

第 XI 章 外部レビュアーの意見書と筆者らの対応

本評価書の公開に先立ち、以下の7名の専門家に評価書原案（バージョン0.5：外部レビュー用）のレビューをお願いし、様々な意見をいただいた（五十音順，敬称省略）。

今井田克己 香川大学 医学部 教授

大前 和幸 慶応大学 医学部 教授

貴田 晶子 （独）国立環境研究所 循環型社会・廃棄物研究センター
廃棄物試験評価研究室 室長

津崎 昌東 （財）電力中央研究所 環境科学研究所 化学環境領域 研究員

三森 国敏 東京農工大学大学院 共生科学技術研究部 教授

吉岡 義正 大分大学 教育福祉科学部 教授

米田 稔 京都大学大学院 工学研究科 都市環境工学専攻
環境システム工学講座 教授

今井田レビュアー，大前レビュアー，三森レビュアーには，評価書の第 III 章（ヒト健康に関する有害性評価．レビュー依頼時は「第 V 章」）のみを対象としてレビューを依頼した．また，貴田レビュアー，津崎レビュアー，吉岡レビュアー，米田レビュアーには，評価書全文をお送りして意見ををお願いしたが，必ずしも全範囲にわたってコメントをする必要はない旨を伝えてある．

なお，レビュー意見への回答は，公表版第 I 章，第 II 章，第 IV 章～第 X 章に関連する部分は小野恭子，公表版第 III 章に関する部分は吉田喜久雄が担当し，文責を持つ．編集の都合上，誤字や不適切な用語の使用などに関するご指摘については本評価書（公表版）に反映させ，掲載は省略した．

次ページ以降に示す各レビュアーの意見書の中におけるページ数などは，評価書のバージョン0.5（外部レビュー版）のものであり，本版（以降「公表版」と呼ぶ）のものではないことに注意されたい．【対応】においては「外部レビュー版」「公表版」の区別を明記した．

1 今井田克己レビューアーの意見書と筆者らの対応（対象：有害性評価）

2
3 1. ヒト健康リスクを評価するための基準値（NOAEL など）の妥当性.

4 概ね妥当と思われる.

5
6 2. 上記基準値（NOAEL など）を特定する論理の妥当性.

7 概ね妥当と思われる.

8
9 3. 上記論理を構成する有害性発現メカニズムに関する見解の妥当性.

10 V-8, L22-23 : 「…21 名に十二指腸潰瘍を誘発するような胃粘膜への刺激性が見られた。」

11 → 十二指腸と胃の病変は必ずしも同一のメカニズムで発生するわけではない。「…胃潰瘍を誘発
12 するような胃粘膜への…」,あるいは「…十二指腸潰瘍を誘発するような十二指腸粘膜への…」
13 など,確認のうえ,整理した方がよい.

14 【対応】原報がロシア語のうえ,古いため,ATSDR (2000) の記述を引用しています. この ATSDR
15 では“gastric mucosa irritation”となっていますが,ご指摘の点もふまえて,消化管粘膜
16 と改めました.

17
18 4. 上記論理を構成する有害性データの選択の妥当性.

19 概ね妥当と思われる.

20
21 5. 用語の妥当性.

22 V-5, L20 と V-10, L23 行目 : 「SMR」, および V-23, L13 : 「PCMR」

23 → いずれも何の省略形であるのか,この部位だけを見ては不明であるので,少なくとも何の
24 略語であるかを最初に記した方がよい.

25 【対応】SMR に関しては,標準化死亡率 (SMR) とし,初出のところで脚注を付けるよう修正い
26 たしました. PCMR に関しては,同一段落内の初出のところ (公表版では特定部位がん
27 死亡比 (PCMR) と修正いたしました) にて記載していますので,ご指摘の箇所につい
28 てはそのままとしました.

29
30 V-17, L11 : 「変異原性」

31 → ここは「2.6 遺伝毒性」の項目であるので,あえて「変異原性」とせず,「遺伝毒性」とした
32 方がよい.

33 【対応】ご指摘に従い,修正いたしました.

34
35 V-36, 表 V-10 : 表中の動物種の項目で「Sprague-Dawley アルビノ」(表 1 行目),「SD」(表 4 行目),

- 1 「Sprague-Dawley」(表 6 行目), V-37, 表 V-11 「SD アルビノ」
- 2 → いずれも同一の動物種を指していると思われるので, 統一した表記にしてはどうか.
- 3 **【対応】** 統一されておりましたので, “SD” で統一しました.
- 4
- 5 V-43, L3 : 「…前胃の腺がん…」, 同 L4, 5 : 「…前胃の…悪性腫瘍である腺がんは…」
- 6 → とともに前胃は扁平上皮であるので, 上記の「腺がん」は「扁平上皮がん」の誤りではないか?
- 7 確認が必要であると思われる.
- 8 **【対応】** ご指摘のように扁平上皮がんと表記すべきですので訂正しました.
- 9
- 10 6. その他コメント
- 11 特に無し.
- 12

1 大前和幸レビューアの意見書と筆者らの対応（対象：有害性評価）

2

3 1. ヒト健康リスクを評価するための基準値（NOAEL など）の妥当性.

4 特に問題なし.

5

6 2. 上記基準値（NOAEL など）を特定する論理の妥当性.

7 不確実係数の選択や複数のユニットリスクからの選択の論理は、一般に容認されている方法で
8 あり、特段の問題はない.

9

10 3. 上記論理を構成する有害性発現メカニズムに関する見解の妥当性.

11 メカニズムが確定していないことを明示しており、特に問題はない.

12

13 4. 上記論理を構成する有害性データの選択の妥当性.

14 特に問題なし

15

16 5. 用語の妥当性.

17 別添に記載

18

19 6. その他コメント

20 別添に記載. なお別添の内容は、上記 1, 2, 3, 4 に抵触しない.

21

22 別添

23 尿中クロムの半減期を教えてください.

24 **【対応】** 尿中クロムの半減期に関する既知見は 6.4 項に記載しています.

25

26 V-1, L24 : 『非発がん性の全身への影響』

27 → 『発がん以外の健康影響』. 例えば鼻中隔への影響は局所影響であり、全身への影響と矛盾す
28 る.

29 **【対応】** ご指摘の通り修正しました.

30

31 V-1, L28 : 『呼吸器官』

32 → 『呼吸器系』. 他の部分も修正. 不正確.

33 **【対応】** 呼吸器系などに修正しました.

34

35 V-1, L32 : 『空気中の Cr は、粒子または液滴に溶解した状態』

1 → 削除. ガスではないということを言いたいのか?

2 【対応】 当該文章を削除しました.

3

4 V-1, L33 : 『クロム酸(VI)と可溶性 Cr(VI)塩のエアロゾルは, 不溶性の粒子状物質とは異なる有害
5 影響を生じ, クロム酸(VI)は鼻粘膜の損傷や鼻中隔穿孔を生じるのに対し, 不溶性 Cr(VI)化合物
6 は下気道を損傷するとされている』

7 → 『クロム酸(VI)と可溶性 Cr(VI)塩のエアロゾルは, 鼻粘膜の損傷や鼻中隔穿孔を生じるの対
8 し, 不溶性 Cr(VI)化合物は下気道を損傷するとされている』. エアロゾルは大気中の浮遊粒子
9 すべて(粉じん, ミスト, ヒューム)を包含する用語であり, 可溶性か不溶性かを問わない.

10 【対応】 ご指摘のとおり修正しました.

11

12 V-2, L9 : 『鼻中隔の穿孔, 42%に慢性の咽頭炎, 12%に副鼻腔, 鼻および喉頭のポリープ』

13 → 『鼻中隔穿孔, 42%に慢性咽頭炎, 12%に副鼻腔, 鼻および喉頭ポリープ』. 冗長.

14 【対応】 ご指摘をふまえて修正しました.

15

16 V-2, L14 : 『両側肺門部腫大』

17 → 内容を記述しないと, 情報になっていない.

18 【対応】 古い論文のため, ATSDR (2000) と US EPA (1998) から引用している関係で, ご指摘
19 の内容記述には至りませんでした, 少し, 文章を加筆しました.

20

21 V-3, L2 : 『鼻中隔穿孔, 中隔の萎縮および潰瘍』

22 → 『鼻中隔の穿孔, 萎縮および潰瘍』. 冗長.

23 【対応】 ご指摘のとおり修正しました.

24

25 V-3, L12 : 『非発がん性の呼吸器疾患』

26 → 『がん以外の呼吸器疾患』. 冗長.

27 【対応】 ご指摘のとおり修正しました.

28

29 V-3, L13 : 『高い標準化死亡比 (SMR) (242)』

30 → 有意性に関する記述 (p 値, または, 95%信頼区間) がないと情報として無意味.

31 【対応】 論文中には, 信頼区間や p 値の記載がありませんので, SMR などから集団が正規分布に
32 従うとして, 95%信頼区間を求め記載しました.

33

34 V-3, L19 : 『左喉頭の萎縮』

35 → 通常左側のみに影響が現れることは考えにくいので, 正しいかどうか再確認.

1 【対応】古い論文のため、ATSDR（2000）から引用していますが、ATSDRには“left larynx”と
2 記載されていますので、文章はそのままとしました。

3

4 V-3, L23 : 『1年未満の期間』

5 → この報告は1年未満の作業者のみを対象とした報告か。要確認。一般論として、このような集
6 団のみの報告は不可思議である。

7 【対応】US EPA（1998）の記述を参考にして、文章を変更しました。

8

9 V-3, L30 : 『電気めっき工場の作業者（男性：7名，女性：30名）に対する研究では、95%に鼻粘
10 膜の病変がみられた。雇用期間が1年未満の作業者の半数以上に、鼻粘膜の発赤以上に重篤な症
11 状がみられ、1年以上雇用されていたほぼ全作業者（35名）』

12 → 37名の調査で35名が1年以上ゆえ、1年未満は2名のみとなる。この数字で正しいか要確認。

13 【対応】数値の間違いを訂正し、35名を15名としました。

14

15 V-4, L6 : 『Cr(III)化合物の酸化クロム』

16 → 『Cr(III)化合物の三酸化二クロム』。六価の三酸化クロム三価の三酸化二クロムを明確に書いた
17 方が分かり易い。他の部分も同様にすること。

18 【対応】ご指摘のとおり修正しました。

19

20 V-4, L7 : 『呼吸器疾患』

21 → 鼻腔も含んだ「呼吸器疾患」かどうか確認。

22 【対応】原文（ATSDR 2000）では、“respiratory illness”とのみ記載されており、部位が特定でき
23 ませんので、呼吸器（上気道，気管・気管支，肺，胸膜など）に起こる疾患の総称であ
24 る呼吸器疾患と記載し、文章はそのままとしました。

25

26 V-4, L14 : 『鼻の潰瘍および穿孔』

27 → 『鼻粘膜の潰瘍および鼻中隔穿孔』。場所を明確にする。

28 【対応】ご指摘のとおり修正しました。

29

30 V-4, L16 : 『めっき作業者の呼吸域の空气中濃度は、ほぼ $0.016 \text{ mg-Cr(VI)/m}^3$ 以下であったが、2
31 工場では $0.05 \text{ mg-Cr(VI)/m}^3$ を超えていた。一方、粉塵中の濃度は、35工場で $0.16 \sim 50 \text{ mg-Cr(VI)/g}$
32 であった。』

