉末、アンチモン、アンモニア、アセトアルデヒド及びアセチレンと激しく反応し、火災や爆発の危険を生じる⁴¹¹

表 69.1-1 ヨウ化メチルの物理化学的特性⁴¹⁰

分子量：142.0	比重：2.3	融点：-66.5℃	沸点：42.5℃
CAS No：74-88-4	溶解性（対水溶解度）：14g/L (20℃)		

表 69.1-2 ヨウ素の物理化学的特性⁴¹¹

分子量：253.8	比重：4.9	融点：114℃	沸点：184℃
CAS No：7553-56-2	溶解性（対水溶解度）：0.3g/L (20℃)		

⁴¹⁰ ILO (2012) International Chemical Safety Card METHYL IODIDE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0509&p_version=2)

⁴¹¹ ILO (2004) International Chemical Safety Card IODINE
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0167&p_version=2)

69.2 利用状況・規制等

ヨウ化メチルは、有機合成原料、メチル化剤、農薬（殺虫剤）原料などに利用されている^{412,413}。また、特定化学物質障害予防規則で特定化学物質（第類物質の特定第2類物質）に指定されている。

^{414,415}

ATSDR のリスク評価書（2004）⁴¹⁶によると、医療従事者、実験室業務、原子力/製造/貯蔵施設の職員において、ヨウ素への職業的ばく露があるとされる。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、強い変異原性が認められた化学物質としても定められており、作業環境評価基準別表において定める管理濃度が設定されている⁴¹⁷。さらに、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。事業場におけるリスクアセスメントも義務付けられている。

ヨウ素は医薬品、有機合成中間体及び触媒、染料、飼料添加剤、写真製版、分析用試薬などに利用される^{418,419}。WHO の評価文書（2009）⁴²⁰では、本物質の製造業において職業的ばく露が生じる可能性があるとしている。ATSDR のリスク評価書（2004）⁴²¹では、ばく露の可能性がある職業として、医療従事者、実験室や原子力施設における労働者を挙げている。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

69.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告として、海外の文献 2 件、症例報告（参考）として海外の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 69.3-1 及び表 69.3-2 に示すとおりである。

⁴¹² NITE 化学物質総合情報提供システム (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_74-88-4.html) (2019 年 10 月閲覧)

⁴¹³ 国内で使用できる農薬として登録されている (<http://www.acis.famic.go.jp/search/vtlg303.do>) (2020 年 1 月閲覧)

⁴¹⁴ 特定化学物質障害予防規則 (https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r985200000343ul-att/2r9852000003447x_1.pdf)

⁴¹⁵ ただし、沃よう化メチルの含有量が重量のパーセント以下のものを除く。

⁴¹⁶ ATSDR (2004) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR IODINE (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp158.pdf>)

⁴¹⁷ 管理濃度は 2ppm である

(https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc_keyword?keyword=%E4%BD%9C%E6%A5%AD%E7%92%B0%E5%A2%83%E8%A9%95%E4%BE%A1%E5%9F%BA%E6%BA%96&dataId=74088000&dataType=0&pageNo=1&mode=0) (2020 年 2 月閲覧)

⁴¹⁸ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_7553-56-2.html) (2019 年 10 月閲覧)

⁴¹⁹ Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/medicus-bin/japic_med?japic_code=00054248) (2020 年 2 月閲覧)

⁴²⁰ WHO (2009) Concise International Chemical Assessment Document 72 IODINE AND INORGANIC IODIDES: HUMAN HEALTH ASPECTS (<https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad72.pdf>)

⁴²¹ ATSDR (2004) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR IODINE (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp158.pdf>)

表 69.3-1 症例報告

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 神経系の疾病等	■ 50 歳白人男性 ■ ばく露 1 週間後、不明瞭な会話、二重視力、体幹右側が重い、不安定な歩行が出現。また幻聴、幻覚を訴えて来院。 ■ 神経系、循環器系、消化器系検査の結果より、おそらく脳底領域を含む脳血管障害の診断がなされる。 ■ しかし、脳の CT と MRI 検査は全て正常。全血球数、腎機能、肝機能検査、甲状腺機能などの血液検査も正常。患者の発熱と神経学的症状を考慮して行われた脳脊髄液検査も正常であった。 ■ 職業ばく露歴が判明し、上記症状は脳出血又は脳梗塞起因ではなく、ヨウ化メチル中毒によるものと考えられた。	■ 経路：経皮 ■ 時間：不明	■ 物質：ヨウ化メチル ■ 濃度：不明	■ 化学工場での勤務中にヨウ化メチルがスーツ及び手にかかりばく露。	Nair JR & Chatterjee K. 2010

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
2	■ 神経系の疾病等	症例 1 ■ 23 歳男性 ■ ばく露後、数分間意識不明。意識を取り戻した後、眩きながら走り回り、「誰かが自分を殺そうとしている」と叫んだ。また精神状態検査で、時間、場所、人物が分からなくなっていることが判明。 ■ 散瞳が見られ、咽頭反射、下位運動ニューロン型左顔面神経麻痺（left seventh nerve palsy of lower motor neuron type）があった。また一過性の肝トランスアミナーゼ上昇があり。 ■ 徐々に感覚と神経学的徴候は改善。その後、恐怖、迫害妄想、幻聴を訴えたがロラゼパム 4 mg で 1 週間かけて徐々に落ち着いた。 症例 2 ■ 34 歳男性 ■ 下位運動ニューロン型の左顔面麻痺及び水平眼振があった。また胸部 X 線で胸水を認めた。 ■ 感覚は 2 日間で徐々に改善したが、その後、極度の不安、恐怖、落ち着きのなさ、睡眠不足を訴えた。これは 10 日間継続し、2mg のクロナゼパムで徐々に治まった。	症例 1 ■ 経路：吸入、経皮 ■ 時間：5-10 秒 症例 2 ■ 経路：吸入、経皮 ■ 時間：15-30 秒	■ 物質：ヨウ化メチル ■ 濃度：不明	■ 工業分野の工場での勤務中に事故でヨウ化メチルにばく露。	Parkar SR & Mayanil TS. 2012

