

# 詳細リスク評価書 1,3-ブタジエン

Version 1.1

## EXECUTIVE SUMMARY

平成 14 年 12 月 16 日

(独) 産業技術総合研究所

化学物質リスク管理研究センター

---

新エネルギー・産業技術総合開発機構

化学物質総合評価管理プログラム

1 1,3-ブタジエン詳細リスク評価書は、新エネルギー・産業技術総合開発機構によるプログラム「化  
2 学物質のリスク評価及びリスク評価手法の開発」の成果である。この詳細リスク評価書は、(財)  
3 化学物質評価研究機構の策定になる「1,3-ブタジエン 有害性評価書」と対を成しているので、そ  
4 れも参照して頂きたい。

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14 リスク評価書執筆責任者

15

16 中西準子

17 吉門 洋

18 東野晴行

19 三田和哲

20

21 有害性評価執筆責任者

22

23 吉田喜久雄

24

1	1,3-ブタジエン詳細リスク評価書 ( Version 1.1 ) の目次	
2		
3	1,3-ブタジエン詳細リスク評価書 ( Ver.1.1 ) の公表と Ver.1.0 からの変更点について	ii
4	目次	iv
5	略語解説	vii
6		
7	I . 序論	I- 1
8	1 . 目的と範囲	I- 1
9	2 . 本リスク評価書の構成	I- 2
10	3 . 1,3-ブタジエンの物性	I- 3
11	4 . 1,3-ブタジエンの主たる用途	I- 3
12	5 . 1,3-ブタジエンの既存のリスク評価	I- 6
13	[参考文献]	I- 8
14		
15	II . 1,3-ブタジエンの発生源と排出量	II- 1
16	1 . 日本における 1,3-ブタジエンの排出量	II- 1
17	1.1 固定発生源	II- 1
18	1.2 移動発生源	II-12
19	1.3 その他の発生源からの排出	II-41
20	2 . 諸外国の推計との比較	II-43
21	2.1 外国での排出量及び発生源比率	II-43
22	2.2 排出原単位の比較	II-45
23	3 . 関東地方における発生源と排出量推計	II-47
24	3.1 固定発生源	II-50
25	3.2 移動発生源	II-52
26	3.3 特殊機械からの排出	II-61
27	[参考文献]	II-64
28		
29	III . 1,3-ブタジエンの大気中濃度分布推定	III- 1
30	1 . 地方公共団体による 1,3-ブタジエンモニタリング結果	III- 1
31	1.1 概要	III- 1
32	1.2 ブタジエン測定法の違い	III-11
33	2 . 広域での暴露量の分布の計算	III-13
34	2.1 AIST-ADMER による関東地方の暴露予測について	III-13

1	2.2 濃度推計結果	III-14
2	2.3 計算結果とモニタリング結果の比較	III-16
3	3 . METI-LIS による高排出事業所周辺の環境濃度の推計	III-19
4	3.1 METI-LIS による固定発生源周辺の暴露予測について	III-19
5	3.2 市原地域コンビナート周辺の 1,3-ブタジエン濃度推計	III-21
6	3.3 川崎地域コンビナート周辺の 1,3-ブタジエン濃度推計	III-25
7	3.4 四日市地域コンビナート周辺の 1,3-ブタジエン濃度推計	III-29
8	3.5 徳山地域周辺の 1,3-ブタジエン濃度推計	III-33
9	3.6 高排出事業所周辺の環境濃度推計のまとめ	III-38
10	4 . 沿道の環境濃度推定	III-39
11	4.1 沿道の暴露濃度推定について	III-39
12	4.2 沿道における 1,3-ブタジエン濃度と CO 濃度との相関	III-40
13	4.3 沿道における 1,3-ブタジエン濃度推定結果	III-42
14	4.4 関東地方における沿道人口推定	III-43
15	4.5 沿道における 1,3-ブタジエン暴露濃度推定	III-44
16	5 . 室内汚染について	III-55
17	6 . まとめ	III-56
18	[参考文献]	III-58
19		
20	IV . 有害性の確認と用量 反応関係	IV- 1
21	1 . はじめに	IV- 1
22	2 . 代謝と体内動態	IV- 4
23	3 . 発がん性に関する疫学研究	IV- 8
24	3.1 NIOSH コホート	IV- 9
25	3.2 JHU コホート	IV- 9
26	3.3 UAB コホート	IV-10
27	3.4 Texaco コホート	IV-11
28	3.5 Shell Oil コホート	IV-11
29	3.6 Union Carbide コホート	IV-11
30	3.7 ヒトにおける発がん性	IV-11
31	4 . 遺伝子障害性	IV-13
32	5 . 発がん性の用量 - 反応関係	IV-17
33	5.1 動物試験に基づく発がんポテンシー	IV-17
34	5.2 疫学研究に基づく発がんポテンシー	IV-18
35	6 . 非発がん性の有害影響とその用量 - 反応関係	IV-27

1	6.1 既報の毒性試験結果の概要	IV-27
2	6.2 用量 - 反応関係	IV-32
3	7. リスク評価で考慮する非発がん性の有害影響のエンドポイント	IV-37
4	[参考文献]	IV-39
5		
6	V. 1,3-ブタジエンのリスク評価	V- 1
7	1. 発がん性リスク (発がんリスク)	V- 1
8	2. 非発がん性の有害な影響に対するリスク	V- 6
9		
10	VI. リスク管理に関する考察	VI- 1
11	1. 1,3-ブタジエン削減対策の効果	VI- 1
12	2. 既に行われた対策の費用対効果	VI- 5
13	2.1 コストの計算	VI- 5
14	2.2 効果の計算	VI- 5
15	2.3 費用対効果	VI- 6
16	3. リスク管理目標値に関する考察	VI- 7
17	3.1 発がんリスク管理の一般的な考え方	VI- 7
18	3.2 具体的な検討	VI- 7
19	3.3 非発がん性の有害影響のリスク管理の考え方	VI- 9
20	[参考文献]	VI-10
21		
22	VII. まとめ	VII- 1
23		
24	VIII. レビュアーの意見書と筆者らの対応	VIII- 1
25	小林伸治レビュアーの意見書と筆者らの対応	VIII- 1
26	石川雅紀レビュアーの意見書と筆者らの対応	VIII- 7
27	石黒 稔レビュアーの意見書と筆者らの対応	VIII-16
28	川崎 一レビュアーの意見書と筆者らの対応	VIII-22
29	白井智之レビュアーの意見書と筆者らの対応	VIII-26
30	杉浦伸夫レビュアーの意見書と筆者らの対応	VIII-32
31	高橋道人レビュアーの意見書と筆者らの対応	VIII-37
32	武林 亨レビュアーの意見書と筆者らの対応	VIII-39
33		