33 → 呼吸域の濃度と粉じん中の濃度はどのように異なりますか。特に粉じん中の濃度の意味がよく
34 解りません。呼吸域も粉じん濃度を測定していると思うのですが。

35 【対応】粉じん中 Cr(VI)濃度と空气中 Cr(VI)濃度の関係がわかるよう文章を改めました。

1
2 V-4, L22 : 『硬質クロム区域』
3 → どのような作業場かよくわかりません。
4 【対応】 場所をより明確化しました。
5
6 V-4, L29 : 『対照群（同じ工場での雇用期間 5 年未満の作業者）』
7 → 人数を記載。両群の年齢も記載する。意見：この文献は対照群の選択がでたらめであり、採用
8 するに足りない論文と思いますので、削除してはいかがでしょうか。
9 【対応】 人数および両群の年齢を追記しました。
10
11 V-4, L32 : 『工場作業員 2 名』
12 → どちらの群ですか。
13 【対応】 暴露群である旨を追記しました。
14
15 V-5, L5 : 『鼻への悪影響の徴候と症状がみられ』
16 → 内容を記述しないと、情報になっていない。意見：この文献は重要な情報を含むので、曝露情
17 報のみならず影響情報を丁寧に記述して欲しい。
18 【対応】 影響の内容について追記しました。
19
20 V-5, L7 : 『汎発性の鼻症状』
21 → 内容を記述しないと、情報になっていない。
22 【対応】 影響の内容について追記しました。
23
24 V-5, L13 : 『肺機能への一時的な影響』
25 → 内容を記述しないと、情報になっていない。
26 【対応】 文章を改訂し、原著に記載された具体的な症状を追記しました。
27
28 V-5, L19 : 『非発がん性の呼吸器系疾患』
29 → 『がん以外の呼吸器系疾患』。冗長。
30 【対応】 ご指摘のとおり修正しました。
31
32 V-5, L21 : 『暴露は可溶性のクロム酸(VI) (CrO₃) のミストに起因する』
33 → 『暴露は可溶性のクロム酸(VI)塩のミストに起因する』。(CrO₃) そのものは固体なので、不適
34 当。
35 【対応】 ご指摘のとおり修正しました。

1
2 V-6, L5 :『(289 名) 中の 40 名に 1 回以上の鼻の病変,』
3 → 意味がよく解らない。「(289 名) 中の 40 名に 1 回以上の鼻疾患の既往」という意味ですか。
4 要チェック。
5 【対応】 ご指摘のとおり修正しました。
6
7 V-6, L5 :『12 名に鼻穿孔の症状がみられた.』
8 → 『12 名に鼻中隔穿孔の症状がみられた.』
9 【対応】 ご指摘のとおり修正しました。
10
11 V-6, L6 :『鼻へのリスク』
12 → 『鼻疾患へのリスク』。
13 【対応】 ご指摘のとおり修正しました。
14
15 V-6, L9 :『喫煙者は保護用具や手袋着用率が低かったと著者らは述べている.』
16 → この記述と結果の関係が理解できない。
17 【対応】 結果の記述と関係がありませんので、文章を削除しました。
18
19 V-6, L15 :『暴露群の作業者と対照群の作業者 (95 名) の呼吸器症状のオッズ比に有意差は認め
20 られず、両群にみられた肺機能の低下は年齢と喫煙習慣である程度説明可能であると報告されて
21 いる.』
22 → 『暴露群の作業者と対照群の作業者 (95 名) の呼吸器症状および呼吸機能にクロム曝露と関
23 連する有意差は認められなかった.』。冗長。
24 【対応】 ご指摘のとおり修正しました。
25
26 V-6, L19 :『クロム電気めっき工場の作業者 (平均暴露期間 : 6.1 年) は、ニッケルクロムおよ
27 び亜鉛電気めっき工場の作業者に比べ、鼻中隔の潰瘍で 31.7 倍の発症リスクがあった。電気めっ
28 き槽エリアの作業者は他に比べて 4.2 倍、9 年以上の作業者は 30.8 倍のリスクがあった。さらに、
29 作業者の年齢、性別および喫煙習慣で調整した肺機能の比較では、クロム電気めっき工場の作業
30 者で肺活量に有意な減少がみられたと報告されている.』
31 → 人数の記述、リスクの種類記述 (相対危険度か、オッズ比か)、比べる分母となる群の記述
32 が不完全。また、研究のタイプが横断研究であれば、発症リスクではなく有病リスクになるは
33 ず。コホート研究であれば発症リスクで OK。
34 【対応】 オッズ比であることを明示しました。また発病リスクではなく、有病リスクでしたので、
35 そのように文章を修正しました。

1
2 V-7, L22 : 『消化器官』
3 → 『消化管系』. 他の部分も修正. 消化器系とすると肝胆膵を含むので妥当ではない. 不正確.
4 【対応】 ご指摘のとおり修正しました.
5
6 表 V-2 : 『潰瘍につながる消化器官の炎症』
7 → 『潰瘍につながる胃粘膜の炎症』. 本文と整合性がない.
8 【対応】 ご指摘のとおり修正しました.
9
10 V-8, L1 : 『消化器官の X 線撮影で 10 名に潰瘍形成』
11 → X 線は上部のみですか? 下部 (大腸) もやっていますか? 上部のみなら, 「上部消化管 X
12 線撮影」と記述. 胃潰瘍? 十二指腸潰瘍? 不明なら消化性潰瘍とする. 意見: 次の Sassi
13 の報告では, 大腸炎の記述があります. 大腸にも炎症を起こすとしたら, どの部位の X 線撮
14 影をしたかは不可欠な情報です. 消化管とは, 口から肛門までの全部ですから, 部位を意識し
15 て記述する必要があります.
16 【対応】 部位がより明確になるように文章を改訂しました.
17
18 V-8, L2 : 『人種, 社会的・経済的特性が同じ対照群 (41 名) では胃炎は 2 例のみであった.』
19 → 差 (6/97 vs 2/41) は有意でしたか? 直感的には意味ある差ではないと思いますが.
20 【対応】 統計的な有意差については記述されていませんが, 著者の見解を追記しました.
21
22 V-8, L8, L18, L22 : 『十二指腸潰瘍』
23 → 十二指腸潰瘍だけですか. 胃潰瘍がないのは不思議です. 原語が peptic ulcer であれば, 胃と
24 十二指腸の両方の潰瘍を示します. 確認してください.
25 【対応】 ご指摘の論文は古い上, イタリア語やロシア語の論文や報告書でしたので, ATSDR (2000)
26 から引用しましたが, ATSDR の文章で “duodenal ulcer” (十二指腸潰瘍) であることを
27 確認しました.
28
29 V-8, L30 : 『SMR = 64』
30 → 有意かどうか記述しないと無意味.
31 【対応】 95%信頼区間を追記しました.
32
33 V-8, 欄外 : 『集団で観察された死亡数の総数/対象集団に対する期待死亡数の総数を表す』
34 → 『対象集団での観察死亡数 (O) と対照集団での期待死亡数 (E) の比』. 不正確.
35 【対応】 ご指摘のとおり修正しました.

1
2 V-8, L32 : 『血液』
3 → 『血液系』. 他の部分で必要な部分も修正.
4 【対応】 ご指摘のとおり修正しました.
5
6 V-9, L4 : 『14.4%に白血球の増加, 19.6%に白血球の減少』
7 → 両方共に白血球ですか. 要確認.
8 【対応】 とともに白血球であることを確認しました.
9
10 V-9, L9 : 『赤血球の沈降率』
11 → 『赤血球沈降速度』. 不正確.
12 【対応】 「赤血球 (の) 沈降速度」に修正しました.
13
14 V-9, L26 : 『金属アークステンレス鋼溶接』
15 → 「ステンレス鋼アーク溶接」のことでしょうか.
16 【対応】 ご指摘のとおりですので, 「ステンレス鋼アーク溶接」に修正しました.
17
18 V-9, L27 : 『赤血球数, 白血球数, ヘモグロビンレベルおよび沈降率』
19 → 『赤血球数, ヘモグロビン, 赤血球沈降速度および白血球数』. 冗長.
20 【対応】 ご指摘のとおり修正しました.
21
22 V-9, L34 : 『Pascale (1952)』
23 → 組織病理学的検査まで実施しているのですが, 症例報告ですか. 誤嚥などの事故例ですか.
24 【対応】 症例報告ですので, それが分かるように文章を改めました.
25
26 V-10, L1 : 『肝機能障害検査』
27 → 『肝機能検査』. 不正確.
28 【対応】 ご指摘のとおり修正しました.
29
30 V-10, L7 : 『肝胆汁性疾患』
31 → 『肝胆疾患』. 不正確.
32 【対応】 ご指摘のとおり修正しました.
33
34 V-10, L17 : 『死亡率と罹患率に関する研究では, 暴露終了3年後に詳細な肝機能検査を実施した
35 ところ,』

1 → 死亡や罹患の疫学では通常は肝機能検査をしません。これは通常のコホート研究ではありませんか。要確認。

2
3 【対応】 誤解を招く記述でしたので、文章を追記しました。

4

5 V-11, 表 V-3 :

6 → 下 2 報に影響の種類が未記載。

7 【対応】 影響がみられないことを追記しました。

8

9 V-11, L9 : 『ウロビリニン』

10 → 正しいかどうか確認してください。ウロビリノーゲン, ビリルビンではありませんか。

11 【対応】 ご指摘の論文は古い上, イタリア語の論文でしたので, ATSDR (2000) から引用いたしました。ATSDR の記述は “urobilinuria” であり, ウロビリニン尿症と記述するよう本文を修正しました。

12
13
14

15 V-11, L15 : 『死亡率と罹患率に関する研究では, 暴露終了 3 年後に詳細な肝機能検査を実施した
16 ところ,』

17 → 死亡や罹患の疫学では通常は肝機能検査をしません。これは通常のコホート研究ではありませんか。要確認。

18
19 【対応】 誤解を招く記述でしたので、文章を追記しました。

20

21 V-12, L10 : 『作業者の暴露レベルは 0.05~1.0 mg-Cr(VI)/m³ と』

22 → これは 15 ug/g Cr 以上の作業者の曝露濃度ですか。そうであれば LOAEL ですが, 作業者全体の
23 濃度であれば, LOAEL にはなりません。

24 【対応】 ご指摘のように, 必ずしも尿中濃度が高い作業者の暴露濃度ではありませんので, 文章
25 を改めるとともに, LOAEL とはせず, 表から削除しました。