表 69.3-2 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 血液・造血器の疾病関係等	■ 47 歳男性 ■ 2007 年胸痛で来院。アスピリンとクロピドグレルで全処理し冠動脈造影を行ったが病変は見つからなかった。この時重度の血小板減少が見られたが、クロピドグレル投与による影響と診断された。 ■ 2014 年狭心症で来院。今度はクロピドグレルを用いずにヘパリンで前処理をして冠動脈造影を行ったところ、再度血小板減少が見られた。ヘパリン誘発性血小板減少症の検査を実施、結果は陰性であった。 ■ これよりヨード造影剤投与による重度血小板減少症と診断された。	■ 経路：造影剤使用 ■ 時間：不明	■ 物質：ヨード造影剤（詳細については不明） ■ 濃度：不明	■ 冠動脈造影時にヨード造影剤を用いてばく露	Cubero-Gomez JM et al. 2017
2	■ 眼・付属器の疾患	■ 51 歳男性 ■ 左半身麻痺及び左下四半盲があり来院。 ■ MRI の結果、体右側の前部及び後部の領域、左側前部の流域領域に梗塞が見られた。まず右側に対して頸動脈のステント処置を行った。 ■ 6 週間後、再度頸動脈ステント処置を行った際に、口の乾燥、痛みを伴う咀嚼、両方の耳下腺の痛みを伴う腫れを訴えた。耳下腺の痛みと腫れは、5 日間で改善した。 ■ 1 回目のステント処置の時に、ヨウ素に感作したと考えられる。	■ 経路：造影剤使用 ■ 時間：不明	■ 物質：ヨード造影剤（詳細については不明） ■ 濃度：不明	■ 冠動脈造影時にヨード造影剤を用いてばく露	Kohat AK et al. 2014

69.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

69.4.1 国外機関

表 69.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等：ヨウ化メチル

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	Methyl iodide
	評価・ばく露限界値等	3（ヒトに対する発がん性について分類できない）
EPA	評価物質名称	—
	評価ランク	—
EU	評価物質名称	methyl iodide; iodomethane
	評価・ばく露限界値等	2（ヒトに対する発がん性が疑われる物質）
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	METHYL IODIDE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 2ppm (TWA)；（皮膚吸収）
DFG	評価物質名称	METHYL IODIDE
	評価・ばく露限界値等	MAK: 皮膚吸収 (H)； 発がん性カテゴリー： 2

表 69.4-2 各機関による評価・ばく露限界値等：ヨウ素

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	IODINE
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.01ppm (TWA)； 0.1ppm (STEL)； A4(人における発がん性が分類できていない物質).
DFG	評価物質名称	IODINE
	評価・ばく露限界値等	MAK 皮膚吸収 (H)

69.4.2 国内機関

表 69.4-3 日本産業衛生学会による沃素及びその化合物の許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【沃素及びその化合物 ヨウ化メチル】 ⁴²² [74-88-4]	—	—	—	—	—	—	—	—
【ヨウ素】 [7553-56-2]	0.1	1	—	—	—	2	—	'68

表 69.4-4 ヨウ化メチルの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）⁴²³

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ヨウ化メチル】	【Iodomethane】
1	急性 毒性	経口	区分 3	3 *
		経皮	—	4 *
		吸入：ガス	—	3 *
		吸入：蒸気	区分 2	
		×	×	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 2	2
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 2A	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		×	2
7	生殖毒性		×	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（中枢神経系）、 区分 3（気道刺激性、麻酔作用）	3 (respiratory)
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		区分 1（中枢神経系）、 区分 2（呼吸器、甲状腺）	—
10	誤えん有害性 （旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

⁴²² 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）

<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

⁴²³ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

表 69.4-5 ヨウ素の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）⁴²⁴

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【沃素】	【Iodine】
1	急性 毒性	経口	区分 4	—
		経皮	—	4 *
		吸入：ガス	—	4 *
		吸入：蒸気	区分 1	
		吸入：粉じん、ミスト	×	
2		皮膚腐食性/刺激性	区分 2	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	区分 1	—
5		生殖細胞変異原性	×	—
6		発がん性	×	—
7		生殖毒性	×	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 3（気道刺激性）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（甲状腺）	—
10		誤えん有害性 （旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/6

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

⁴²⁴ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

70. ヨードホルム

70.1 物質の性状

ヨードホルムは、黄色光沢ある結晶又は結晶性粉末である。加熱により不安定になり、分解して有毒なヨウ素蒸気を発生させることがある⁴²⁵。

表 70.1-1 ヨードホルムの物理化学的特性⁴²⁵

分子量：-	比重：4.008g/cm ³	融点：約 120℃	沸点：218℃
CAS No：75-47-8	溶解性（対水溶解度）：100mg/L		

70.2 利用状況・規制等

ヨードホルムは、医薬品、有機合成原料、試薬として利用されている^{426,427}。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。

70.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として国内の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 70.3-1 に示すとおりである。

⁴²⁵ 厚生労働省（2006）職場のあんぜんサイト（<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/0996.html>）

⁴²⁶ NITE 化学物質総合情報提供システム（https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_75-47-8.html）（2019 年 10 月閲覧）

⁴²⁷ Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes（https://www.kegg.jp/medicus-bin/japic_med?japic_code=00012521）（2020 年 2 月閲覧）

表 70.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 神経系の疾病等	■ 71 歳男性 ■ 硬膜外膿瘍のために椎弓切除を行う。手術後に両腕の痛みと腫れを訴え、バクテリア検査の結果 MSSA メチシリン感受性黄色ブドウ球菌（methicillin- sensitive <i>S. aureus</i> : MSSA）による筋膜炎症と判明。そのため術後 6 日目と 8 日目に、デブリード（感染・壊死組織を除去し、創を清浄化すること）を行い創口にヨードホルムガーゼを当て、以後毎日取り換えた。また、椎弓切除部についてもヨードホルムガーゼを使用した。 ■ 術後 8 日目のデブリード後、患者の意識は悪化し落ち着かない様子を見せ、その後無反応になった。術後 19 日目の血漿中ヨードホルム濃度は 6,280 µg/dL（正常 4-9µg/dL）と異常な高値を示し、ヨードホルムガーゼの使用を停止した。 ■ ヨードホルム濃度の低下とともに意識は改善し、使用停止 3 か月後には意識が明瞭になった。	■ 経路：経皮 ■ 時間：13 日	■ 物質：ヨードホルムガーゼ ■ 濃度：不明	■ デブリードメント後にヨードホルムガーゼを貼付してばく露。	荒木和邦ら 2007

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
2	■ 神経系の疾病等	症例 1 ■ 72 歳女性 ■ 仙骨全体の骨髓炎で来院。仙骨を切除し開放創とする。手術翌日よりヨードホルムガーゼを創部に 2 枚充填。 ■ 術後 14 日目より見当識障害が進行し、妄想が出現して攻撃的となった。 ■ 術後 34 日目に外因としてヨードホルム中毒を疑い使用を中止。16 日後に精神症状は消失した。 症例 2 ■ 60 歳男性 ■ 腹壁に皮下膿瘍が広がり全身状態不良となり受診。人工肛門増設及び壊死組織を切除し、開放創とした。 ■ 術後 5 日目よりヨードホルムガーゼ 5 枚充填。2 日後に独話、暴言、暴力などの症状が出現。 ■ ヨードホルム中毒を疑い使用を中止したところ、14 日目に精神症状は消失した。 症例 3 ■ 40 歳男性 ■ 右距骨開放骨折を受傷。骨接合術が行われ、臥床を続けていたところ肺塞栓症を発症。線溶療法を行う。ヘパリン投与のため右鼠径部から出血が続き、血腫となったのち膿瘍となった。切開排膿を行い、ヨードホルムガーゼ 1 枚を充填。 ■ 4 日後より昼夜逆転、不眠、尿失禁などの症状が出現。15 日目にヨードホルムの使用を中止したところ、精神症状は軽快した。	■ 経路：経皮 ■ 時間：不明	■ 物質：ヨードホルムガーゼ ■ 濃度：ヨードホルムガーゼは 1 枚当たり 0.33g のヨードホルムを含む	■ 術後の創傷にヨードホルムガーゼを用いてばく露	林 祐司ら 2004