1 略語・用語解説

2

3 移動発生源：自動車，船舶など移動性の汚染物質排出源。

4 エンドポイント：影響判定点。リスクを評価する対象として設定する事象（特定の病気の発病，  
5 あるいはそれによる死亡など）。

6 カラム：ガスクロマトグラフ法による分析の原理は，カラムと呼ばれる管状構造を通過する時間  
7 がガス成分ごとに異なることを利用している。

8 乾性沈着：降水などの現象を伴わない状況で，大気中のガスや粒子が地表面に付着して大気から  
9 除去されること。

10 クロマトチャート：ガスクロマトグラフ法による分析の結果出力は，検出された成分に固有の時  
11 間のずれを伴いながら，それぞれの濃度に応じた振れ幅を示す。このとき描かれる線図のこ  
12 と。

13 固定発生源：工場の煙突など，常時移動性のない汚染物質排出源。

14 湿性沈着：降水や霧水の落下の影響を受けて，大気中のガスや粒子が地表面に付着して大気から  
15 除去されること。

16 使用原単位：ある製品を生産する際に使用される原材料（ここでは 1,3-ブタジエン）量と製品量  
17 との比。

18 生涯過剰発がんリスク（excess lifetime cancer risk または excess cancer risk for  
19 lifetime）：問題とする物質による暴露だけが原因で増加する生涯での発がん確率を言う。一  
20 般的には（ユニットリスク）×（暴露量又は濃度）により生涯暴露による生涯過剰発がんリ  
21 スクが算出されるが，暴露期間が例えば 10 年であれば，（ユニットリスク）×（暴露量又は  
22 濃度）×（10/70）の値が，生涯過剰発がんリスクである。

23 スタックチップ・ダウンウォッシュ：ガスが排出される煙突自体によるダウンドラフト。

24 ダウンドラフト：ダウンウォッシュともいい，煙突などの排出口から排出されたガスが煙突自体  
25 や近傍の建造物の風下にできた渦に巻き込まれて下方に強く拡散する現象。

26 風配図：長期間の全時間，または日中とか季節別など特定の条件を満たす時間の風向出現頻度を  
27 中心から各風向方向への線分の長さで表すグラフ。

28 ユニットリスク：発がん性を有する化学物質に常時暴露した場合，発がんリスクレベルがその累  
29 積濃度に比例する領域があると見なすとき，その平均濃度との比例係数のこと。ユニットリ  
30 スクと暴露濃度との積が発がんリスクに相当する。

31 3 次メッシュ：国土数値情報として，全国を客観的に一定幅の緯度・経度で疑似長方形の区域に  
32 区切って統計が行われる。最も大きな区切りが 1 次メッシュであり，それを順次，細分して  
33 2 次，3 次メッシュが作られ，3 次メッシュが約 1 km 四方となる。

34 AIST-ADMER（National institute of advanced industrial science and technology-Atmospheric dispersion  
35 model for exposure and risk assessment）：産業技術総合研究所-暴露・リスク評価大気拡散モデ

1 ル

2 BMC ( Benchmark concentration ): ベンチマーク濃度。バックグラウンドに比較して有害な影響の  
3 反応率に所定の変化を生じる濃度。NOAEL や LOAEL に替わる統計学的手法。

4 BMCL ( Benchmark concentration lower confidence level ): BMC の 95%信頼下限値。

5 BMDL ( Benchmark dose lower confidence level ): BMD ( バックグラウンドに比較して有害な影響  
6 の反応率に所定の変化を生じる用量 ) の 95%信頼下限値。

7 CI ( Confidence interval ): 信頼区間。

8 EC<sub>01</sub> ( Effective concentraion ): 死亡リスク ( 有害な影響 ) が 1%増加するとされる暴露濃度。

9 GC/MS ( Gas chromatography/Mass spectrometry ): ガス状物質またはその混合物をガスクロマトグ  
10 ラフ法と質量分析法の組み合わせにより定量分析する装置。

11 GIS ( Geographic information systems ): 地理情報システム。一定のフォーマットに従って地形や建  
12 物の位置座標などの地理情報を数値化したデータベースのこと。

13 LEC<sub>01</sub> ( Lower limit on effective concentraion ): EC<sub>01</sub> の 95%信頼下限値。

14 LOAEL ( Lowest-observed-adverse-effect-level ): 最小有害影響量。毒性試験において暴露群と対照  
15 群との間で有害な影響の重症度や頻度が統計学的もしくは生物学的に有意に増加する最も  
16 低い投与量。

17 METI-LIS ( Ministry of economy, trade and industry of Japan-Low rise industrial source dispersion  
18 model ): 経済産業省-低煙源工場拡散モデル

19 MOE ( Margin of exposure ): 暴露マージン。暴露量 ( 濃度 ) がヒトの NOAEL ( BMCL ) に対して  
20 どれだけ離れているかを示す係数で ( NOAEL ( BMCL ) ) / ( 暴露量 ( 濃度 ) ) により算出す  
21 る。この値が大きいほど現時点の暴露量 ( 濃度 ) はヒトに有害性を発現するまでの余裕が大  
22 きいということを示している。

23 NOAEL ( No-observed-adverse-effect-level ): 無有害影響量。毒性試験において暴露群と対照群との  
24 間で有害な影響の重症度や頻度が統計学的もしくは生物学的に有意に増加しない最も高い  
25 投与量。

26 OR ( Odds ratio ): オッズ比。症例・対照研究で疾病を持つ個体 ( 症例 ) と持たない個体 ( 対照 )  
27 との暴露における差の相対比。対照群, 暴露群のいずれか 1 つの群での比 ( 死亡率/生存率 )  
28 を生存に対する死亡のオッズといい, 暴露群のオッズを対照群のオッズで割った値 ( 死亡率  
29 E/生存率 E ) / ( 死亡率 C/生存率 C ) をオッズ比という。E は暴露群, C はコントロール群を  
30 意味する。

31 RfC ( Reference concentration ): 参照濃度。生涯に亘り有害な影響のリスクの生じる可能性のな  
32 いと考えられるヒトへの毎日の暴露濃度の推定値。参照濃度は非発がん性の影響に基づき,  
33 通常 NOAEL, LOAEL に修正係数, 不確実係数を適用して計算される。