26

27 V-12, L21 : 『レチノール結合蛋白のレベルの低下』

28 → 低下であることを確認してください。

29 【対応】 低下であることを確認しました。

30

31 V-12, L22 : 『血中尿素態窒素』

32 → 『血中尿素窒素』。不正確。

33 【対応】 ご指摘のとおり修正しました。

34

35 V-12, L14 : 『Verschoor ら』

1 → 尿中 Cr の平均濃度を記載してください。他の報告との比較に重要です。
2 【対応】 幾何平均値を追記しました。
3
4 V-13, L15 : 『NAG』
5 → NAG の平均値を群毎に示してください。7 IU/g-creatinine を cutoff にするのは妥当ですか。教
6 えてください。
7 【対応】 群別に表示し、妥当性について脚注を入れました。
8
9 V-14, L12 : 『2)Rosenman と Stanbury (1996)』
10 → この報告は神経系ではなく心血管系の報告です。2.1.2 に移動。
11 【対応】 論文に詳細は記載されていませんが、ICD9 に基づく分類に従って、PMR を算出してい
12 ますので、ご指摘のように、2.1.2 項に移動しました。
13
14 V-14, L15 : 『比例死亡率』
15 → 何のことでしょうか。
16 【対応】 当該文章を 2.1.2 項に移動後、PMR に脚注を付けました。
17
18 V-14, L21 : 『1)Shmitova (1978)』
19 → 削除。もしどうしても採用するとしたら、合併症や中毒症の定義を正確に記述してください。
20 【対応】 原文がロシア語のため、ATSDR (2000) から引用している関係で、ご指摘のような合併
21 症や中毒症の定義を正確に記述することはできません。また、ご指摘のように報告自体
22 も質が良くありません。このため、削除しました。
23
24 V-14, L30 : 『2)Shmitova (1980)』
25 → 削除。もしどうしても採用するとしたら、合併症や中毒症の定義を正確に記述してください。
26 【対応】 原文がロシア語のため、ATSDR (2000) から引用している関係で、ご指摘のような合併
27 症や中毒症の定義を正確に記述することはできません。また、ご指摘のように報告自体
28 も質が良くありません。このため、削除しました。
29
30 V-15, L8 : 『発生率は、母親の年齢、出産経歴および交絡因子（男性の喫煙とアルコールの使用）
31 の調整に十分に頑強であった。』
32 → 意味がよく解らない。1) 何の発生率ですか。2) 母親の年齢、出産経歴および交絡因子を調
33 整した結果、どうなったのでしょうか。
34 【対応】 自然流産の発生率である旨を記載するとともに、交絡因子の調整によっても発生率が同
35 じであった旨追記しました。

1
2 V-15, L10 : 『過去の研究結果』
3 → この論文はあるのでしょうか.
4 【対応】 ご指摘の論文について、著者と同じグループによるものであることを明記し、参考文献
5 にも引用しました.
6
7 V-15, L20 : 『CrO₃X』
8 → 何のことでしょうか.
9 【対応】 原文が中国語のため、詳細は把握できませんが、クロム酸と判断し、そのように修正し
10 ました.
11
12 V-15, L21 : 『奇形精子症の有病率』
13 → 何のことでしょうか. 生殖毒性に詳しい先生のご意見を聞いていただきたいと思います.
14 【対応】 「奇形精子の率」と修正しました.
15
16 V-17, L18 : 『これら皮なめし作業者の血漿中と尿中の平均 Cr 濃度は対照群と差がなかった.』
17 → ?? クロム曝露はなかったということでしょうか.
18 【対応】 曝露はなかったと判断されますので、その旨を追記しました.
19
20 V-17, L24 : 『0.008.1』
21 → 要修正. 記載ミス.
22 【対応】 「0.008」と修正しました.
23
24 V-17, L25 : 『しかし、頭髮と糞の分析結果ではクロムめっき作業者でも Cr の他にニッケル濃度も
25 対照群に比べ有意に高レベルで検出されている.』
26 → この文章で言いたいことは何でしょう.
27 【対応】 Deng *et al.* (1988) では、毛髪中の Ni 濃度から何か結論を導き出している訳でありませ
28 んので、文章を削除しました.
29
30 V-17, L29 : 『9)Elias ら (1989)』
31 → 削除. クロムに関する知見がありません.
32 【対応】 ご指摘のとおり削除しました.
33
34 V-18, L5 : 『相関』
35 → 『関連』. 不正確.

1 【対応】 ご指摘のとおり修正しました。

2

3 V-18, L5 : 『17.9 $\mu\text{g/g}$ クレアチニン』

4 → 平均値ですか. 最大値ですか.

5 【対応】 平均値である旨追記しました.

6

7 V-18, L20 : 『10.6, 9.4 および 8.3』

8 → 有意な差ですか?

9 【対応】 有意な差である旨の記述を追記しました.

10

11 V-18, L32 : 『相関関係』

12 → 関連もしくは因果関係. 不正確.

13 【対応】 「因果関係」と修正しました.

14

15 V-19, L18 : 『1931～1932 年, 1933～1934 年および 1935～1937 年の各期間に雇用され, がんで死
16 亡した人の 63.6, 62.5 および 58.3%が, 肺がんによる死亡であった.』

17 → がん死亡のうち $41/66 = 62\%$ が肺がん死亡なので, ここで示されている%は多くありません.

18 そうすると, この文章にどのような意味があるのでしょうか.

19 【対応】 対象コホートに関する記述を「1931 年～1951 年の間に 1 年以上雇用されていた男性作業
20 者」から「1931 年～1937 年の間に新規に 1 年以上雇用された男性作業」に訂正いたし
21 ました. 著者はこのコホートを新規雇用された時期によって 3 群に分け, それぞれの肺
22 がん死亡率から, この期間の肺がんリスクが高かったと考察しています. 公表版では,
23 外部レビュー版の「1931～1932 年, 1933～1934 年および 1935～1937 年の各期間に雇用
24 され, がんで死亡した人の 63.6, 62.5 および 58.3%が, 肺がんによる死亡であった」と
25 という記述を削除し, この考察のみを記載しました.

26

27 V-19, L20 : 『暴露量が多いほど』

28 → 表 V-4 では曝露区分の単位に年が入っています. これは累積曝露量の意味でしょうか. そうで
29 あれば, 表 V-4 を含めて要修正. そうでなければ, いつの時点での濃度かを記載. また, 表
30 V-4 はわかりにくい. 最長 43 年間 (1974-1931) のコホート集団を年齢群別に区分してありま
31 すが, どのようにしたのででしょうか. 年齢を全部まとめた合計のデータはありませんか.

32 【対応】 外部レビュー版の表 V-4 における暴露量は, 1949 年に同工場で調査した暴露濃度に, 各
33 個人の暴露期間を乗じて算出した累積暴露量ですので, 文章を修正いたしました. また,
34 外部レビュー版の表 V-4 の年齢区分は著者によってなされたものです. この年齢群別の
35 表を元に US EPA (1998a) は発がんポテンシーを算出していますので (3.2.2 項参照),

1 外部レビュー版ではここで年齢群別の表を示しておりましたが、ご指摘のように、ここ
2 では合計の表を記載するよう変更いたしました。また 3.2.2 項では結果のみを記載いたし
3 ました。

4
5 V-19, L21 : 『対照群との比較はないが』

6 → 論文中に何か記載はありませんか。

7 【対応】 Mancuso (1975) では、同工場全体における年齢ごとの人年の分布を用いて、観察人年当
8 たり死亡率を年齢調整することで、累積暴露量と年齢調整死亡率の関連を示していま
9 す。そのため、非暴露群の設定はなく、非暴露集団については言及されていません。

10
11 V-20, L5 : 『暴露レベル』

12 → 累積暴露量の意味でしょうか。そうであれば、表 V-5, 6, 7 を含めて要修正。そうでなければ、
13 いつの時点での濃度かを記載。

14 【対応】 Mancuso (1975) と同様に、1949 年に同工場で調査した暴露濃度に、各個人の暴露期間
15 を乗じて算出した累積暴露量ですので、文章を修正いたしました。

16
17 V-21, L17 : 『石灰灰』

18 → どんな工程でしょうか。

19 【対応】 ご指摘の箇所は、“石灰ソーダ灰処理”と改めました。

20
21 V-21, L31 : 『ボルチモアでの標準的死亡率からの期待死亡数』

22 → 『ボルチモアでの期待死亡数』。不正確。

23 【対応】 「ボルチモアの標準死亡率より算出された期待死亡数」と修正しました。

24
25 V-21, L32 : 『雇用期間と死亡率の関係から、用量-反応関係は明確であった。』

26 → 雇用期間で用量が決まることは通常はありません。特殊な環境（例えば全作業工程で濃度が一
27 定であり、かつ、観察期間中の濃度変化はなかった）だったことも考えにくいので、この文章
28 は大変理解しがたい。

29 【対応】 Hayes *et al.* (1979) では、作業者を雇用開始時期で 3 群、雇用期間で 2 群、暴露レベル
30 で 2 群に分け、計 12 に区分し SMR を示しています。本文を修正し、Hayes *et al.* が量-
31 反応関係があると判断した理由を追記しました。

32
33 V-21, L33 : 『3 年以上雇用された作業員での肺がんによる死亡率は、工場の他の場所で同様に長
34 期間作業した作業員と同様であった。また、“wet end”とされる重クロム酸塩およびクロム酸等の
35 製造での雇用履歴は、“dry end”とされる粉砕、焙焼部門に比べて肺がん死亡率の上昇と関連して

1 いた.』

2 → wet end と dry end の話しは、新設備で3年以上雇用された作業者を対象とした話しですか。そ
3 れとも古い設備時代も含めた話しですか。後者であれば後半の知見は32行目に入れた方がよ
4 い。前者であれば、肺がん死亡は wet end では増加しているが dry end では減少していることに
5 なり、不整合のように感じます。要検討。

6 【対応】 wet end と dry end の話は、肺がんによる全死亡者を同工場における非発がんによる死亡
7 者とマッチングを行って比較することにより、作業歴との関連をみた解析です。この解
8 析では肺がんによる死亡者全体を症例群としており、古い設備での作業者も含まれてい
9 ます。本文を修正し、別の解析手法であることを明示しました。

10

11 V-22, L33 : 『高い死亡リスク（オッズ比：1.27）とがんリスク（オッズ比：1.22）』

12 → 有意ですか？

13 【対応】 Pastides *et al.* (1994) の論文では、それぞれのオッズ比の90%信頼区間を示し（死亡リ
14 スク：1.07～1.51, がんリスク：1.03～1.45）、有意であるとしておりますが、通常解析さ
15 れる95%信頼区間ではないため、次のように文章を改訂しました。

16 「以前に他のクロム酸塩製造施設で働いていた作業者の死亡リスクとがんリスクのオッ
17 ズ比はそれぞれ、1.27 (90%CI : 1.07～1.51) と 1.22 (90%CI : 1.03～1.45) であった。」

18

19 V-23, L9 : 『比例がん死亡率比（PCMR）』

20 → spell out し、定義を記載（脚注で）。

21 【対応】 ご指摘のとおり記載し、また、特定部位がん死亡比と訂正しました。

22

23 V-23, L22 : 『5)Gibb ら (2000)』

24 → Cr(III), Cr(VI)のハザード比を記述してください。

25 【対応】 原著文献より相対リスクの値を記載しました。

26

27 V-24, L7 : 『作業者の SMR は 3,797 であった.』

28 → 95%CI, p 値があれば記載する。

29 【対応】 133名の作業者について3名で肺がんがみられ、期待死亡者数から SMR が計算されてい
30 るのみで、95%信頼区間や p 値の記載がありませんので、文章はそのままとしました。

31

32 V-24, L8 : 『診断時のがん患者の平均年齢は 50 歳以上であった.』

33 → これだと 90 歳でも 100 歳でも該当し、情報にならない。多分比較的若いのに肺がん罹患し
34 たことを著者は言いたかったと思うので、平均年齢を正確に記載してください。

35 【対応】 3名のがん患者の年齢を正確に記載しました。

1
2 V-24, L25 : 『期待死亡率』
3 → 『期待死亡数』. 不正確.
4 【対応】 ご指摘のとおり修正しました.
5
6 V-24, L28, L32 : 『O/E』
7 → 有意ですか?
8 【対応】 有意であることを記載し, p 値もあわせて記載しました.
9
10 V-25, L10, L15 : 『肺がんの相対リスク』
11 → 有意ですか?
12 【対応】 p 値が 0.05 未満であることを追記しました.
13
14 V-25, L17 : 『相関』
15 → 『関連』. 不正確.
16 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました.
17
18 V-25, L30 : 『死亡の SMR は (95%CI : 117~698)』
19 → SMR の数値が欠落しています.
20 【対応】 欠落していました数値を追記しました.
21
22 V-26, L1 : 『1 工場で肺がんによる死亡数が, 工場が立地している各地域の死亡率からの作業者に
23 対する期待死亡数を統計学的に有意に上回っているが,』
24 → 数値を記載. 他の 4 工場について記載.
25 【対応】 O/E 値を記載しました.
26
27 V-26, L3 : 『雇用期間による量-反応関係を明確に示さなかった』
28 → 雇用期間で用量が決まることは通常はありません. 特殊な環境 (例えば全作業工程で濃度が一
29 定であり, かつ, 観察期間中の濃度変化はなかった) だったことも考えにくいので, この文章
30 は大変理解しがたい.
31 【対応】 ご指摘を受け, 文章を「肺がんによる死亡 O/E は雇用期間の増加による有意な上昇を示
32 さなかった」と改訂しました.
33
34 V-26, L23 : 『2)Okubo と Tsuchiya (1979)』
35 → 大前の大先輩の仕事ですが, この質では削除が妥当と思います.