70.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

70.4.1 国外機関

表 70.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

70.4.2 国内機関

表 70.4-2 日本産業衛生学会によるヨードホルムの許容濃度⁴²⁸

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【ヨードホルム】 [75-47-8]	—	—	—	—	—	—	—	—

⁴²⁸ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2019 年度）
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf>（2020 年 1 月閲覧）

表 70.4-3 ヨードホルムの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【ヨードホルム】	2019 年現在分類されていない
1	急性毒性	経口	区分 4	
		経皮	区分 4	
		吸入：ガス	－	
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 4	
2		皮膚腐食性/刺激性	×	
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	区分 2A-2B	
4		呼吸器感作性	×	
		皮膚感作性	×	
5		生殖細胞変異原性	×	
6		発がん性	×	
7		生殖毒性	×	
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 3（麻酔作用）	
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	×	
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、－：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：実施なし

71. リン酸

71.1 物質の性状

りん酸は、吸湿性の無色の結晶である。本物質は、中程度の強酸で、塩基と激しく反応する。アゾ化合物、エポキシドの影響下で、激しく重合する。燃焼すると、リン酸化物の有毒な蒸気を生成する。アルコール、アルデヒド、シアン化物、ケトン、フェノール、エステル、硫化物又は有機ハロゲン化合物と接触すると分解し、有毒なフュームを生じる。多くの金属を腐食する⁴²⁹。

表 71.1-1 リン酸の物理化学的特性⁴²⁹

分子量：98.0	比重：密度：1.9g/cm ³	融点：42℃	沸点：213℃で分解する
CAS No：7664-38-2	溶解性（対水溶解度）：混和する		

71.2 利用状況・規制等

本物質は、リン酸塩原料、金属表面処理剤、医薬、食品添加物などに利用されている^{430,431,432}。EPA のリスク評価書（1995）⁴³³によると、リン鉱石からリンを採取する作業に携わった労働者のコホート調査が実施されている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

71.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告に関する文献として、海外の文献（参考）1 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 71.3-1 に示すとおりである。

⁴²⁹ ILO (2016) International Chemical Safety Card PHOSPHORIC ACID
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=1008&p_version=2)

⁴³⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_7664-38-2.html) (2019 年 10 月閲覧)

⁴³¹ 国内では、指定添加物リスト（規則別表第 1）に定められている。

(<https://www.ffcr.or.jp/webupload/d909191716ab80700dcfe5f36f703a136390b0ec.pdf>) (2020 年 1 月閲覧)

⁴³² Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (https://www.kegg.jp/dbget-bin/www_bget?dr_ja:D05467) (2020 年 2 月閲覧)

⁴³³ EPA (1995) Integrated Risk Information System Chemical Assessment Summary Phosphoric acid
(https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0697_summary.pdf)

表 71.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ その他	■ 28 歳女性 ■ 7 か月前に甲状腺全摘出術を受け、副甲状腺機能低下症を患っていた。 ■ 重度低カルシウム血症の症状で年 12 回入院。 ■ 経口炭酸カルシウム、カルシトリオール（2μg/day）、及びレボチロキシンの治療を受けるが効果は見られなかった。他のカルシウム製剤（炭酸カルシウムとグルコン酸塩、乳酸カルシウム、クエン酸カルシウム）で低カルシウム血症を正常化しようと試みるが全て失敗。 ■ コーラの過剰摂取歴が明らかになり、コーラを完全にやめる。すると 2 週間で血清と尿中のカルシウムとリンのイオン濃度が正常値に回復した。 ■ リン酸を含むコーラの大量摂取によって、カルシウム吸収率が大幅に低下した症例と考えられた。	■ 経路：経口 ■ 時間：不明	■ 物質：コーラに含まれるリン酸 ■ 濃度：不明	■ コーラを毎日約 2L 飲んでばく露	Guarnotta V et al. 2017

71.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

71.4.1 国外機関

表 71.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	PHOSPHORIC ACID
	評価・ばく露限界値等	EU-OEL: 1mg/m ³ (TWA) ; 2mg/m ³ (STEL)
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	PHOSPHORIC ACID
	評価・ばく露限界値等	TLV: 1mg/m ³ , as TWA 3mg/m ³ (STEL)
DFG	評価物質名称	PHOSPHORIC ACID
	評価・ばく露限界値等	MAK: (吸引性画分) : 2mg/m ³ ; ピークばく露限度カテゴリー : I(2) 妊娠中のリスクグループ : C

71.4.2 国内機関

表 71.4-2 日本産業衛生学会によるリン酸の許容濃度

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【リン酸】 [7664-38-2]	—	1	—	—	—	—	—	90

表 71.4-3 リン酸の GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【りん酸】	【Orthophosphoric acid】
1	急性毒性	経口	区分 4	—
		経皮	—	—
		吸入：ガス	—	—
		吸入：蒸気	—	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 3	
2	皮膚腐食性/刺激性		区分 1	1B
3	眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性		区分 1	—
4	呼吸器感作性		×	—
	皮膚感作性		×	—
5	生殖細胞変異原性		×	—
6	発がん性		×	—
7	生殖毒性		×	—
8	特定標的臓器毒性（単回ばく露）		区分 1（呼吸器）	—
9	特定標的臓器毒性（反復ばく露）		×	—
10	誤えん有害性 （旧吸引性呼吸器有害性）		×	—

GHS 分類実施年度：H26 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/8/8

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

72. リン酸ジメチル=(E)-1-(N-メチルカルバモイル)-1-プロペン-2-イル（別名モノクロトホス）

72.1 物質の性状

リン酸ジメチル=(E)-1-(N-メチルカルバモイル)-1-プロペン-2-イルは、無色の吸湿性の結晶である。加熱や燃焼により分解し、窒素酸化物やリン酸化物などの有毒で刺激性のフュームを生じる。鉄、スチール及び真鍮を腐食する⁴³⁴。

表 72.1-1 リン酸ジメチル=(E)-1-(N-メチルカルバモイル)-1-プロペン-2-イルの物理化学的特性⁴³⁴

分子量：223.2	比重：密度：1.22g/cm ³ (20℃)	融点：54-55℃	沸点：125℃ (0.00007kPa)
CAS No：6923-22-4	溶解性（対水溶解度）：1,000g/L (混和する) (20℃)		