34 RR ( Rate ratio ): 率比。暴露因子の疾病頻度に与える影響の強さを非暴露群の頻度に対する相対  
35 的な値として示した比。本章では, 暴露群の死亡率と非暴露群の死亡率の比。

1 SMR ( Standardized mortality ratio ): 標準化死亡比。( 観察された死亡者数 ) / ( 期待死亡者数 ) によ  
2 り算出する。2 つの集団における死亡の頻度を比較する際に、性、年齢等、その疾病の頻度  
3 に強い影響を与える因子の影響を除外する操作の一つである。一般に年齢構成の異なる集団  
4 の間で死亡率を比較する際に用いる。

5 TC<sub>01</sub> ( Tumorigenic concentration ): がんによる死亡リスクが 1% 増加する濃度。

6 THC ( Total hydro-carbon ): 総炭化水素。大気中の炭化水素濃度の総計。

7 VOC ( Volatile Organic Compounds ): 揮発性有機化合物。沸点が比較的 low、大気中にガス状で存  
8 在する有機化合物の総称。

9



# 第 I 章 序 論

1,3-ブタジエンは、国内で年間約 100 万 t 生産され、石油化学工業の分野で合成ゴム等の原材料として広範囲に使用されてきた物質である。環境への主たる排出源は、合成ゴム製造過程や合成ゴムの使用の過程と考えられてきた。一方で、生体影響に関しては、主として国外での疫学調査等によって、発がん性が確認されるに至り、国内での有害大気汚染物質の 1 つとして指定され、1997（平成 9）年から産業界が策定した自主的削減計画に従い、発生源管理がなされてきた物質でもある。したがって、産業界の行ってきた対策及びその費用対効果を知る意味でも、リスク評価対象としてプライオリティの高い物質であるといえる。また、既往の 1,3-ブタジエンのリスク評価は、カナダ厚生省、米国環境保護庁においてなされている。それらは、すでにドラフト段階でのピアレビュー等を含め、数度の改定を経て公表されており、一方でわが国においては、それらと比肩しうるほどの調査範囲と精度をもった評価書は刊行されてはいない。社会的に有用な物質の管理のためには、日本の生産・使用構造を反映したリスク評価書の作成は必要性の高いことといえる。

本書の刊行の意義は以上のような動機付けによるものである。すなわち、本評価文書の目的は、1,3-ブタジエンの暴露によるヒト健康リスクを推定することと、自主削減対策の費用対効果も考慮し 1,3-ブタジエンの管理方策を示すことである。

本リスク評価文書の内容構成としては、大別すると、発生源情報の精査、暴露解析、有害性評価の 3 つの部分からなる。発生源解析を精査するという意図により、交通量の多い沿道、より高い都市・産業活動を有する地域という 2 軸をオーバーレイし、関東平野、四日市、徳山の計 3 地域を暴露解析対象とした。有害性評価としては、先に述べたとおりヒト健康影響だけをとりあげ、非発がん性の有害影響、発がん影響を評価対象とした。

有害性評価においては、既往文献を精査したうえで、エンドポイントとして、生態系暴露に関するものはその合理的な理由を見出すほどのデータが整備されてはならず、発がん影響、非発がん性の有害影響のいずれにおいても職業暴露により健康影響調査、疫学的調査、毒性試験等のデータ蓄積があるために、ヒト健康リスクのみを評価エンドポイントとした。

以上のようなフレームのもとで各章においては、次のような検討を行った。第 II 章においては、ブタジエンの発生源と排出量を、発生源のタイプ別の推定するとともに、諸外国におけるデータとの比較をすることで日本の排出構造の特徴を検討した。第 III 章では、モニタリングデータを精査

1 するとともに、広域の空間的にやや平均化された濃度レベルを AIST-ADMER により推定し、また  
2 METI-LIS により発生源近傍の暴露解析を行い、極めて良好に暴露濃度場を再現できることを確認  
3 した。なお、解析対象は、関東地方、千葉県市原市、神奈川県川崎市、三重県四日市市、山口県  
4 徳山市をとりあげた。第 IV 章では、既往の知見をベースに、1,3-ブタジエンの体内動態（吸収、  
5 分布、代謝、排泄）、発がんに関する疫学研究、発がんの用量反応関係、非発がん性の有害影響の  
6 用量反応関係を推定した。第 V 章では、第 IV 章で得た各エンドポイントにおける用量反応関係を  
7 使用して、日本人が 1,3-ブタジエンのために被るリスクの大きさ、リスクに対する各種発生源の  
8 寄与、リスクの人口分布を算定した。第 VI 章では、既往のリスク削減対策の費用対効果分析を行  
9 い、さらに、発がん性リスク管理の考え方について述べた。第 7 章では、8 人のレビューアによ  
10 る意見とそれに対する筆者らの対応・考えを述べた。

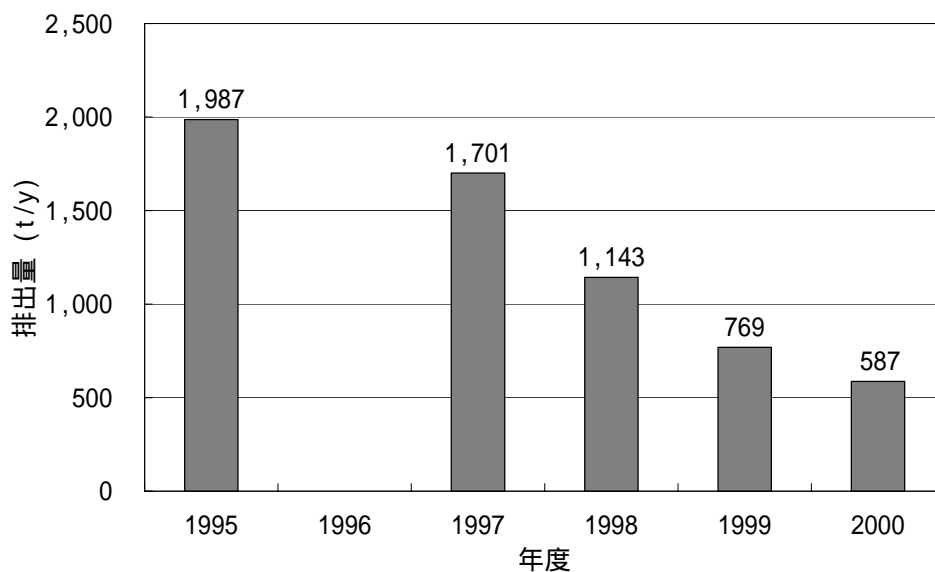
11

## 第 II 章 1,3-ブタジエンの発生源と排出量

日本全国における 1,3-ブタジエンの 1999 (平成 11) 年度における排出量を推計した。結果を表 II-1 に示した。固定発生源の寄与率は 21 % , 移動発生源の寄与率は 79 % であった。固定発生源からの排出量の経年変化を図 -2 に示した。関東地方については、より詳細な解析を行った。その結果を表 II-27 に示した。関東地方における、固定発生源の寄与率は 28 % , 移動発生源の寄与率は 72 % であった。地域分布を図 II-9 に示した。