1 【対応】 コメントに従い、削除しました。
2
3 V-26, L33 : 『3)Silverstein ら (1981)』
4 → 症例対照研究ではこのような結果は出ません。内容に誤りがあるはずです。
5 【対応】 症例対照研究ではありませんので、文章を修正しました。
6
7 V-27, L30 : 『(SMR = 199)』
8 → ここだけ SMR で他は O/E です。要統一。
9 【対応】 O/E 値を記載しました。
10
11 V-27, L30 : 『有意な正の相関が、クロム槽での作業期間と肺がんおよび気管支がんでみられた。』
12 → 『クロム槽での作業期間が長いと肺と気管支のがんの O/E は大きくなった。』。作業期間は累積
13 曝露濃度の sarrogate なので、この程度の記述に止める方がよい。
14 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました。
15
16 V-27, L31 : 『肺がんおよび気管支がん』
17 → 『肺と気管支のがん』。26 行と統一。
18 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました。
19
20 V-27, L34 : 『6)Takahashi と Okubo (1990)』
21 V-28, L8 : 『7)Itoh ら (1996)』
22 → 同じ集団の追跡研究なので、ひとつにまとめる。
23 【対応】 コメントに従い、1つの記述にまとめました。
24
25 V-31, L3 : 『相関』
26 → 『関連』。不正確。
27 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました。
28
29 V-33, L13 : 『 $UR = P_o \times (RR-1)$ 』
30 → 『 $UR = P_o \times (RR-1)/d$ 』。不正確。
31 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました。
32
33 V-33, L21 : 『 $B = (7.2-1) \times 0.036/15.5 = 1.4 \times 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ 』
34 → 『 $UR = 0.036 \times (7.2-1)/15.5 = 1.4 \times 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ 』。不正確。
35 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました。

1

2 V-42, L14 : 『1)Zhang と Li (1987)』

3 L24 : 『2)Zhang と Li (1997)』

4 → 10 年経っているにもかかわらず、最終桁を四捨五入すると死亡率の数字が殆ど一致している
5 のは不思議です。要確認。

6 【対応】 2つの論文には10年の違いがありますが、両方の論文で記載されている年齢調整死亡率
7 はともに1970～1978年に追跡された値ですので、同じであっても問題ないと考えます。

8

9 V-57, L27 : 『-32』

10 → 『-3』. 不正確.

11 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました.

12

1 貴田晶子レビュアーの意見書と筆者らの対応（対象：全体）

2

3 六価クロムの毒性と環境中濃度によるリスク評価全体として問題はないと考えますが、2点測
4 定上の問題によって過小評価される可能性を指摘しておきたいと思います。全体としてのリスク
5 評価に影響を及ぼさないと思われますが、もととなる環境試料（土壌試料・大気粉じん試料等）
6 中の Cr(VI)の定量方法の検討は不十分であり、今後の課題と感じます。土壌汚染対策法における
7 含有量分析では、アルカリ炭酸塩を溶媒としており、通常行われている水溶媒とは異なっていま
8 す。現在の多くのデータが水溶媒による抽出量ですので、今後六価クロム量は増加する可能性が
9 あると思われます。更にその方法でも抽出しきれない可能性も否定できません。論文発表してい
10 ないため、十分な形で出せるものではありませんが、少なくとも、これは今後明確にすべき事柄と
11 思っております。

12 【対応】「六価クロムの毒性と環境中濃度によるリスク評価全体として問題はない」というご意見
13 をいただき、ありがとうございました。

14 上記のコメントは、論点が次のように整理されるかと思えます。1) 環境試料中の6価
15 Crの定量方法は正確か、2) 水を溶媒とした抽出（環境庁告示46号法）では過小評価
16 になるおそれがあることについて。

17 まず、1)に関しては、大気粉じん試料中の6価Crについては、本評価書で示した筆者
18 らの測定においてはアルカリ溶媒抽出法を採用しているため、抽出方法に関していえば
19 濃度は過小に見積もられていないと考えます。ただし、大気粉じん試料中の6価Crの定
20 量に関しては、定量下限値が十分低いとはいえないなど、別の問題があります。このよ
21 うな不十分なデータをもとにリスク評価を行っているということが強調されるよう、全
22 体の記述を修正いたしました。セメントなどの土壌系試料については1.の【対応】で
23 回答いたします。

24 次に2)に関してですが、ご指摘のとおり、水を溶媒とした抽出（環境庁告示46号法）
25 はアルカリ炭酸塩を溶媒とした抽出よりも値が低く出ます。後者は土壌汚染対策法にお
26 ける含有量の測定法であり、両者の値が異なるのは当然と考えます。水を溶媒とした抽
27 出法を用いるメリットは、実環境中での溶出量を評価できる点にあると考えますので、
28 水系への溶出に関するリスク評価に用いるデータとしては環境庁告示46号法による測
29 定データを用いる方がより適切と考えます。したがって、本文中で環境庁告示46号法の
30 測定値を用いて推算を行った記述に関しては修正を行わないものとししました。より具体
31 的には下記1.でいただいたコメントに関連いたしますので、そちらで回答いたします。

32

33 1. 六価クロムの存在量における化学分析上の問題があることを指摘しておかれることを望みま
34 す（関連する部分は第IV章5.7.2項：Cr(VI)の溶出（IV-28, IV-29））。化学分析上の問題として参
35 考文献を示します。Yamaguchi *et al.* (2006)によれば、セメント中でクロムは50~90%が六価ク

1 ロムとして存在すること¹⁾、貴田ら（2004）によれば、六価クロムの溶出は長期継続し、60%以
2 上（筆者注：含有量に対して）溶出する可能性が高いこと²⁾が示されております。表 IV-11 では
3 セメント中の Cr 全量と Cr(VI)とが引用されていますが、これは1回の溶出試験による値であり、
4 10%と仮定するのは過小評価にならないでしょうか。またセメント製造における粉じんの大気排
5 出は吸入曝露に関係するため、推定値（ここではデータが示されていませんが）は大きくなる可
6 能性があります。

7 参考文献

8 1) Yamaguchi O, Ida M, Uchiyama Y, Hanehara S (2006). A method for the determination of total Cr(VI)
9 in cement. *J of the European Ceramic Society*, 26: 785-790.

10 2) 貴田晶子, 遠藤和人, 酒井伸一, 東海林寛, 嘉門雅史 (2004). 廃コンクリート及びセメント
11 からの重金属類の溶出挙動. 第15回廃棄物学会研究発表会講演論文集: 689-691.

12 【対応】①セメント中で Cr は 50~90%が 6 価 Cr として存在することについて、および②含有量
13 に対して溶出する割合が従来知られていたものよりも高い場合がある、という知見が得
14 られていることについて、の2点に分けて回答いたします。

15 ①に関してですが、まず、外部レビュー版では環境庁告示 46 号法を修正した方法により
16 求められた水溶性 6 価 Cr の含有量から計算しておりましたが、ご指摘のとおりこの方法
17 では 6 価 Cr の含有量を過小に見積もることになります。公表版第 IV 章 5.7 項では表 IV-13
18 に Yamaguchi *et al.* (2006) のデータを追加するとともに、「Yamaguchi *et al.* (2006) によ
19 れば、セメントに含まれる T-Cr の 70%は 6 価 Cr である。この差異はセメントからの 6
20 価 Cr の抽出法の違いに起因している。Yamaguchi *et al.*の方法では水溶性 6 価 Cr のみ
21 らずセメントに含まれる 6 価 Cr の全量、もしくはそれに近い量を定量していると推察さ
22 れる。（中略）ここでは 6 価 Cr の量を最大に見積もるという立場から Yamaguchi *et al.*
23 の示している 70%を T-Cr のうち 6 価 Cr の割合として以下の解析に用いるものとする。」
24 と記述を修正いたしました。

25 ②に関してですが、ご指摘をふまえてセメント系固化材として使用されたセメントに含
26 まれる水溶性 6 価 Cr が全て溶出した場合という、溶出量が最も大きくなるシナリオでの
27 推算を追加いたしました。

28

29 2. 環境曝露により起こる Cr (VI) への酸化

30 大迫ら（2007）で、環境曝露により Cr の酸化が起こりうること³⁾を示しています。第 IV 章で
31 は、特にセメント系骨材等からの溶出量増加に関連すると思われます。また Miyawaki *et al.* (2006)
32 ではフェロシルトと呼ばれる Ti 鉱滓（汚泥）が環境曝露により Cr(VI)としての溶出量が増加する
33 こと⁴⁾が報告されております。

34 参考文献

35 3) 大迫政浩, 他 5 名 (2007). 環境省公害防止等試験研究費補助「再生建材の循環利用過程にお

1 ける長期的な環境影響評価のための促進試験系の開発及び標準化に関する研究」平成 18
2 年度報告書.

3 4) Miyawaki, Ochiai M, Osako M, Kida A (2006). Cr(VI) Leaching Characteristics from the Recycled
4 Material on Dry-Wet Repetition Test. Proceedings of WASCON 06: 169-175.

5 **【対応】** 再生建材やスラグなどに含まれる Cr が環境中での酸化により 6 価 Cr へ変化することに
6 ついては重要な問題と認識しております. しかしながら, その量は日本全体として見れ
7 ば 6 価 Cr の排出量に比べて無視できること, また, 大迫ら (2007) で触れられているセ
8 メント系固化材からの溶出については, 第 IV 章でも述べましたが, 一般には施工前に環
9 境基準を満たすかどうかを確認することを義務付けており, 汚染の未然防止策が取られ
10 ていると判断できると考えます. また, Miyawaki *et al.* (2006) の指摘するフェロシルト
11 に関連する汚染は局所的な現象であり, 定量的な議論には個々の (汚染) 場所の地質デ
12 ータが必要であることから, 本評価書の解析範囲を超えるものと判断しました. こ
13 れらの理由により, ご指摘の点につきましては本評価書では推算の対象としないものと
14 しました.