72.2 利用状況・規制等

本物質は、農薬（殺虫剤）として使用されていたが、2004年に失効した。しかし米国及びカナダで基準値が設定されていることから、ポジティブリスト制度導入に際し、食品中残留農薬基準値が設定されている。^{435,436}。労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物、毒物及び劇物取締法では劇物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

72.3 研究報告

1996年以降を対象に文献検索を行った結果、症例報告（参考）に関する文献として、海外の文献2件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 72.3-1 に示すとおりである。

⁴³⁴ ILO (2016) International Chemical Safety Card MONOCROTOPHOS
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0181&p_version=2)

⁴³⁵ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_6923-22-4.html) (2019年10月閲覧)

⁴³⁶ モノクロトホスは1980年に農薬取締法に基づく登録がなされ2004年に失効したが、米国及びカナダで基準値が設定されていることから、ポジティブリスト制度導入に際し、食品中の残留農薬基準値が設定された。(<http://www.tokyo-eiken.go.jp/assets/issue/journal/2011/pdf/01-24.pdf>) (2020年1月閲覧)

表 72.3-1 症例報告（参考）

No	症状及び障害	具体的な症状	ばく露条件			文献
			ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	■ 神経系の疾病等	■ 18 歳男性 ■ 自殺目的でモノクロトホスを自分で静脈に注射しばく露。ばく露後、搬送され診察を受けた。多汗症、唾液分泌増加、縮瞳が見られ、また肺検査ではラ音があった。 ■ 救急治療室にて、アトロピン投与、脂質療法、血漿交換を行い、6 日後にコリンエステラーゼ値は改善傾向を示した。 ■ 8 日目で神経学的検査は全て陰性となり、9 日目に退院した。	■ 経路：静脈注射 ■ 時間：30 分（病院へ搬送されるまでの時間）	■ 物質：モノクロトホス 2mL ■ 濃度：不明	■ 自殺目的でモノクロトホスを自分で静注してばく露	Turkdogan KA et al. 2017
2	■ 神経系の疾病等	■ 42 歳男性 ■ 意識不明で搬送。縮瞳、多汗、両肺に捻髪音あり。換気補助、胃洗浄を行い、プラリドキシム、アトロピン投与。 ■ 3 日目に意識明瞭。しかし四肢、首屈筋の虚脱が見られた。換気補助依然必要。 ■ 4 日目幻覚あり。11 日目に虚脱に改善が見られ始め、換気補助を漸減する。12 日目に換気補助が不要となり、20 日目には完全に回復した。	■ 経路：経口 ■ 時間：不明	■ 物質：モノクロトホス ■ 濃度：不明	■ モノクロトホスを摂取してばく露	Wananukul W et al. 2005

72.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

72.4.1 国外機関

表 72.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	MONOCROTOPHOS
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.05mg/m ³ , as TWA (皮膚吸収) ; A4(人における発がん性が分類できていない物質) ; BEI (生物学的ばく露指標)記載あり
DFG	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—

72.4.2 国内機関

表 72.4-2 日本産業衛生学会によるりん酸ジメチル=(E)-1-(N-メチルカルバモイル)-1-プロペン-2-イルの許容濃度⁴³⁷

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【りん酸ジメチル=(E)-1-(N-メチルカルバモイル)-1-プロペン-2-イル】 [6923-22-4]	—	—	—	—	—	—	—	—

⁴³⁷ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告 (2019 年度)
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf> (2020 年 1 月閲覧)

表 72.4-3 リン酸ジメチル=(E)-1-(N-メチルカルバモイル)-1-プロペン-2-イルの GHS 分類（政府 GHS モデル分類及び EU の CLP 分類）⁴³⁸

危険有害性項目			GHS 分類結果	CLP 分類結果
			【りん酸ジメチル= (E) -1-メチル -2- (N-メチルカルバモイル) ビニル】	【Monocrotophos】
1	急性 毒性	経口	区分 2	2 *
		経皮	区分 2	3 *
		吸入：ガス	—	2 *
		吸入：蒸気	×	
		吸入：粉じん、ミスト	区分 1	
2		皮膚腐食性/刺激性	—	—
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	—	—
4		呼吸器感作性	×	—
		皮膚感作性	—	—
5		生殖細胞変異原性	区分 2	2
6		発がん性	—	—
7		生殖毒性	—	—
8		特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分 1（神経系）	—
9		特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分 1（呼吸器）	—
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×	—

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

⁴³⁸ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

73. リン酸ジメチル=1-メトキシカルボニル-1-プロペン-2-イル（別名メビンホス）

73.1 物質の性状

リン酸ジメチル=1-メトキシカルボニル-1-プロペン-2-イルは、無色～黄色の液体である。加熱すると分解し、リン酸及びリン酸化物を含む有毒で腐食性のフュームを生じる。強酸化剤と激しく反応し、火災や爆発の危険を生じる。鉄、ステンレス鋼、真鍮、ある種のプラスチック、ゴム及び被覆剤を腐食する⁴³⁹。

表 73.1-1 リン酸ジメチル=1-メトキシカルボニル-1-プロペン-2-イルの物理化学的特性⁴³⁹

分子量：224.2	比重：1.25	融点：6.9℃ (trans)、21℃ (cis)	沸点：300℃で分解する
CAS No：7786-34-7	溶解性（対水溶解度）：混和する		

73.2 利用状況・規制等

本物質は、農薬（殺虫剤）として使用されるが⁴⁴⁰、日本においては農薬として登録されていない⁴⁴¹。WHO のリスク評価書（1986）⁴⁴²では、有機リン系農薬にばく露される可能性がある職業として、農薬の配合や散布に携わる労働者を挙げている。本物質は、労働安全衛生法では、名称等を表示し、又は通知すべき危険物及び有害物と定められている。また、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられている。

73.3 研究報告

1996 年以降を対象に文献検索を行った結果、疫学研究報告（参考）に関する文献として、海外の文献 2 件をリストアップした。これらの文献レビューサマリーは表 73.3-1 に示すとおりである。

⁴³⁹ ILO (2008) International Chemical Safety Card MEVINPHOS (ISOMER MIXTURE)
(https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0924&p_version=2)

⁴⁴⁰ NITE 化学物質総合情報提供システム

(https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/html/GI_10_001/GI_10_001_7786-34-7.html) (2019 年 10 月閲覧)

⁴⁴¹ 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会 農薬・動物用医薬品部会報告について(<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzendu/0000094278.pdf>)

⁴⁴² IPCS (1986) ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 63 ORGANOPHOSPHORUS INSECTICIDES: A GENERAL INTRODUCTION (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc63.htm#SubSectionNumber:3.4.2>)