表 II-1 全国の発生源種類別 1,3-ブタジエン排出量推計結果 (1999 (平成 11) 年度)

	基準推計年度	t/year	割合
<b>固定発生源</b>		<b>769</b>	<b>21.1%</b>
ブタジエン生産	1999	41	1.1%
ブタジエンを原料とした製品生産		728	19.9%
SBR	1999	198	5.4%
NBR	1999	33	0.9%
BR	1999	224	6.1%
CR	1999	49	1.4%
合成ゴムラテックス	1999	120	3.3%
1,4-ブタンジオール	1999	8	0.2%
ABS樹脂	1999	87	2.4%
MBS樹脂	1999	9	0.2%
<b>移動発生源</b>		<b>2883</b>	<b>78.9%</b>
自動車		2298	62.9%
走行	1998	979	26.8%
コールドスタート	1998	1319	36.1%
船舶		81	2.2%
港湾	1998	72	2.0%
航路(東京湾のみ)	1990	8	0.2%
航空機		15	0.4%
地上走行	1998	9	0.2%
離陸	1998	1	0.02%
上昇・アプローチ	1998	5	0.1%
特殊機械		490	13.4%
産業機械	1995	175	4.8%
建設機械	1995	281	7.7%
農業機械	1995	34	0.9%
<b>合計</b>		<b>3652</b>	<b>100.0%</b>

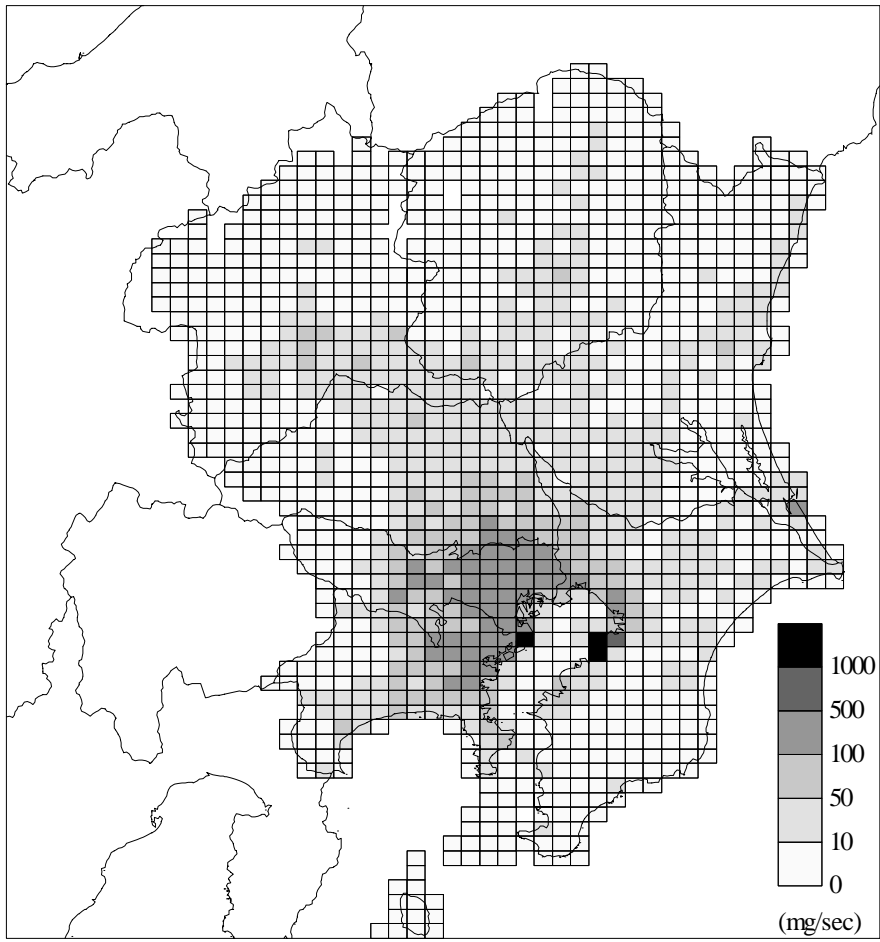


1  
2 図 II-2 固定発生源からの 1,3-ブタジエン年間排出量推移 ((社)日本化学工業協会 2000)

3  
4 表 II-27 関東地方の発生源種類別 1,3-ブタジエン排出量推計結果 (1999 (平成 11) 年度)

	基準推計年度	t/year	割合
<b>固定発生源</b>		<b>309.3</b>	<b>27.7%</b>
ブタジエン生産	1999	23.4	2.1%
ブタジエンを原料とした製品生産		285.9	25.6%
SBR	1999	62.1	5.6%
NBR	1999	1.8	0.2%
BR	1999	156.9	14.1%
CR	1999	9.8	0.9%
合成ゴムラテックス	1999	36.1	3.2%
1,4-ブタンジオール	1999	4.2	0.4%
ABS樹脂	1999	14.4	1.3%
MBS樹脂	1999	0.6	0.1%
<b>移動発生源</b>		<b>806.0</b>	<b>72.3%</b>
自動車		645.4	57.9%
走行	1998	275.6	24.7%
コールドスタート	1998	369.8	33.2%
船舶		26.4	2.4%
港湾	1998	18.0	1.6%
航路(東京湾のみ)	1990	8.2	0.7%
航空機		4.7	0.4%
地上走行	1998	2.9	0.3%
離陸	1998	0.3	0.02%
上昇・アプローチ	1998	1.6	0.1%
特殊機械		129.5	11.6%
産業機械	1995	47.0	4.2%
建設機械	1995	78.1	7.0%
農業機械	1995	4.4	0.4%
<b>合計</b>		<b>1115.3</b>	<b>100.0%</b>