15
16 以上のことから, 六価クロムの評価として環境試料中の分析法の課題があることを指摘してい
17 ただくことが, リスク評価の精緻化につながると考えます.

18 **【対応】** コメントありがとうございます. 上でも述べたことの繰り返しになりますが, 不十分な
19 データをもとにリスク評価を行っているということが強調されるよう, 全体の記述を修
20 正いたしました. 特に, ご指摘のとおり 6 価 Cr に関しては環境試料の分析方法も未確立
21 の状況であり, 今後この点が発展すればリスク評価の結果も大きく見直されると考えて
22 おります.

1 津崎昌東レビューアの意見書と筆者らの対応（対象：全体）

2
3 膨大な既存文献に加え、不足する部分についてはヒアリング、実測を行うなど、精力的にデー
4 タを収集されていることに敬意を表します。本書のようにネガティブ、ポジティブ両方のデータ
5 をまとめて提示し、リスク評価を行うことは、これからの社会にとって重要なことであると思
6 います。本書とともにリスクに対する考え方が広く一般に普及してゆくことを願っております。

7 以下、基本的に本書の内容に沿ってコメントを記載し、最後に軽微な事項について述べさせて
8 いただきます。

9 10 1. II 章

11 II-9, L19: 大気中における 6 価 Cr の 3 価への還元は考慮しないとしていますが、還元による半減
12 期が 16 時間～5 日であれば、例えば、VI 章で行っているモデル計算のスケールによっては影響が
13 あるものと推測されます。これを考慮しない事の妥当性を示すためには、モデル上で想定される
14 時間、空間スケールや本書で扱う 6 価 Cr の発生源とその影響範囲の想定なども記載すべきだと考
15 えます。

16 【対応】 コメントありがとうございます。外部レビュー版ではモデル計算にあたって還元による
17 半減期を考慮しなくともよい理由を記述しておりませんでした。ご指摘をふまえて公表
18 版第 VI 章 2.1.1 項に以下の記述を追記いたしました。「6 価 Cr の 3 価 Cr への還元は、
19 METI-LIS の計算範囲が十分に狭いことから無視できるとした。例えば、METI-LIS の計
20 算範囲を 5 km 四方とし、中央に発生源がある場合を考える。この範囲における平均風速
21 を 1 m/sec とすると、プルームの中心点が 2.5 km 移動するのに 2,500 秒、すなわち 0.7 時
22 間となる。6 価 Cr の 3 価 Cr への還元に対する半減期は 16 時間から 5 日（第 II 章 2.1.1
23 項）と報告されていることを考慮すれば、このような短い時間では、3 価 Cr への還元は
24 無視できると考えてよい。」

25 26 2. IV 章

27 2.1 IV 章全体について

28 1)2004 年を排出量推計の対象としたという理解でよいでしょうか(以下、その前提で議論します)。
29 章の始めなどに対象年を明示したほうがよいと思います。また、統計データなどで、年と年度(あ
30 るいは 2004 年以外)が混在することは止むを得ませんが、出来るだけ明確に記述すべきだと考
31 えます。

32 【対応】 ご指摘をふまえて第 IV 章の排出量推計、第 VI 章の大気中濃度推計、第 VIII 章の発生源
33 周辺の沈着量推計では 2004 年を評価年としました。PRTR データは年度(4 月～翌年 3
34 月)での集計ですので、各項目で「年度」と明記いたしました。また、2004 年以外のデー
35 タを用いた場合はその旨を明記いたしました。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

2)PRTR 届出排出量に関する考察では、各業種の届出排出量の妥当性を詳細に論じていますが、検討の結果、本書で各業種の排出量を具体的にどれだけと評価したのかを業種ごとに（図表ではなく）文中に記載したほうが、より分かりやすいと思います。

【対応】ご指摘をふまえて、文中ではありませんが、第 IV 章第 4 節および第 5 節の最後にまとめの表を追加いたしました。

2.2 その他

IV-15, L21：移動量の算出式「取扱量×0.05%+廃棄物量×（取扱量に対する対象物質の割合）」はどのような根拠に基づくのでしょうか。可能であれば詳しい説明がほしいと思います。

【対応】この記述は（社）日本塗料工業会（2003）に基づくものです。引用であることから、本文の修正は行っておりません。根拠について企業へヒアリングしたところ、顔料製造プロセスでは、経験的にもしくは現場での実測から、対象化学物質取扱量のロス率は 0.05% となるという回答を得ました。

IV-19, L29：現状では下水汚泥の大半が焼却処理されているものの、一部は焼却を経ずにコンポスト化などによってリサイクルされています。ここに記載されている 6 価 Cr の排出量は汚泥の全量を焼却処理した場合の値となっているように思われます。また、2001 年度の汚泥発生量を用いて議論していますが、2004 年度の値を使うことは出来ないでしょうか。

【対応】ご指摘をふまえて、2004 年度の値で推算し、記述を修正いたしました。

IV-28, L10：「セメント年鑑（セメント新聞社）」にセメント製造各社の工場別セメント生産高が記載されています。これによると各社の工場は数十あります。また、各工場の生産高には 3 千 t ～100 万 t 以上の幅があります（ただし、当方のデータは 2003 年です）。文中の「18 事業所」というのは 2006 年における事業者数なのではないでしょうか。工場毎に上記のようなセメント生産高の差があることから、大気への排出量を各社均等に割り振るのは適切ではないように感じます。また、下水道業と同様に、可能であればセメントに関しても 2004 年の生産高データを用いるべきだと考えます。

【対応】工場ごとにセメント生産高の差があることはおっしゃるとおりです。ご指摘をふまえて記載方法を変更し、セメント生産量の最大の事業所に関して推定値を記載するものとなりました。なお、2004 年度のデータは入手できなかったため、ここでは 2006 年の生産能力を推算に用いました。公表版第 IV 章 5.7.1 項に「セメント製造に携わる事業所のうち年間生産量が最大の事業所である（株）三菱マテリアル九州工場について排出量を試算する。この事業所の年間生産能力は 7,960 千 t である（2006 年、（社）セメント協会 HP）ことより 5.6 kg/year の排出があると計算される。」と記述いたしました。

1
2 IV-29, L26 : IV 章 3.2 項で石炭火力発電所からの排出量をまとめたとなっておりますが、3.2 項では
3 石炭火力発電所からの Cr の排出量は読み取れません。6 価 Cr の排出量が 18.1 kg であることにつ
4 いて、なんらかの解説が必要であると考えます。

5 【対応】 外部レビュー版からは PRTR 届出外排出量として報告されている石炭火力発電所からの
6 Cr 排出量の表が抜け落ちておりました。公表版では表 IV.15 として追加いたしました。
7 申し訳ありませんでした。

8 9 3. V 章

10 V-15, L6 : 見落としているかもしれませんが、「マーケットバスケット方式」について説明を記載
11 してほしいと思います。

12 【対応】 ご指摘をふまえて、第 V 章第 5 節の脚注にマーケットバスケット方式および陰膳方式の
13 説明を記載いたしました。

14 15 4. VI 章

16 4.1 大気中 6 価 Cr 濃度の実測結果について

17 大気中の 6 価 Cr の 3 価への還元を避けるために雨天のサンプリングを行わなかった、また、水
18 滴に 6 価 Cr が溶解した時点で 3 価に還元される (VI-2, L11) とありますが、一方、還元が起き
19 るのは強い酸性条件の時であり、通常のサンプリングにおいてそのような条件になる可能性は低
20 い (VI-2, L10) とあり、齟齬をきたしているように感じます。記述を整理し、雨天を避けた理由
21 を明確にする必要があると思われます。

22 【対応】 ご指摘のとおり、「還元が起きるのは強い酸性条件の時であり、通常のサンプリングにお
23 いてそのような条件になる可能性は低い」という記述は適切ではない表現と判断しまし
24 したので、公表版では削除いたしました。公表版においては、ご指摘の箇所を「Ashley *et al.*
25 (2003) によれば、6 価 Cr が 3 価 Cr に還元されやすいのは酸性条件 (中略) であり、
26 このような極端な酸性条件は通常の試料採取においては起こる可能性は低いと考えられ
27 る。したがって、雨天を避けて採取を行うことが、還元を抑えるための最も重要な条件
28 と判断した。」といたしました。

29 30 4.2 大気中 6 価 Cr の濃度推定について

31 1)各地点の計算条件として記述する内容 (項目) や表の内容は出来る限りそろえたほうが分かり
32 やすいと思います。

33 【対応】 ありがとうございます。ご指摘のとおりと考えます。公表版第 VI 章第 2 節の構成を大幅
34 に修正しておりますが、その際、各地点の計算条件を比較しやすいよう表についても改
35 めました。

1
2 2)METI-LIS の特徴や適用範囲などについて、若干の解説が必要であると思います（例えば乾性沈
3 着、煙源高さ、建物の取り扱いなど）。

4 【対応】ご指摘に従い、公表版第 VI 章 2.1.1 項に「METI-LIS モデルは定常一様のガウス型プルー
5 ムモデルである。本モデルは大気中濃度とともに乾性沈着量も推定することができる（た
6 だし、湿性沈着は考慮することができない）。本モデルでは、汚染物質が $10\ \mu\text{m}$ 以上の粒
7 子として排出された場合に乾性沈着量を計算できる。一方で、 $10\ \mu\text{m}$ 未満の粒子につい
8 てはガス状物質とみなす。METI-LIS モデルでは建屋の高さ、大きさ、形態などを考慮で
9 きる。ただし、本評価書における解析では計算範囲が $3\ \text{km}$ 程度以上と広いため、建屋の
10 影響は無視できると判断し、この機能については使用しないものとした。」という記述を
11 追加いたしました。

12

13 4.3 その他

14 VI-7, L19：高排出事業所の定義は計算結果（最大濃度 $8.3\ \text{ng}/\text{m}^3$ 以上）によるとのことですが、
15 さまざまなケースについてすべての地域で計算を行い、その結果から高排出事業所を特定して、
16 本書に記載したということでしょうか。結果としては観測を行った全地域について記載していま
17 すが、計算結果と地域の抽出の関係について、もう少し詳しい説明がほしいと思います。例えば、
18 周南地域については、2.3.1 b)において、入力した排出量が過大であるとの評価から、排出量を少
19 なくした場合について考察していますが、実測値と計算値が合わない場合に、実測値に合うよう
20 な排出量が正しいと考えるのであれば、周南での排出量を $10.4\ \text{kg}/\text{year}$ に減らして計算した場合の
21 最大濃度が $3.7\ \text{ng}/\text{m}^3$ となっているので、（1 排出源あたり $10\ \text{kg}$ 以上という条件は満たすものの）
22 実際には高排出事業所に該当しないということにならないでしょうか。

23 【対応】ありがとうございます。まず、公表版第 VI 章第 2 節の構成を見直し、また、高排出事業
24 所の定義を修正しました。推定結果の検証を行う必要性から、解析地点は実測値のある
25 地点のみに限定するという方針としました。このような修正を行ったため、ご指摘の箇
26 所は公表版では削除いたしました。修正方針につきましては、次にいただいたコメント
27 の内容とも関連しますので、下記（VI-8, L32 へのコメントに対する【対応】）をご参照
28 ください。