表 73.3-1 疫学研究報告（参考）

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
1	コホート研究	- 認知障害と有機リンとの関係を調べるために、フランスの PHYTONER 研究に属する 614 人（平均 54.8 歳、男性 79.2%）の農家を対象に、1950-2003 年における有機リン 34 種への累積ばく露を推定し、2001 年ベースライン時及び 2003 年時に 5 種の認知テストを行った。 - 解析には、年齢、性別、教育レベルについて調整した多変量ロジスティック回帰分析を用いた。	614 人中、171 人（27.9%）は農薬ばく露が全くなかった。残り 443 人は少なくとも 1 つの有機リンにばく露があった（混合・散布・機器清掃：336 人、剪定・間伐作業 414 人）。 - 認知テストの種類は、MMSE（精神状態短時間検査）、BVRT（ベントン視覚記銘検査）、TMT-A（Trail Making Test）、WPAT（wechsler paired-associates test）、Stroop Test（ストループ検査）であった。 - メビンホスを含む 11 種の有機リンへのばく露は、認知テストのパフォーマンス低下（非ばく露群を reference とした時、ばく露群のパフォーマンスが悪くなるか、オッズ比を算出）と有意な関連があった（メビンホスについては、MMSE (OR2.43 (95%CI:1.32-4.49))、BVRT (OR9.20 (95%CI:2.75-30.72))、TMT-A (OR3.10 (95%CI:1.23-7.83))、WPAT (OR2.32 (95%CI:1.20-4.50))、Stroop Test (OR2.26 (95%CI:1.26-4.05))）。 - また累積ばく露が 50 mg 増加することによって、BVRT 及び TMT-A の認知テストパフォーマンスが有意に低下することが上記 11 種の有機リンについて見られ、BVRT と TMT-A で顕著に見られた。またこれらの OR はメビンホスが一番高かった(BVRT:OR3.26 (95% CI:1.54-6.88)、TMT-A:OR3.03 (95% CI:1.39-6.62))。	- 経路：経皮 - 時間：平均 31.3±10.9 年	- 物質：メビンホス - 濃度：100mg/L	ボルドー（フランス）のブドウ農家。作業は、農薬混合、散布、機器清掃、畑での剪定・間伐等に分類した。フランスには、1950 年以降の農薬使用に関して、農薬種類、使用確率（何%の農家が使用したか）、使用頻度（日/年）、散布量の詳細なデータ（PESTIMAT）がある（メビンホスに関しては、使用確率中央値 1.0、使用頻度 2 日/年、散布量 0.50kg/ha）。またばく露レベルをフィールド調査した PESTEXPO 研究によると、1 日当たりの平均農薬ばく露量は、農薬混合（13.62 mg）、散布（0.98mL）、機器清掃（0.37mL）、畑での剪定・間伐等（2.70mL）であった。これらと各被験者の作業歴から累積ばく露量を推定した。	Blanc - Lapierre A et al.2013

No	研究手法	対象集団	関係のある所見	ばく露条件			文献
				ばく露経路・ばく露時間	濃度・物質	ばく露時の従事作業等	
2	症例対照研究	- 農薬ばく露と糖尿病の関係を調べるために、タイのピッサヌローク県において糖尿病患者866人（平均57.68歳、男性比33.0）、対照群1,021人（平均57.64歳、男性比35.0）を対象に、農薬へのばく露歴を調べた。 - 解析には、性別、年齢、BMI、喫煙、飲酒、家族の糖尿病歴、職業について調整した多重ロジスティック回帰分析を用いた。	メビンホスばく露と糖尿病発症の間には有意な関連が見られた(OR 2.22 (95% CI:1.17-4.19))。	- 経路：経皮 - 時間：糖尿病発症群における殺虫剤（メビンホス、他含む）の使用年数は、1-5年11.6%、6-10年18.9%、11-20年（22.9%）、21-30年（24.3%）、30年越え（22.4%）	- 物質：メビンホス - 濃度：不明	米農家であり、農薬使用によってばく露。	Chudchawal J et al. 2018

73.4 国際機関による評価及び学会等の勧告値

73.4.1 国外機関

表 73.4-1 各機関による評価・ばく露限界値等

評価機関	評価内容	
IARC	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EPA	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
EU	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
NTP	評価物質名称	—
	評価・ばく露限界値等	—
ACGIH	評価物質名称	MEVINPHOS (ISOMER MIXTURE)
	評価・ばく露限界値等	TLV: 0.01mg/m ³ , as TWA (皮膚吸収) ; A4(人における発がん性が分類できていない物質) BEI (生物学的ばく露指標)記載あり
DFG	評価物質名称	MEVINPHOS (ISOMER MIXTURE)
	評価・ばく露限界値等	MAK: 0.093mg/m ³ ; 0.01ppm ; ピークばく露限度カテゴリー : II(2) 皮膚吸収 (H)

73.4.2 国内機関

表 73.4-2 日本産業衛生学会によるりん酸ジメチル=1-メトキシカルボニル-1-プロペン-2-イルの許容濃度⁴⁴³

対象物質 [CAS No.]	許容濃度		経皮 吸収	発がん 性	感作性		生殖 毒性	提案 年度
	ppm	mg/m ³			気道	皮膚		
【りん酸ジメチル=1- メトキシカルボニル-1- プロペン-2-イル】 [7786-34-7]	—	—	—	—	—	—	—	—

⁴⁴³ 2019 年度現在許容濃度が設定されていない。日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告 (2019 年度)
<https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyou.pdf> (2020 年 1 月閲覧)

表 73.4-3 リン酸ジメチル=1-メトキシカルボニル-1-プロペン-2-イルの GHS 分類（政府 GHS モデル
分類及び EU の CLP 分類）⁴⁴⁴

危険有害性項目		GHS 分類結果	CLP 分類結果
		【りん酸ジメチル=1-メトキシカルボニル-1-プロペン-2-イル【メビンホス】】	【Mevinphos】
1	急性毒性	経口	区分 1
		経皮	区分 1
		吸入：ガス	—
		吸入：蒸気	×
		吸入：粉じん、ミスト	区分 1
2		皮膚腐食性/刺激性	×
3		眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性	×
4		呼吸器感作性	×
		皮膚感作性	×
5		生殖細胞変異原性	×
6		発がん性	区分 2
7		生殖毒性	×
8		標的臓器/全身毒性（単回ばく露）	×
9		標的臓器/全身毒性（反復ばく露）	区分 1（呼吸器）
10		誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	×