5  
6



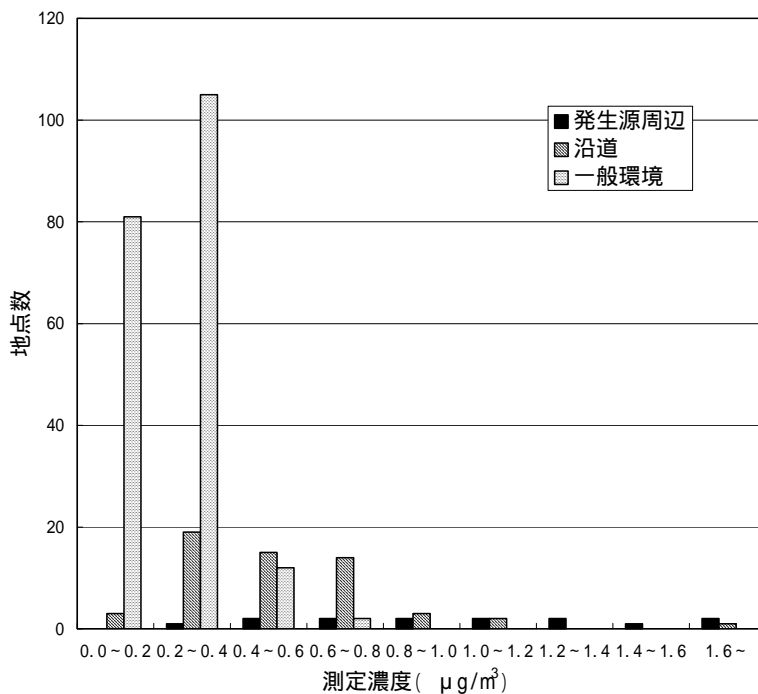
1  
2  
3  
4  
5  
6

図 II-9 関東地方における 1,3-ブタジエン排出量分布推計結果 (全発生源)  
(1999 (平成 11) 年度)

### 第 III 章 1,3-ブタジエンの大気中濃度分布推定

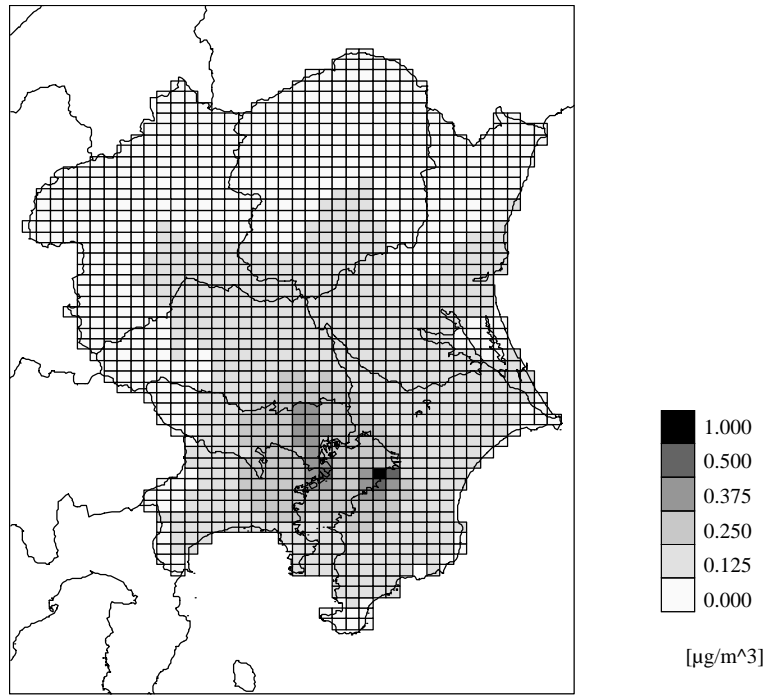
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17

既往のモニタリングデータから得られた、1,3-ブタジエンの環境濃度の全国分布を図 III-1 に示した。0.2 - 0.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  が最頻値である。現在行われている化学分析の方法で得られる 1,3-ブタジエン濃度は、過大になっていることを示し、モデル解析との結果の照合にあたっては、補正した値を用いた。AIST-ADMER を用いて、関東地方における 1,3-ブタジエンの一般環境における年平均濃度の地域分布（5 km メッシュ）を推計した。結果を図 III-4 に示した。一般環境における値は、0.1 - 0.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  である。さらに METI-LIS を用いて、固定発生源（コンビナート）近傍の濃度予測を行った。一例を図 III-9 に示した。モニタリング結果との比較を表 5 に示した。4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  の区域が見られる。固定発生源からの排出量、排出条件などは、一部を除きいずれも評価者による推定値であり、事業所からの報告値ではないことから、ひとつの仮想的な推定値であることに留意が必要である。ここでの推定値は、いずれも観測値より、やや高めの値となっている。さらに、一酸化炭素濃度と 1,3-ブタジエン濃度との間の相関を求め、沿道における 1,3-ブタジエン濃度の推定を行った。結果を図 III-20 に示した。沿道濃度の最頻値は 0.3 - 0.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  で、最高値は 1.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  である。さらに、関東地方において、沿道濃度の影響を受ける人口も推定した。