29

30 VI-8, L32：「6 価 Cr は大気中の有機物等と反応しやすいことから、輸送される間に 3 価 Cr に還
31 元されると仮定した」という部分は、II-9, L19 に「6 価から 3 価への還元を考慮しない」という
32 記述があるため、若干違和感があります（考慮している空間スケールが違うためということは理
33 解できますが）。II 章にもあるように、6 価 Cr の半減期を計算に取り入れることは困難であり、あ
34 えて還元反応を取り入れないことでより安全サイドに立ったリスク評価を行うという方針は妥当
35 なものと思われしますので、ここでは、例えば計算対象領域外から流入する 6 価 Cr の濃度に対して

1 領域内で発生する 6 価 Cr による濃度が十分に高いことを示すことは出来ないでしょうか。

2 **【対応】** ありがとうございます。ご指摘に従い、計算範囲内の発生源の寄与が十分に大きいこと
3 を示す一方で、計算範囲外にある発生源については、その発生源からの排出量が十分に
4 小さいため、濃度としてはゼロとみなす、という方針に変更しました。具体的には、対
5 象とした各計算範囲について以下の検討を行いました。まず、計算範囲内にめっき工場、
6 一般廃棄物焼却炉、セメント工場、耐火れんが工場、石炭火力発電所が計算範囲内およ
7 び計算範囲の周辺にあるかを確認しました。計算範囲内にある場合は排出量が小さい場
8 合でもその排出量をモデルの入力値とするものとししました。すなわち、外部レビュー版
9 にありました「排出量が 10 kg/year 以上か未満か」で区分する、という方法は採用しな
10 いものとししました。周南地域を除くセメント工場、耐火れんが工場、石炭火力発電所に
11 ついては計算範囲内にはなく、また計算範囲外であってもごく近傍（5 km 以内）にはな
12 いことが確認されました。かつ、これらの排出量はいずれも全国の合計値としては一般
13 廃棄物焼却炉と比較すると 2～3 桁小さいものです。これらのことから、計算範囲内にお
14 ける大気中濃度への寄与は無視できると考えることは妥当と判断しました。めっき工場
15 については、東京地区および大阪地区の中でも中小規模のものが密集している地域を選
16 定、計算範囲外に存在する工場からの排出量も入力値とすることにより、推定濃度を過
17 小に見積もることは回避できていると考えております。

18
19 VI-9, L21：計算範囲が文中では 5 km、表中では 3 km となっています。また、他の地域に比べて
20 計算範囲が狭くなっているのはどのような理由があるのでしょうか。地域によって若干の差が出
21 るのは問題ないと思いますが、範囲選択の理由は明示したほうがよいと思います。

22 **【対応】** まず、文中での記述は「3 km」のミスでしたので修正いたしました。ご指摘をふまえて、
23 範囲選択の理由を第 VI 章 2.1.1 項に追記いたしました。範囲選択の基準は評価者の裁量
24 に任せられていると理解しておりますが、着目している発生源と実測地点が両方含まれ
25 ることが最低条件です。東京地区、大阪地区の場合は発生源であるめっき工場が点在し
26 ていることを考慮したため 10 km 以上四方となりました。周南地区、今治地区の場合は、
27 着目している発生源と実測地点は近いので、範囲を非常に狭く設定することも可能では
28 ありましたが、周辺住民の暴露を考えるために住宅が存在する地域も範囲に加えました。
29 なお一般には、広域になると計算点の間隔が広くなりすぎて不適切であること、発生源
30 近傍の METI-LIS モデルの特徴が生かせないことから、経験的に最大で 5 km 四方が適当
31 な METI-LIS モデルの計算範囲と考えております。

32
33 VI-10, L13：聞き取り調査は誰に対して行ったのでしょうか、また、その内容が良くわかりませ
34 ん。L14 以降の記述は大気中濃度の分布とはあまり関係が無いように思われます。

35 **【対応】** 聞き取り調査は日本化学工業（株）の担当者に対して行ったものです。また、表記が不

1 明瞭であるため、大気中濃度の分布と関係のない情報であると読み取られたものと思
2 います。ご指摘をふまえて公表版では「実測時（2006年8月）の排出量が METI-LIS モデ
3 ルの入力値として用いた値と大きく異なっている可能性がないか、日本化学工業（株）
4 の担当者に聞き取り調査を行ったが、実測を行った2006年夏期に実際に排出されていた
5 量がモデルの入力値（2005年度のPRTR届出排出量）とほぼ同等と考えられる（日本化
6 学工業（株）2007）ということであった。」と修正いたしました。

7
8 VI-18, L5：東京地区、大阪地区の工場近傍における濃度が 6.4 ng/m^3 と同レベルになる（場合が
9 ある）という意味かと思いますが、図 VI-3 の説明では最大濃度は 0.7 ng/m^3 となっており、同レ
10 ベルというには差が大きいように感じられます。

11 【対応】外部レビュー版においては、最大濃度が METI-LIS モデルの計算点における濃度の最大
12 値であり、工場近傍濃度は METI-LIS モデルで推定した値ではないということが明確に
13 述べられておらず、不適切な記述でした。しかしながら、工場近傍濃度はある特定の条
14 件における測定値であり、年平均値のモデル推定値と比較することによりあまり意味がない
15 と判断し、公表版においてはご指摘の箇所を削除するものとししました。

16
17 VI-18, L14：今治の計算対象範囲が記述されていません。また、発生源と実測地点の関係が分か
18 るような図があったほうがよいと思います。

19 【対応】コメントありがとうございます。外部レビュー版では不確実な推定結果を公表すること
20 を避ける方針でこのようにさせていただいたのですが、公表版ではご指摘に従い、計算
21 対象範囲と推定結果の図を示し、この結果の不確実性および結果の解釈における注意点
22 について明記するものとししました。

23 24 5. VIII 章

25 VIII-39, L16：土壤中の6価Crは沈着後10年間価数変化しない（と仮定する）という意味に取れ
26 ますが、一方、VIII-42では土壤中での6価から3価への還元をモデルに取り込んでいます。VIII-39
27 の記述に工夫が必要ではないでしょうか。

28 【対応】ご指摘ありがとうございました。「10年間その形態が維持するものとして」の部分は記
29 載ミスでしたので公表版では削除いたしました。

30
31 VIII-41, L8：2003年の気象データを使用してモデル計算を行っていますが、排出量の推計対象が
32 2004年であること、他の長期平均の計算（VI章）も2004年について行っていることから、ここ
33 でも2004年を対象にするか、もしくは2003年を用いた理由を記載すべきだと考えます。

34 【対応】ご指摘をふまえて、2004年度の値で推算し、数値および記述を修正いたしました。

1 VIII-44, L1: ここで示される沈着速度は, METI-LIS を用いているため, 乾性沈着のみを考慮し
2 ているという理解で正しいでしょうか. この点について説明を加える必要があると思います. ま
3 た, 湿性沈着を考慮した場合と沈着速度やその分布がどの程度違うか, 議論する必要はないでし
4 ょうか.

5 【対応】ご指摘のとおり METI-LIS モデルを用いているため, 乾性沈着のみを考慮しております.
6 外部レビュー版では湿性沈着に対する考察がなされておりましたので, 公表版に
7 においては 6 価 Cr の湿性沈着量の推定結果および考察を以下のように追記いたしました
8 (公表版第 VIII 章 3.3.3 項参照). 「6 価 Cr の湿性沈着量については, 6 価 Cr の洗浄比が
9 得られていないため非常に不確実ではあるが以下のように計算した. ここで,

10 湿性沈着量[mg/m²/year]=

11
$$\text{(大気中濃度[ng/m}^3\text{)} \times 10^{-3}) \times \text{洗浄比[-]} \times \text{(降水量[mm/year]} \times 10^{-3})$$

12 の関係を用い, また, 計算には Sakata *et al.* (2006) の報告している湿性沈着量, および
13 Kieber *et al.* (2002) の報告している雨水中の Cr 全量に対する 6 価 Cr の比率を用いた.
14 Sakata *et al.* (2006) より日本の湿性沈着量は 0.264 mg/m²/year である. これより, 大気中
15 T-Cr 濃度を 10 ng/m³ (第 V 章第 1 節の有害大気汚染物質モニタリングの結果を考慮し,
16 区切りのよい数値を選定), および降水量を 1,600 mm/year (気象庁 HP. 日本の平均的な
17 値として) とすると, 洗浄比は 17,000 (体積基準) と計算される. また Kieber *et al.* (2002)
18 は, 雨水中の Cr 全量に対する 6 価 Cr の比率を 30%と求めている. これらの数値が本解
19 析における事例にも当てはまると仮定し, めっき工場周辺における大気中 6 価 Cr 濃度の
20 最大レベル (年平均値) を, 第 VI 章図 VI.4, 図 VI.5 に示す結果より 1 ng/m³とすれば,
21 6 価 Cr の湿性沈着量は 0.006 mg/m²/year と計算される. これは, モデルめっき工場周辺
22 の乾性沈着量の最大値 (0.38 mg/m²/year. 2004 年の大阪における値) の 1/20 以下となり,
23 乾性沈着量に比べて無視できると判断した.]

24 このように, 湿性沈着は無視できると判断したため, 湿性沈着量の分布に関しても議論
25 は行っておりません.

26

27 VIII-49, L8: 全章を精読していないので見落としているかもしれませんが, 「土壌水中および土壌
28 に吸着した 6 価 Cr のみが生物に影響を与える画分」と考え得る根拠を記載したほうがよいと思
29 います. クロム酸鉛自体も急性毒性や変異原性が指摘されている物質ですが, ここ (および VIII-49,
30 L4) の記述では毒性が低いあるいは無いように読み取れます.

31 【対応】クロム酸鉛の毒性が発現するメカニズムは必ずしも明らかになっているとはいえませんが,
32 金属の水生生物や土壌生物の暴露 (もしくは, 生物体内への取り込み) を考える場合,
33 溶存態で存在している量を見積もることが重要と考えられております. 本評価書では生
34 物体内へ取り込まれる形態に関して他で言及しておらず, わかりにくい構成であったと
35 思います. 不足していた上記の説明を, 参考文献とともに公表版 3.3.4 項に追記いたしま

1 した。ちなみに、クロム酸鉛の急性毒性や変異原性は主として粉じんなどを多量に吸入
2 する時に問題になると考えます。

3
4 6. その他、軽微な事項

5 IV-1, L31：使用石炭火力発電所 → 石炭火力発電所 または 石炭を使用する火力発電所

6 【対応】 ご指摘のとおり、修正いたしました。

7
8 IV-8, L19, 20：表 II-2, 表 II-5 → 表 IV-2, 表 IV-5

9 【対応】 ご指摘のとおり、誤記でしたので修正いたしました。

10
11 IV-20 水域への排出量

12 「検出下限」と「定量下限」の用法が文中と図で混乱しているように見受けられます。

13 【対応】 外部レビュー版では2箇所について、「定量下限」とすべきところが「検出下限」と誤っ
14 て書かれていました。公表版では修正いたしました。

15
16 IV-21, L15：表 IV-9 に単位の説明がありません。

17 【対応】 単位が抜け落ちていましたので追記いたしました。

18
19 IV-29, L27：第 II 章 2.3.4 項 → 第 II 章 2.2.4 項ではないでしょうか。

20 【対応】 ご指摘のとおり、誤記でしたので修正いたしました。

21
22 VIII-39, L2：段落の最初と最後で文意が重複しているように思われます。

23 【対応】 ご指摘のとおりです。重複部分を削除し、記述を修正いたしました。

24
25 VIII-40, L9：第 IV 章 3.3.2 項 → 第 IV 章 3.2.2 項ではないでしょうか。

26 【対応】 ご指摘のとおり、誤記でしたので修正いたしました。

27

1 三森国敏レビューアの意見書と筆者らの対応（対象：有害性評価）

2
3 1. ヒト健康リスクを評価するための基準値（NOAEL など）の妥当性.