GHS 分類実施年度：H18 年度

GHS 分類（×：分類できない、—：分類対象外又は区分外）

CLP 分類：Last updated 2019/7/3

CLP 分類（—：分類にはデータが不十分又はデータなし）

⁴⁴⁴ CLP 分類の「*」は最小限の分類（Minimum classification）を示し、少なくとも記載している分類以上の有害性があることを示している。

IV. 参考資料

IV 1 用語説明

用語	用語の説明
ACGIH American conference of Governmental Industrial Hygienists 米国産業衛生専門家会議	米国の産業衛生の専門家の組織で、職業上及び環境上の健康についての管理及び技術的な分野を扱っている。毎年、化学物質や物理的作用及びバイオモニタリングについて職業上の許容濃度の勧告値（TLV）や化学物質の発がん性のランクを公表し、世界的にも重要視されている ⁴⁴⁵ 。
ATSDR Agency for Substances and Disease Registry 米国有害物質・疾病登録局	米国保健福祉省に属する機関であり、有害物質へのばく露や関連する疾病を防ぐために信頼できる情報提供を行っている ⁴⁴⁵ 。
CLP 規則 Regulation on Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures	ハザードコミュニケーションを目的とする、GHS をベースとした EU における化学品の分類、表示、包装に関する規則 ⁴⁴⁶ 。
DFG Deutsche Forschungs- gemeinschaft ドイツ研究振興協会	ドイツの学界最大の自治組織であり、基礎研究の支援を最重要事業としている。自然科学・人文科学の分野において大学や研究機関の研究をサポートしている。また、国際共同研究を積極的に奨励しているほか、若手研究者の育成や男女の機会均等の促進にも力を入れている。
EHC Environmental Health Criteria 環境保健クライテリア	WHO 環境保健クライテリア国連環境計画（UNEP）、国際労働機関（ILO）及び国際保健機関（WHO）により設立された国際化学物質安全性計画（IPCS）の中核事業として作成されているモノグラフで、ヒトの健康と環境に対して有害な影響を与えないように、化学物質の管理を適切に行うための判断の基礎となる科学的知見を物質ごとにまとめた評価文書のシリーズ。化学物質の評価について、多くの国際協力事業がある中で、WHO を中心とする IPCS は評価が高く、また権威のある評価文書の作成事業として知られている ⁴⁴⁵ 。
EPA United States Environmental Protection Agency 米国環境保護庁	市民の健康保護と自然環境の保護を目的とする、アメリカ合衆国連邦政府の行政機関である。大気、水質、土壌汚染などが管理の対象に含まれる ⁴⁴⁷ 。
EU/ECHA The European Chemicals Agency 欧州化学物質庁	欧州（EU）の化学品の登録・評価・認可及び制限に関する規則（REACH : Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals）に基づき提出された化学物質の物理化学的性状や有害性情報をホームページで公開している ⁴⁴⁵ 。
GHS The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals 化学品の分類及び表示に関する世界調和システム	2003 年に国連勧告として採択されたシステムで、化学品の危険有害性を世界的に統一された一定の基準にしたがって分類し、絵表示等を用いて分かりやすく表示し、その結果をラベルや SDS（Safety Data Sheet : 安全データシート）に反映させ、災害防止及びヒトの健康や環境に役立てようとするものである ⁴⁴⁸ 。
IARC International Agency for Research on Cancer 国際がん研究機関	世界保健機構（WHO）により 1965 年に設立された国際的な機関。ヒトのがんの原因に関する研究及び方向性の提示並びにがんを科学的に制御するための方策を研究することを目的とし、ヒトに対する発がん性について 5 段階の分類評価を行っている ⁴⁴⁵ 。

⁴⁴⁵ 環境省 化学物質の環境リスク評価 第 16 巻 2018 年 3 月 環境リスク評価・用語集等
(<https://www.env.go.jp/chemi/report/risk30-01/1-ref2.pdf>)

⁴⁴⁶ 社団法人産業環境管理協会 欧州の化学品規則（REACH/CLP）に関する解説書
(http://www.jemai.or.jp/chemicals/dd4ht30000000taz-att/REACH_and_CLP_kaisetsusyo_honyakuban.pdf)

⁴⁴⁷ EPA(<https://www.epa.gov/laws-regulations>)

⁴⁴⁸ 厚生労働省「職場のあんぜんサイト」(http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankg_ghs.htm)

用語	用語の説明
NCI National Cancer Institute 米国国立がん研究所	米国保健福祉省に所属する機関で、がんの原因と予防、診断・処置及びがん患者のリハビリテーションなどを研究している ⁴⁴⁵ 。
NIOSH National Institute for Occupational Safety and Health 国立労働衛生研究所	職業上の疾病や傷害を防ぐために研究や勧告を行う米国保健福祉省疾病予防管理センターに所属する機関。約 15 万の化学物質の毒性情報を収載した RTECS データベース（Registry of Toxic Effects of Chemical Substances）を編集していた ⁴⁴⁵ 。
NITE-CHRIP National Institute of Technology and Evaluation Chemical Risk Information Platform 独立行政法人製品評価技術基盤機構 化学物質総合情報提供システム	化学物質の管理に必要な法規制や有害性に関する情報について、NITE が独自に収集し整備している国内最大規模のデータベースである。22 万を超える化学物質について、CAS 番号や名称、法規制対象物質のリストなどから、国内や海外における化学物質の法規制情報や有害性評価情報などを検索することができる ⁴⁴⁹ 。
NTP National Toxicology Program 米国国家毒性プログラム	米国保健福祉省により 1978 年に設置された事業。米国の各省庁が実施している化学物質の毒性研究をまとめ、発がん性物質の分類、試験を行っている。NTP が実施している発がん性年報のデータは、情報提供のみを目的としたものである ⁴⁴⁵ 。
OSHA Occupational Safety and Health Administration 労働安全衛生庁	1970 年の労働安全衛生法により、NIOSH と OSHA が創設された。OSHA は米国労働省が管轄する組織で、職場の安全衛生に関する規制を策定、執行する役割を担う。NIOSH は OSHA の密接なパートナーである ⁴⁵⁰ 。
日本産業衛生学会	産業衛生に関する学術の振興と、勤労者の職業起因性疾患の予防及び健康維持増進を図り、学術と社会の発展に寄与することを目的とする学会である。各許容基準は、職場における環境要因による労働者の健康障害を予防するための手引きに用いられることを目的として、勧告される ⁴⁵¹ 。
国際化学物質安全性計画 （IPCS : International Programme on Chemical Safety）	WHO、ILO、UNEP の共同事業で、化学物質による健康障害を未然に防ぐために化学物質の安全性に関する正当な評価を取りまとめ、環境保健クライテリア（EHC）、国際化学物質安全性カード（ICSC）等を発行している。また、アジェンダ 21 の決定に基づき、化学物質の危険有害性の分類等について国際的調和を図っている ⁴⁴⁵ 。
国際化学物質簡潔評価文書 （CICAD : Concise International Chemical Assessment Document）	国際化学物質安全性計画（IPCS）の出版物のうち、最も新しいシリーズである。既存の化学物質の健康と生態系への影響について国際機関における評価作業との重複を省きつつ、これらを基にして国際的に利用可能な簡潔で新たな安全性評価文書を作成するもので、主要な目的は化学物質のばく露による有害性の解析と量－影響の定量的な記述にある ⁴⁴⁵ 。