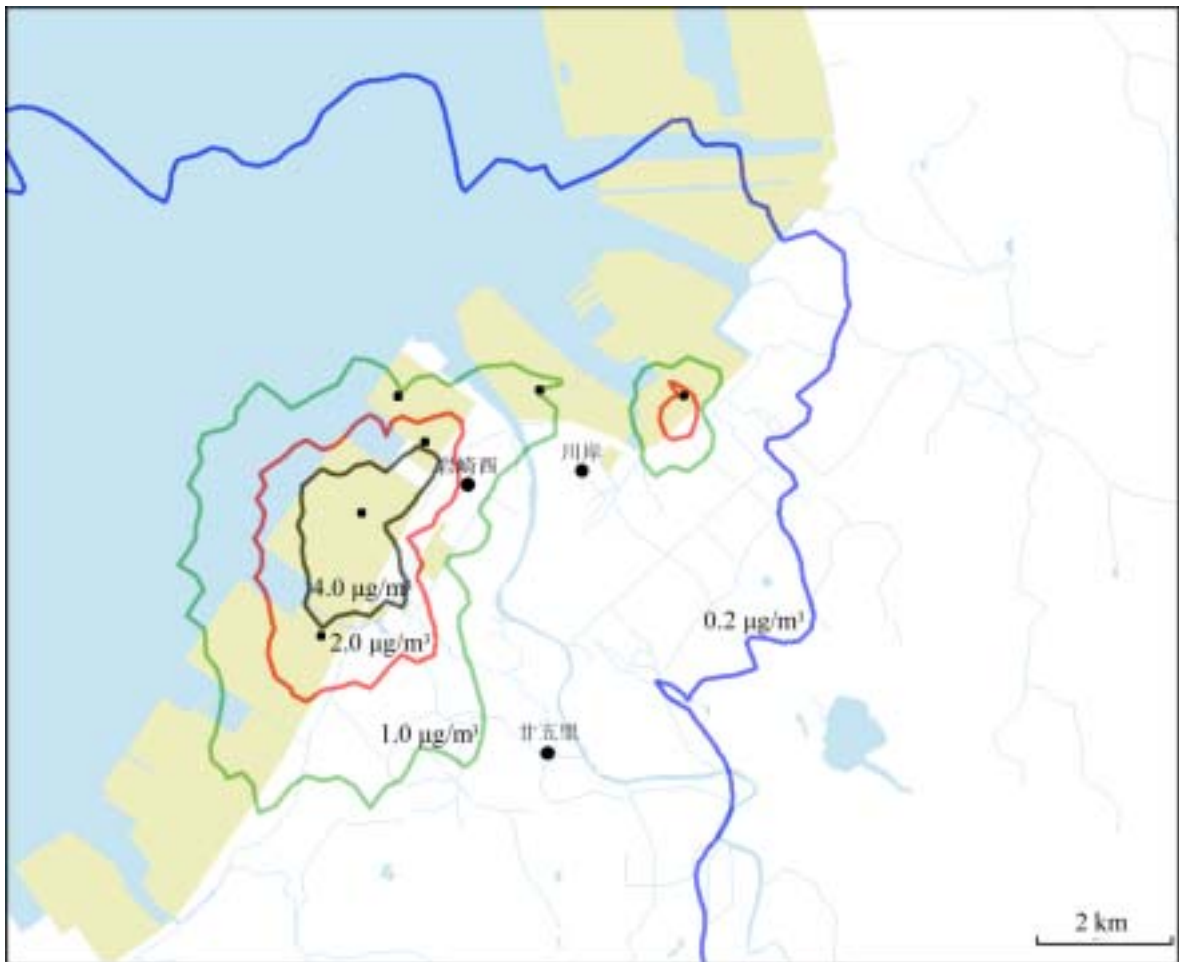
18  
19  
20  
21

図 III-1 1,3-ブタジエン測定濃度分布（全国）（モニタリング結果）  
（1999（平成 11）年度）



1  
2 図 III-4 AIST-ADMER による関東地方の 1,3-ブタジエン年平均濃度分布推計結果 (1999 年)

3



4  
5 図 III-9 METI-LIS モデルによる 1999 (平成 11) 年度のコンビナート周辺 1,3-ブタジエン年間平  
6 均濃度分布推計結果例 (仮想的条件下での推計)

1

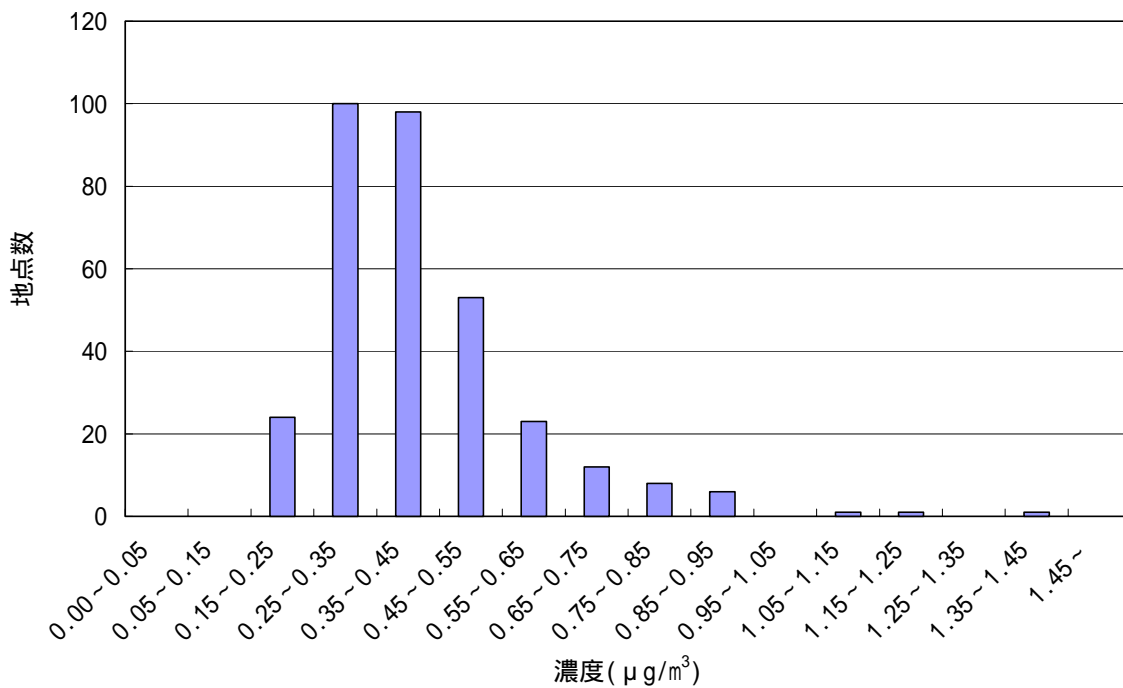
表 III-5 1,3-ブタジエン年平均濃度の測定値と推計値の比較

2

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

測定地点	測定濃度		推計濃度	
	報告値	補正後	推計値	推計値 + バックグラウンド
岩崎西	1.4	0.94	1.6	1.8
川岸	1.2	0.80	0.68	0.88
廿五里	0.75	0.50	0.63	0.80

3



4

5

図 III-20 沿道における 1,3-ブタジエン濃度分布 (全国自排局)