4 非発がん影響及び発がん影響の各エンドポイントについて、ASTDR、EPA の判断基準を元に設
5 定されている。これらの機関において比較的詳細な検討がなされており、本邦においては十分な
6 疫学データがないことから、妥当な基準値設定であると考えられる。また Cr(III)化合物の経口暴
7 露における非発がん影響についても、試験成績に整合性が認められないことや、本化合物が必須
8 元素であることなどを考慮し、一日摂取基準量をリスク判定基準としたのは現実的な対応である
9 う。

10
11 2. 上記基準値（NOAEL など）を特定する論理の妥当性.

12 妥当である。

13
14 3. 上記論理を構成する有害性発現メカニズムに関する見解の妥当性.

15 発がん影響については、疫学データからヒトに対する発がん性が明確である。遺伝毒性の有無
16 については明確ではないものの、代謝過程においてフリーラジカルを生成することが示唆されて
17 いることから、酸化的 DNA 損傷による遺伝毒性発現も否定できない。従って現時点では、本化合
18 物を遺伝毒性発がん物質と見做して評価せざるを得ないだろう。

19
20 4. 上記論理を構成する有害性データの選択の妥当性.

21 経口暴露の非発がん性有害影響に対する基準値の選択過程に不明確な点がある。RIVM により
22 算出された TDI の設定根拠となる酢酸クロムの飲水投与試験（V-44 頁，16 行目）について、試験
23 概要の記載がない。少なくとも NOAEL 以上の用量においてどのような毒性所見が得られていた
24 のか記載すべきであろう。また、「ATSDR の記述を引用し…」（V-44 頁，16 行目）とあるが、本
25 評価書では経口暴露に関する ATSDR の記載がないことから、引用した経緯が不明確である。

26 【対応】 根拠となりました Schroeder *et al.* (1965) の試験の引用が抜けていましたので、追記しま
27 した。また、この試験での観察結果も簡単に追記しました。

28
29 5. 用語の妥当性.

30 V-30, L13: 「亜慢性暴露から慢性暴露の…」は、「短期反復投与試験から反復投与試験の…」など
31 とすべきである。

32 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました。

33
34 V-37, L8: 「腎損傷」は、この場合「腎障害」とすべきである。

35 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました。

1
2 V-42, L6 : 「中期板」は, 「分裂中期」とすべきである.
3 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました.
4
5 V-43, L3 : 「前胃の腺がん」は, 「腺がん」とすべきである.
6 【対応】 腺がんを扁平上皮がんと訂正し, 前胃は残しました.
7
8 6. その他コメント
9 V-3, L31 : 「鼻粘膜の発赤以上に重篤な症状」は, 「鼻粘膜の発赤に加え, さらに重篤な症状」と
10 すべきである.
11 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました.
12
13 V-19, 表 V-4 : 暴露区分 8+^aについて, a に対する注釈がない.
14 【対応】 注釈 a は, US EPA (1998a) が Mancuso (1975) を基に発がんポテンシーを算出した (3.2.2
15 項) 際に, 暴露の範囲が不明であるために除外されたデータであることを示すものでし
16 た. なお公表版では, 2.7.1 項 (1) Mancuso & Hueper (1951), Mancuso (1975, 1997a)
17 の記述の修正を行い, ご指摘の表 V-4 「年齢区分別の肺がん死亡率と総 Cr への暴露区分」
18 を削除し, 「肺がん死亡率と総 Cr への暴露区分」の表 (表 III.4) を掲載しております.
19
20 V-30, L19 : (U.S. EAP, …) → (U.S. EPA, …)
21 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました.
22
23 V-34, L31 : 1 μg-Cr(VI)/m³のへの → 1 μg-Cr(VI)/m³の
24 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました.
25
26 V-36, 表 V-10 : Sprague-Dawle (改行) y → Sprague-Dawley とするか, Sprague-以降を改行すべき
27 である.
28 【対応】 ご指摘の Sprague-Dawley は SD と表記することとしました.
29
30 V-37, 表 V-11 : 雄 Wistear → 雄 Wistar
31 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました.
32
33 V-37, 脚注 : 「コンカナバリン A はリンパ球を,」 → 「コンカナバリン A は T リンパ球を,」
34 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました.
35

1 V-48, L9, 10 : 「各組織中 Cr」の各組織とはいずれの組織であるか？ また 10 行目の「肺の各組
2 織での濃度」として括弧に記載のある各濃度値は肺組織中濃度のことを指すのか？

3 【対応】 あいまいな表現を避け、「各組織中 Cr」を「肺, 肝臓, 腎臓, 精巣などの組織中 Cr」と
4 改めました. また, これに伴い, 後段の文も修正しました.

5

6 V-51, L16 : 「現実的な濃度」とは何を指すのか？

7 【対応】 「生体内でアスコルビン酸が存在しうる現実的な濃度 (2.5~20 $\mu\text{g}/\text{mL}$)」と修正しました.

8

9 V-52, L16 : 「ゆっくりで」とは科学的表現として不適切である.

10 【対応】 「緩慢」に修正しました.

11

12 V-57, L12 : ユニットリスクについて

13 ユニットリスクの内, $7.6 \times 10^2 (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ については, 本評価書において算出したものであり, カ
14 ナダ政府により算出されたものではないので, 「…導出されている.」との表現は不適切である.

15 【対応】 ご指摘のとおり, 誤解を与える可能性がありますので関連する文章と表の脚注を修正し
16 ました.

17

18 V-57, L27 : $9.8 \times 10^{-32} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ は, $9.8 \times 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ ではないか？

19 【対応】 ご指摘のとおり訂正しました.

20

1 吉岡義正レビュアーの意見書と筆者らの対応（対象：生態リスク評価）

2

3 全体：

4 全体的に統一されたフォーマットに従い、必要なデータを明示して論議している点から評価書
5 として良好である。不足するデータに対して、可能な限り合理的に説明しようとする態度は、好
6 感が持てる。

7 【対応】ありがとうございます。

8

9 全体：評価の方法について

10 生態リスク評価に当たって、「6 価 Cr については、慢性毒性データが十分な数得られたため種
11 の感受性分布を作成した。3 価 Cr については最も感受性の高い種の NOEC を採用し、暴露マージ
12 ン (MOE) を計算してリスク判定を行なう方法を採用した。」(VIII-51.L5)
13 について

14 感受性分布と最も低い NOEC 値を採用することは、PNEC の算出を意味する。一方、MOE は、
15 判定基準の比較用に作成されるものである。PEC/PNEC の観点で整理すると 2 つの方法は同一の
16 観点、同一の基準によって判定することができるのに、あたかも異なる判定法を用いているよう
17 に書かれている。感受性分布からの HC₅ は UF = 1, MOE の場合は UF = 10 を基準に用いることは
18 かえって判りづらくしているように思われる。前者は PNEC = HC₅ 後者は PNEC = NOEC/10, 判定
19 基準は共に 1 とすればよいと思われる。

20 【対応】ありがとうございます。ご指摘をふまえて、水生生物のリスク判定方法はハザード比法
21 に統一するものとし、6 価 Cr, 3 価 Cr とともに PNEC を算出して判定いたしました。なお、
22 6 価 Cr に関しては EU-TGD に則りアセスメント係数 (AF) を検討し、AF = 1 としました。
23 この決定方法については公表版第 VIII 章 2.3.1 項に記述しました。

24

25 全体：記述の文は、それぞれに好みがあって一概には言えないが、受身形の記述は好ましいとは思
26 えない。特に評価の段階では、「——とした。」と書くべきであろう。例示すれば、

27 「指標生物としてはミミズが選定された。」(P51.L25) → 「指標生物としてミミズを選定した。」
28 即ち、主体（主語）が自分たちであり、意志をもって、確定したことを明瞭にすべきである。そ
29 のために、能動態を用いるとよいと思われる。

30 【対応】ご指摘のとおりと考えます。判断が伴う部分は能動態で記述するよう修正いたしました。

31

32 全体：引用の場合は、「としている」のように引用であることを明瞭にする。

33 例：VIII-2, L25：挙げられた。 → 挙げている。

34 【対応】ご指摘をふまえて、引用である場合は引用箇所が明確になるよう全体を修正いたしまし
35 た。

1
2 全体：毒性の値を示すのに「大小」と「高低」の使い分けを明瞭にして欲しい。毒性値（LC₅₀）
3 が大きい場合には毒性は低いため。
4 【対応】 ご指摘のとおり，誤記でしたので修正いたしました。
5
6 全体：文をコンパクトに成形するよう努力してほしい。最初に述べたように，文章には好みがあ
7 るが，こなれていないように感じる。
8 例示は，VIII-3, L15 から，
9 「ニセネコゼミジンコ *C. dubia* の繁殖阻害 NOEC の 0.0047 mg/L からメダカ *Oryzias latipes* の致死
10 NOEC およびグッピー *Poecilia reticulata* の致死／成長阻害 NOEC の 3.5 mg/L までの範囲にある。」
11 → 「NOEC は，0.0047 mg/L（ニセネコゼミジンコ *C. dubia* の繁殖阻害）から 3.5 mg/L（メダカ
12 *Oryzias latipes* の致死およびグッピー *Poecilia reticulata* の致死／成長阻害）まで広範囲に分布す
13 る。」
14 【対応】 ご指摘をふまえて全体を見直し，修正いたしました。
15
16 全体：以下に，いくつかの部分について，誤りと思われる部分を含めて，参考のための修正案を
17 提示する。文体等の修正部分は代表としてとらえていただきたい。
18 VIII-1, L8：6 価 Cr 濃度および 6 価 Cr 濃度の → 6 価 Cr 濃度および 3 価 Cr 濃度の
19 【対応】 ご指摘のとおり，誤記でしたので修正いたしました。
20
21 VIII-1, L20：毒性影響があるとしており → 毒性影響を受けるとしており（主語と関連づける）
22 【対応】 ご指摘のとおり修正いたしました。
23
24 VIII-1, L23：明確にするようなデータはない。 → 明確にするようなデータはないとしている。
25 【対応】 ご指摘のとおり修正いたしました。
26
27 VIII-2, L13：その結果， → これらの結果，
28 【対応】 ご指摘のとおり修正いたしました。
29
30 VIII-2, L21-22：改行+1。（上段は三価クロム，下段は三価，六価すべてについて）
31 【対応】 ご指摘のとおりです。なお，公表版では紙面の都合上，「改行+1」はすべて「改行」とな
32 っております。
33
34 VIII-3, L1：優先的に行なうことが望まれている。 → 優先的に行なうことを望んでいる。
35 【対応】 表記を変更いたしました。