⁴⁴⁹ NITE-CHRIP・データの説明（https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/html/hazardHelp.html）

⁴⁵⁰ 国際安全衛生センターHP（<https://www.jniosh.johas.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/usa/ministry/niosh/about.html>）

⁴⁵¹ 日本産業衛生学会 HP（<https://www.sanci.or.jp/>）

IV 2 各機関の発がん分類基準⁴⁴⁹

区分	分類基準
GHS	
1A	ヒトに対して発がん性があることが知られている
1B	ヒトに対しておそらく発がん性がある
2	ヒトに対する発がん性の疑いがある物質
IARC ⁴⁵²	
1	ヒトに対して発がん性を示す
2A	ヒトに対しておそらく発がん性を示す
2B	ヒトに対して発がん性を示す可能性がある
3	ヒトに対する発がん性について分類できない
4	ヒトに対しておそらく発がん性を示さない
EPA 1986 年	
A	ヒト発がん性物質
B1	限定された発がん性を示す証拠及び動物での十分な証拠に基づき、おそらくヒト発がん性物質
B2	動物での十分な証拠に基づいて、おそらくヒト発がん性物質
C	ヒト発がん性がある可能性がある物質
D	ヒト発がん性が分類できない物質
EPA 1996 年	
K/L	ヒト発がん性が知られている物質／可能性が高い物質
CBD	ヒト発がん性を決定できない物質
NL	ヒト発がん性の可能性が低い物質
EPA 2005 年	
CaH	ヒト発がん性物質
L	ヒト発がん性の可能性が高い物質
S	ヒト発がん性を示唆する物質
I	ヒト発がん性評価には情報が不十分な物質
NL	ヒト発がん性の可能性が低い物質
EU	
1A	ヒトに対する発がん性が知られている物質
1B	ヒトに対しておそらく発がん性がある物質
2	ヒトに対する発がん性が疑われる物質
NTP	
K	ヒト発がん性があることが知られている物質
R	ヒト発がん性があると合理的に予測される物質
ACGIH	
A1	ヒトに対する発がん性が確認された物質
A2	ヒトに対する発がん性が疑わしい物質
A3	動物実験では発がん性が確認されたが、ヒトの発がん性との関連が未知の物質
A4	ヒトに対する発がん性と分類しかねる物質
A5	ヒトに対する発がん性の疑いのない物質
DFG	
1	ヒト発がん性物質
2	ヒト発がん性の可能性が高い物質
3	ヒト発がん性の可能性があるが、データが不十分な物質
3A	ヒト又は動物に対する発がんが考えられる物質。また、カテゴリー4及び5を満たすヒトに対して発がん性があると考えられる物質。
3B	In vitro 又は動物試験で発がん性が確認された物質であり、他のカテゴリーに分類するのに情報が十分ではない物質。

⁴⁵² NITE-CHRIIP・データの説明 (https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/html/hazardHelp.html)

区分	分類基準
4	ヒト又は動物に対して発がん性の物質、又はヒトに対して発がん性があると考えられ、MAK 値を導き出すことができる物質。非遺伝毒性メカニズムによって作用することが知られている。
5	ヒト又は動物に対して発がん性の物質、又はヒトに対して発がん性があると考えられ、MAK 値を導き出すことができる物質。効力の弱い遺伝毒性発がん性物質が含まれる。

IV 3 各機関の許容濃度基準

許容濃度基準・用語	用語の説明
ACGIH ⁴⁴⁵	
TLV (Threshold Limited Value)	ほとんど全ての作業者が毎日繰り返しばく露しても、有害な健康影響が現れないと考えられる化学物質の気中濃度。TLV-TWA のほか、TLV-STEL、TLV-C がある。
TWA (Time-Weighted Average)	1 日 8 時間、週 40 時間の繰り返し労働において作業者に対し有害な影響を及ぼさない時間加重平均濃度
DFG	
MAK (maximale Arbeitsplatz - Konzentration)	1 日 8 時間、週 40 時間の繰り返し労働において作業者に対して有害な影響を及ぼさない化学物質（ガス、蒸気、粒子状物質など）の気中最大濃度
NIOSH	
REL (Recommended Exposure Limits)	1 日 10 時間、週 40 時間の繰り返し労働において作業者に対する推奨ばく露限界値
OSHA	
PEL (Permissible Exposure Limits)	1 日 8 時間、週 40 時間の繰り返し労働において作業者に対し有害な影響を及ぼさない許容ばく露限界値
日本産業衛生学会	
OEL (Occupational Exposure Limits)	労働者が 1 日 8 時間、週間 40 時間程度、肉体的に激しくない労働強度で有害物質にばく露される場合に、当該有害物質の平均ばく露濃度がこの数値以下であれば、ほとんど全ての労働者に健康上の悪い影響が見られないと判断される濃度

IV 4 DFG のピークばく露限界分類

分類	分類基準	エクスカージョン係数	期間	シフト数	間隔
I	局所刺激作用の平均値が MAK 値を決定する物質、呼吸器アレルゲン	1 *	平均 15 分 **	4	1 時間
II	全身作用がある物質	2 *	平均 15 分	4	1 時間

* デフォルト値、又は物質固有の値（最大 8）

** 場合によっては、瞬間的な値（常に超えてはならない濃度）

IV 5 DFG の妊娠リスクグループ

分類	分類基準
A	ヒトの胚又は胎児への損傷が明確に実証されている。また、MAK及びBAT値が観察される場合も想定される。
B	現在入手可能な情報により、MAK及びBAT値の濃度へばく露後に胚又は胎児が損傷することを除外できない。
C	MAK 又は BAT 値へのばく露による胚又は胎児の損傷はほとんどない。
D	胚又は胎児の損傷の評価に関するデータがないか、現在利用可能なデータは、グループ A～C のいずれかに分類するには不十分である。

IV 6 日本産業衛生学会・毒性分類基準⁴⁵¹

区分	分類基準
経皮吸収	
皮	皮膚と接触することにより、経皮的に吸収される量が全身への健康影響又は吸収量から見て無視できない程度に達することがあると考えられる物質である。 許容濃度は、経皮吸収がないことを前提として提供されている数値であることに注意する。
発がん性	
第 1 群	ヒトに対して発がん性がある物質
第 2 群 A	ヒトに対しておそらく発がん性がある物質、証拠がより十分な物質
第 2 群 B	ヒトに対しておそらく発がん性がある物質、証拠が比較的十分でない物質
感受性（気道・皮膚）	
第 1 群	人間に対して明らかに感受性がある物質
第 2 群	人間に対しておそらく感受性があると考えられる物質
第 3 群	動物試験などにより人間に対して感受性が懸念される物質
生殖毒性	
第 1 群	ヒトに対して生殖毒性を示すことが知られている物質
第 2 群	ヒトに対しておそらく生殖毒性を示すと判断される物質
第 3 群	ヒトに対する生殖毒性の疑いがある物質