6



## 第 IV 章 有害性の確認と用量 - 反応関係

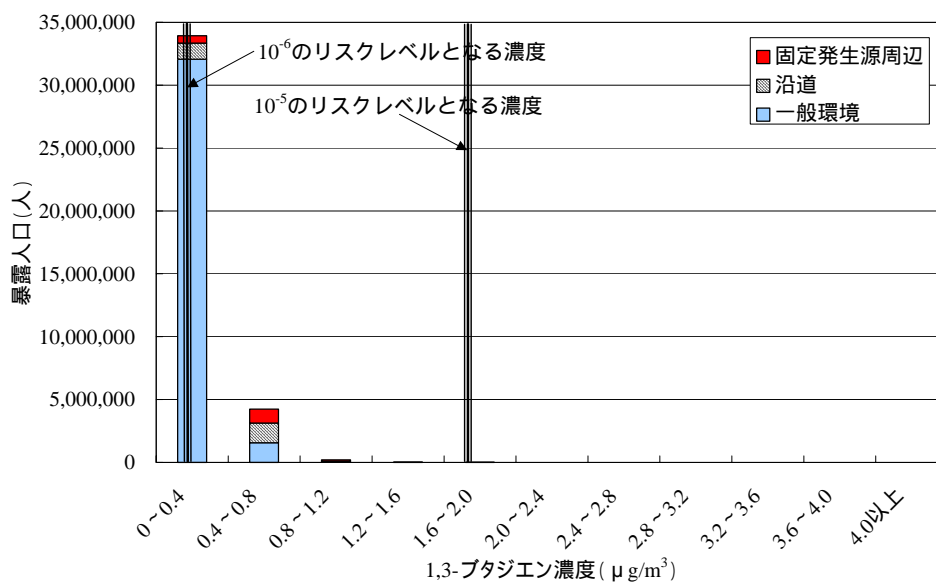
1,3-ブタジエンは、ヒトに発がん性があり、遺伝子障害性もあると評価した。本評価書では、吸入暴露に起因する白血病による死亡に対するユニットリスクとして、疫学調査結果から得られた  $5.9 \times 10^{-6} / (\mu\text{g}/\text{m}^3)$  を採用した。導出の基礎となった UAB のコホート研究では暴露推定値の再解析が行われて、その結果が認められれば、ユニットリスクはさらに 1/3.7 だけ小さな値となるが、ここでは再解析以前の値を用いた。ここで採用されたユニットリスクの大きさは、カナダ政府の提案する値と同じである（カナダ政府はユニットリスクとして評価していない）が、米国 EPA の提案値の 1/6 である（EPA のエンドポイントは、本評価者らのそれとは異なる）。他方、EU は用量反応関係を求めるほど確かな証拠がないとしている。

非発がん性の有害な影響のエンドポイントとして 2 年間の吸入毒性試験（NTP, 1993）において確認された卵巣萎縮を採用した。この病変はマウスにおいて感受性が高いこと、老齢で発生率が高いことから、ヒトへのエンドポイントとして採用することには若干の疑問の余地もあるが、予防的配慮の 1 つとして採用した。マウスに卵巣萎縮を引き起こすベンチマーク濃度（5 % の発生率増加を伴う暴露濃度の 95 % 信頼下限値）のヒト等価濃度（ $0.30 \text{ mg}/\text{m}^3$ ）を MOE（暴露マージン）導出に使用した。

## 第V章 1,3-ブタジエンのリスク評価

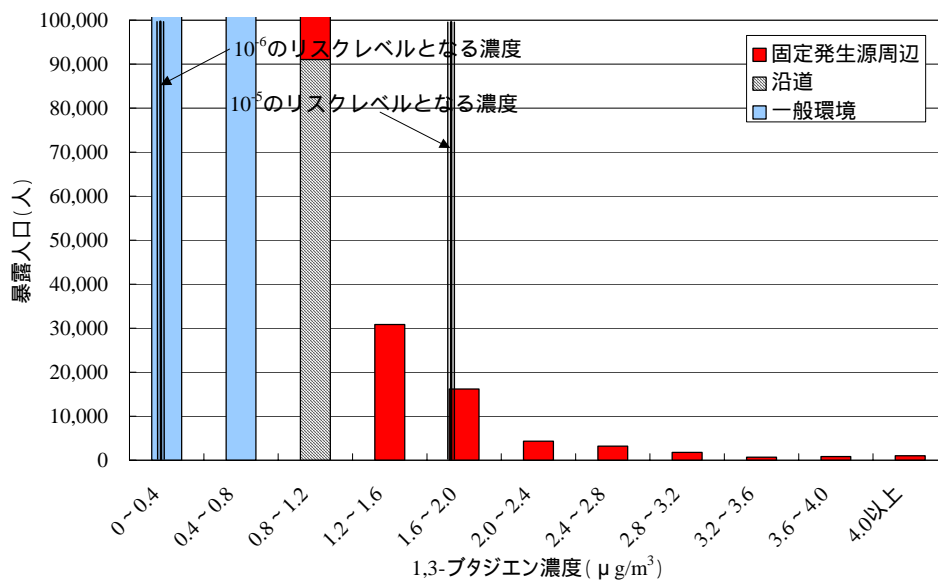
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11

第IV章で算出された発がんユニットリスクを用いて、1,3-ブタジエンに生涯暴露した場合の生涯過剰発がんリスクを評価した。 $10^{-6}$ の生涯過剰発がんリスクに対応する大気中濃度は  $0.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $10^{-5}$ の生涯過剰発がんリスクに対応する濃度は、 $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、全体の約4分の1の人口が、大凡  $10^{-6}$ の生涯過剰発がんリスク以下になり、残りが  $10^{-5}$ と  $10^{-6}$ の間にあり、極めて少ない人口が  $10^{-5}$ を超えるという結果になった。関東地方における、リスクの人口分布と、その要因との関係を図V-4に示した。非がん性の有害影響のエンドポイントとして選んだ卵巣萎縮のリスクは、当面考慮の必要はないと判断した。結果は、表V-2に示した。



12  
13

図 V-4 関東地方における 1,3-ブタジエン暴露濃度と暴露人口 (1999 (平成 11) 年度)



1  
2 図 V-4-2 関東地方における 1,3-ブタジエン暴露濃度と暴露人口 (拡大図)(1999 (平成 11) 年度)

3  
4 表 V-2 ヒトに等価な BMCL<sub>05</sub> に対する MOE が 10, 100 以下となる確率

環 境	Prob(MOE≤X), %	
	X=10	X=100
環境モニタリング		
一般環境	<0.01	<0.01
発生源周辺	<0.01	1.06
沿道	<0.01	0.09
モデリング		
市原のモデル (2.5 km 以内住宅地)	<0.01	2.55
川崎のモデル (2.5 km 以内住宅地)	<0.01	2.86