国連 GHS 分類における危険有害性とその区分は以下のとおりである。本調査対象となった「健康に対する有害性」の項目を抜粋した。

Ⅳ 7 危険有害性、区分、シンボル、注意喚起語、危険有害性情報早見表 ⁴⁴⁸

	危険有害性	危険有害性 区分	シンボル	注意喚起 語	危険有害性情報
51	急性毒性（経口）	1	どくろ	危険	飲み込むと生命に危険（経口）
52	急性毒性（経口）	2	どくろ	危険	飲み込むと生命に危険（経口）
53	急性毒性（経口）	3	どくろ	危険	飲み込むと有毒（経口）
54	急性毒性（経口）	4	感嘆符	警告	飲み込むと有害（経口）
55	急性毒性（経口）	5	—	警告	飲み込むと有害のおそれ（経口）
56	急性毒性（経皮）	1	どくろ	危険	皮膚に接触すると生命に危険（経皮）
57	急性毒性（経皮）	2	どくろ	危険	皮膚に接触すると生命に危険（経皮）
58	急性毒性（経皮）	3	どくろ	危険	皮膚に接触すると有毒（経皮）
59	急性毒性（経皮）	4	感嘆符	警告	皮膚に接触すると有害（経皮）
60	急性毒性（経皮）	5	—	警告	皮膚に接触すると有害のおそれ（経皮）
61	急性毒性（吸入：気体）	1	どくろ	危険	吸入すると生命に危険（気体）
62	急性毒性（吸入：気体）	2	どくろ	危険	吸入すると生命に危険（気体）
63	急性毒性（吸入：気体）	3	どくろ	危険	吸入すると有毒（気体）
64	急性毒性（吸入：気体）	4	感嘆符	警告	吸入すると有害（気体）
65	急性毒性（吸入：気体）	5	—	警告	吸入すると有害のおそれ（気体）
66	急性毒性（吸入：蒸気）	1	どくろ	危険	吸入すると生命に危険（蒸気）
67	急性毒性（吸入：蒸気）	2	どくろ	危険	吸入すると生命に危険（蒸気）
68	急性毒性（吸入：蒸気）	3	どくろ	危険	吸入すると有毒（蒸気）
69	急性毒性（吸入：蒸気）	4	感嘆符	警告	吸入すると有害（蒸気）
70	急性毒性（吸入：蒸気）	5	—	警告	吸入すると有害のおそれ（蒸気）
71	急性毒性（吸入：粉じん）	1	どくろ	危険	吸入すると生命に危険（粉じん）
72	急性毒性（吸入：粉じん）	2	どくろ	危険	吸入すると生命に危険（粉じん）
73	急性毒性（吸入：粉じん）	3	どくろ	危険	吸入すると有毒（粉じん）
74	急性毒性（吸入：粉じん）	4	感嘆符	警告	吸入すると有害（粉じん）
75	急性毒性（吸入：粉じん）	5	—	警告	吸入すると有害のおそれ（粉じん）
76	急性毒性（吸入：ミスト）	1	どくろ	危険	吸入すると生命に危険（ミスト）
77	急性毒性（吸入：ミスト）	2	どくろ	危険	吸入すると生命に危険（ミスト）
78	急性毒性（吸入：ミスト）	3	どくろ	危険	吸入すると有毒（ミスト）
79	急性毒性（吸入：ミスト）	4	感嘆符	警告	吸入すると有害（ミスト）
80	急性毒性（吸入：ミスト）	5	—	警告	吸入すると有害のおそれ（ミスト）
81	皮膚腐食性・刺激性	1A	腐食性	危険	重篤な皮膚の薬傷・眼の損傷
82	皮膚腐食性・刺激性	1B	腐食性	危険	重篤な皮膚の薬傷・眼の損傷
83	皮膚腐食性・刺激性	1C	腐食性	危険	重篤な皮膚の薬傷・眼の損傷
84	皮膚腐食性・刺激性	2	感嘆符	警告	皮膚刺激
85	皮膚腐食性・刺激性	3	—	警告	軽度の皮膚刺激
86	眼に対する重篤な損傷・眼刺激性	1	腐食性	危険	重篤な眼の損傷
87	眼に対する重篤な損傷・眼刺激性	2A	感嘆符	警告	強い眼刺激

	危険有害性	危険有害性 区分	シンボル	注意喚起 語	危険有害性情報
88	眼に対する重篤な損傷・眼刺激性	2B	—	警告	眼刺激
89	呼吸器感作性	1	健康有害性	危険	吸入するとアレルギー、喘息又は呼吸困難を起こすおそれ
90	皮膚感作性	1	感嘆符	警告	アレルギー性皮膚反応を起こすおそれ
91	生殖細胞変異原性	1A	健康有害性	危険	遺伝性疾患のおそれ
92	生殖細胞変異原性	1B	健康有害性	危険	遺伝性疾患のおそれ
93	生殖細胞変異原性	2	健康有害性	警告	遺伝性疾患のおそれの疑い
94	発がん性	1A	健康有害性	危険	発がんのおそれ
95	発がん性	1B	健康有害性	危険	発がんのおそれ
96	発がん性	2	健康有害性	警告	発がんのおそれの疑い
97	生殖毒性	1A	健康有害性	危険	生殖能又は胎児への悪影響のおそれ
98	生殖毒性	1B	健康有害性	危険	生殖能又は胎児への悪影響のおそれ
99	生殖毒性	2	健康有害性	警告	生殖能又は胎児への悪影響のおそれの疑い
100	生殖毒性	(授乳区分)	—	—	授乳中の子に害を及ぼすおそれ
101	特定標的臓器毒性（単回ばく露）	1	健康有害性	危険	臓器の障害
102	特定標的臓器毒性（単回ばく露）	2	健康有害性	警告	臓器の障害のおそれ
103	特定標的臓器毒性（単回ばく露）	3（気道刺激性）	感嘆符	警告	呼吸器への刺激のおそれ
104	特定標的臓器毒性（単回ばく露）	3（麻酔作用）	感嘆符	警告	眠気又はめまいのおそれ
105	特定標的臓器毒性（反復ばく露）	1	健康有害性	危険	長期又は反復ばく露による臓器の障害
106	特定標的臓器毒性（反復ばく露）	2	健康有害性	警告	長期又は反復ばく露による臓器の障害のおそれ
107	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	1	健康有害性	危険	飲み込み、気道に侵入すると生命に危険のおそれ
108	誤えん有害性（旧吸引性呼吸器有害性）	2	健康有害性	警告	飲み込み、気道に侵入すると有害のおそれ

業務上疾病に関する医学的知見の収集に係る調査研究（化学物質等による疾病） 報告書

2020 年 3 月

エム・アール・アイリサーチアソシエイツ株式会社