5  
6

## 第 VI 章 リスク管理に関する考察

1995(平成7)年度から始められた事業者による自主管理の効果を検証した。その結果を図 VI-2 に示した。1999(平成11)年度に行われた対策の費用対効果分析を行った。1 ケースの発がんリスク削減のための費用は2億円程度になった。

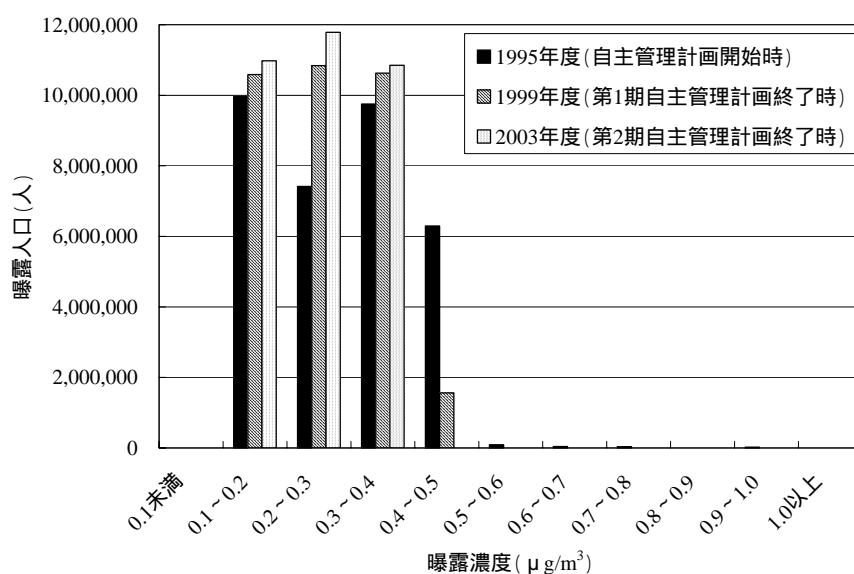


図 VI-2 1995(平成7), 1999(平成11)及び2003(平成15)年度における関東地方の1,3-ブタジエン曝露濃度と人口分布の関係の経年変化

仮に、 $10^{-5}$ 以下の生涯発がんリスクを管理目標値とした場合の、リスク管理の考え方を提示した。

## 第 VII 章 まとめ

1  
2  
3  
4 関東地方における 1,3-ブタジエン暴露濃度と暴露人口の関係を求めたところ、 $10^{-6}$ 以下の生涯過  
5 剰発がんリスクレベルの人口は、約 860 万人、 $10^{-5}$ と  $10^{-6}$ の間が約 2,980 万人、 $10^{-5}$ を超えるレベ  
6 ルの人口は、約 2 万 2 千人であった。また、非発がん性の有害な影響（卵巣萎縮）に関しては、  
7 一般環境、発生源周辺及び沿道のいずれにおいてもリスクは低いという結果であった（いずれも、  
8 1999 年度（平成 11 年度）の排出を仮定したモデルに基づく予測である）。

9  
10 1,3-ブタジエンの高濃度地域は、市原、川崎等のコンビナート内にある大規模発生源周辺に限ら  
11 れるが、これら大規模発生源からの排出量は、（社）日本化学工業協会の報告から自主管理計画に  
12 より順調に削減が進んでいると考えられる。関東地方に関するシミュレーションの結果、2003（平  
13 成 15）年度において第 2 期自主管理計画の目標が達成されれば、これら固定発生源周辺にも  $10^{-5}$   
14 を超える発がんリスクレベルの人口はほとんど存在しなくなり、また、一般環境の暴露濃度も低  
15 減されることがわかった。ただしこれは報告値をもとにした数値シミュレーションの結果であり、  
16 実際の濃度推移に関してはモニタリング結果を見守っていく必要がある。

17  
18 以上から、現状では、1,3-ブタジエンの濃度は大部分の地域において懸念されるリスクレベルで  
19 はなく、また、高濃度地域であるコンビナート周辺においても、自主管理計画による排出量削減  
20 が濃度低減に対して効果をあげつつあると推定されることから、全国レベルでの排出総量の削減  
21 という観点からは、更にコストをかけて規制する必要性は薄く、第 2 期自主管理計画の完了によ  
22 り差し当たり十分と考えられる。ただし、局所的に高い濃度が生じている恐れのある個別発生源  
23 近傍については、具体的な排出条件によるシミュレーション計算や、現行の年 12 回測定による平  
24 均濃度推定にとどまらない的確なモニタリングによる濃度推移の把握が必要であろう。また、そ  
25 の結果によっては細かな対策（排出高さを高くするなど）も考慮の対象となろう。

26  
27 移動発生源は大部分が自動車由来のものであるが、自動車からの排出については、他の多くの  
28 化学物質の削減を視野に入れた包括的な排ガス対策により、当該物質の排出量も低減していくも  
29 のと考えられ、また、現状の排出量も懸念されるレベルにはないことから、これについても早急  
30 な 1,3-ブタジエン対策は特に必要無いものと判断された。

31  
32 ここで、述べられた暴露量推定、有害性評価いずれも、不確かさがあり、今後、その不確かさ  
33 を縮小させるための努力が必要である。また、第 4 章で提案された発がん性に関するユニットリ  
34 スク値は、基本的にカナダ政府のデータや解析に依存しており、今後、わが国独自の検討が必要

- 1 である。産総研化学物質リスク管理研究センターは、現在、そのための研究チームの立ち上げを
- 2 準備している。
- 3

## 第 VIII 章 レビューアーの意見書と筆者らの対応

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14

Ver.1.0 のレビューをお願いした以下の方々（敬称略）のご意見と，それに対する筆者らの対応を記載した。

小林伸治（国立環境研究所主任研究員）

石川雅紀（東京水産大学水産学部助教授）

石黒 稔（日本ゼオン株式会社環境安全品質部長）

川崎 一（（財）化学物質評価研究機構）

白井智之（名古屋市立大学医学部教授）

杉浦伸夫（JSR 株式会社環境安全部長）

高橋道人（病理ピアレビューセンター長，昭和大学薬学部客員教授）

武林 亨（慶應義塾大学医学部講師）