1
2 VIII-3, L24 : 表現することができる. 種の感受性分布を用いた生態リスク評価手法は → 表現す
3 る. 本手法は
4 【対応】 ご指摘をふまえて修正いたしました.
5
6 VIII-3, L26 : 26 種の感受性分布が対数正規分布になると仮定し, HC_5 の中央値 $10.2 \mu\text{g/L}$ に不確
7 実性係数 3 を適用して導出された PNEC 値 $3.4 \mu\text{g/L}$ を導出した. 評価書内では,
8 → 26 種の感受性が対数正規分布すると仮定して HC_5 の中央値 $10.2 \mu\text{g/L}$ を求め, これに不確実性
9 係数 3 を適用して PNEC 値を $3.4 \mu\text{g/L}$ とした. 評価書は,
10 なお, 評価書と書いてある場合と本書と書かれている場合があるので, 統一されたい.
11 【対応】 ご指摘をふまえて修正いたしました. なお「評価書」, 「本書」などの表記ですが, 筆者
12 らの詳細リスク評価書を指す場合は「本評価書」と表記を統一し, 各機関のリスク評価
13 書を指す場合はそれが明示されるよう表記を修正いたしました.
14
15 VIII-4, L14 : リスク判定で考慮している. → リスク判定に用いている.
16 【対応】 ご指摘のとおり修正いたしました.
17
18 VIII-4, L16 : 二次汚染リスク → 二次汚染レベルの推定 (餌内の濃度を決定するのは暴露であり
19 リスクでない)
20 【対応】 ご指摘をふまえて 2箇所修正いたしました.
21
22 VIII-4, L19 : そのため, → 不要 (つながりが判らない)
23 【対応】 ご指摘のとおり修正いたしました.
24
25 VIII-4, L24 : C_{local} → C_{local} ではないか
26 【対応】 EU (2005) の表記方法に従い, 下付きにはしないものとしました. したがって修正はし
27 ておりません.
28
29 VIII-4, L27 : それらの値と → C_{local} 値と (何を指すか明確に)
30 【対応】 ご指摘のとおり修正いたしました.
31
32 VIII-4, L34 : $C_{\text{local}}/\text{PNEC}$ 比が 1 以下 → $C_{\text{local}}/\text{PNEC}$ 比が 1 未満?
33 【対応】 「 $C_{\text{local}}/\text{PNEC}$ 比が 1 未満」と修正いたしました.
34
35 VIII-4, L36~ : EU のリスク評価の結論は表形式がわかりやすいと思われる. 環境媒体毎の判定

1 は表にしてはどうか。

2 【対応】 ご指摘のとおりと考えますので、結論を表形式で示すよう修正いたしました。

3

4 VIII-6, L10: 代謝に機能する. → 代謝に関与する.

5 【対応】 ご指摘のとおり修正いたしました。

6

7 VIII-6, L12: 生物摂取可能性とは、具体的に何を意味するか。吸収効率の高さのことか？

8 【対応】 生物摂取可能性は「バイオアベイラビリティ」を訳した語として記しました。吸収効
9 率のみならず、例えば鰓における透過性なども含む広い概念として用いました。ご指摘
10 をふまえて、ここでは「生物への取り込まれやすさ」と表記することにし、前後の表記
11 を修正いたしました。

12

13 VIII-6, L18: 「スクリーニング評価には、種の感受性分布を用いる方法または暴露マージン (MOE)
14 を用いる方法を採用する。」について。またはで結べる並立した概念ではない。

15 【対応】 上記の「全体：評価の方法について」においていただいたコメントと併せ、記述を修正
16 いたしました。

17

18 VIII-9, L9, VIII-15, L2: 急性毒性試験データ（個々の種における半数致死濃度 LC_{50} ）の最小値
19 を → 急性毒性試験データ（生物種毎の最も低い半数致死濃度 LC_{50} ）

20 【対応】 編集の都合上、急性毒性試験データは別表とすることにしましたが、ご指摘をふまえて
21 表タイトルを変更しました。

22

23 VIII-11, L3, VIII-12, L11 など: 半止水（24 時間新規） → 半止水（24 時間毎に換水）。以下同
24 じ。

25 【対応】 ご指摘のとおり修正いたしました。

26

27 VIII-20, L18: EU リスク評価書で用いている 26 種のうち、軟体動物と昆虫の代表は 1 種類しか
28 なく、について。EU は、各分類群に 10 種を要求しているか？

29 【対応】 コメントは、「EU リスク評価書のテクニカルガイドライン (EU-TGD) では種の感受性
30 分布を使用するに当たり、8 分類群から 10 種以上のデータを必須としている」の部分に
31 対するものと推察されます。EU は、各分類群に 10 種を要求しているわけではありませ
32 ん。ご指摘の箇所は誤記でしたので公表版第 VIII 章 1.3 項において以下の説明を補足し
33 ました。「少なくとも EU-TGD が推奨している 8 分類群（魚類、甲殻類、昆虫、藻類、
34 高等植物など）を含み、かつ少なくとも計 10 種を含んでいるデータセットにより描いた
35 種の感受性分布から得られた NOEC の場合、不確実性係数は 1~5 が適当としている」。

1
2 VIII-21, L3 : ここで 3 価 Cr のみ硬度補正を考えているのは, → US.EPA が 3 価 Cr のみ硬度補
3 正を策定したのは, ?

4 【対応】 ご指摘をふまえて修正いたしました。
5

6 VIII-21, L4~ : 「本評価書でレビューを行なった~データセットの値をそのまま用いた。」の部分
7 について。

8 → 硬度を変えた飼育水を用い同一生物・同一試験条件下で行われた 6 価 Cr の急性毒性データは,
9 Persoone *et al.* (1989) によるオオミジンコ *D. magna*, Pickering & Henderson (1966) によるフ
10 アットヘッドミノール *P. promelas* およびブルーギル *L. macrochirus* がある。これらのデータから
11 毒性—硬度の関係を求めると, その傾きはそれぞれ 1.5092 (n=5), 0.1519 (n=2), 0.0414 (n=2)
12 と値が一定せず, 3 価 Cr のような補正式は導出できなかった。そこで, 本評価書では硬度が
13 100 以下と明記されている慢性毒性 NOEC データを抽出して, 感受性分布を作成した (表
14 VIII-10 (iii) 参照)。なお, 藻類の毒性が硬度と関連するとの報告はなかったことから, 藻類
15 についてはデータセットの値をそのまま用いた。

16 【対応】 ご指摘をふまえて記述を修正いたしました。
17

18 VIII-21, L19 : 有意差 5% で対数正規性は否定されなかった。 → 危険率 5% で対数正規性に有意
19 差が認められなかった。

20 【対応】 「危険率 5% で対数正規性は否定されなかった」と修正いたしました。
21

22 VIII-23, L9 : 注) 緑藻 *Chlamydomonas* sp. および藍藻 *Lyngbya* sp. (Cairns Jr. ら 1978) に関しては,
23 試験が長期間に及ぶことから, PNEC 算定には含めなかった。

24 → 上記 2 種の期間は 10, 18 日である。他の生物と比較すると特段に長い観察期間ではない。こ
25 れによって結論が大きく異なるとは思わないが。

26 【対応】 藻類の試験としては長い観察期間であるという EU (2005) の判断をふまえ, 筆者らもそ
27 れに従いました。
28

29 VIII-24 : 図は分布の正規性を確認するための提示と思われるが, X 軸スケールを統一するとその
30 分布の差が明瞭となると思われる。

31 【対応】 ご指摘をふまえて図を修正いたしました。
32

33 VIII-25, L13 : 検出, 定量 → 検出・定量 (既出では後者)

34 【対応】 ご指摘をふまえて修正いたしました。
35

1 VIII-25, L14:「河川水中の6価Cr濃度は、公共用水域モニタリングにより全国4,000箇所以上で
2 測定されており、5 $\mu\text{g/L}$ 未満がほとんどである。」について、検出限界が5 $\mu\text{g/L}$ を上回る地点が多
3 く、未検出を5 $\mu\text{g/L}$ 未満とするのは問題がある。

4 【対応】不適切な記述でしたので、公表版では「河川水中の6価Cr濃度は、公共用水域モニタリ
5 ングにより全国4,000箇所以上で測定されており、「不検出」であるものがほとんどであ
6 る。なお、同モニタリングの検出下限値は最大で50 $\mu\text{g/L}$ 、最小で5 $\mu\text{g/L}$ である。」と修
7 正いたしました。

8

9 VIII-26, L18:「また、その一方でモデル河川における設定条件～には常に不確実性が伴うため
10 ある。」について。

11 → またモデル河川における条件設定（排出量、還元速度定数等の選定や見積もり）には常に不確
12 実性が伴うためである。

13 【対応】ご指摘をふまえて修正いたしました。

14

15 VIII-30, L1: しかいない。 → のみである。

16 【対応】ご指摘のとおり修正いたしました。

17

18 VIII-30, L17:「公共用水域モニタリングの～原因および負荷低減への課題を考察した。」について。

19 → 公共用水域モニタリングの検出地点における最大値はいずれも5 $\mu\text{g/L}$ 以上で、HC₅ (4.3 $\mu\text{g/L}$)
20 よりも高いため、検出頻度の高い測定地点について原因および負荷低減への課題を考察した。

21 【対応】ご指摘をふまえて修正いたしました。

22

23 VIII-30, L22: 検出されたのは1～5回であった。 → 検出されたのは1～5回/年であった。 ?

24 【対応】前後のつながりから判断して、外部レビュー版の文章で適切と判断し、修正は行いま
25 せませんでした。

26

27 VIII-30, L30: ある程度のCr濃度の低下が予想される。 → Cr濃度の低下を期待できる。

28 【対応】ご指摘のとおり修正いたしました。

29

30 VIII-30, L24:「なお、通常、3価Crは水に溶けにくい形態での利用が多く、欧陽ら(1998)も指
31 摘しているように、懸濁態への吸着を経て最終的に沈殿するものと推定される。」について、底生
32 生物を無視しているのではないか。

33 【対応】ご指摘のとおり、底生生物への暴露についての記述が不足しておりました。公表版第VIII
34 章2.3.2項を以下のとおり加筆修正いたしました。「通常、3価Crは水に溶けにくい化合
35 物としての利用が多い。定量された13 $\mu\text{g/L}$ のうちどの程度が生物に取り込まれやすい

1 溶存態で存在しているかは不明ながらも、3 価 Cr の水溶解度が小さいことを考慮すると、
2 水生生物、底生生物ともに生物に取り込まれる割合は小さいと考えられる。」

3
4 VIII-31, L16～：「3 価 Cr に関しては～日本の河川、湖沼における 3 価 Cr の水生生物へのリスク
5 の懸念は小さいと判断する。」の部分について。

6 → 3 価 Cr に関しては、47 地点の最大値と NOEC を比較して、定性的なリスク評価を行った。MOE
7 が 10（室内実験の結果を野外に適用する際の不確実性係数 10）を下回った地点は、愛知県日
8 光川の日光橋（13 μg/L）の 1 地点のみであった。その割合は 2%強（1/47）に過ぎず、47 地点
9 の代表性は不明ながらも、日本の河川、湖沼における 3 価 Cr の水生生物へのリスクの懸念は
10 小さいと判断する。

11 【対応】当該箇所はご指摘を参考に「3 価 Cr に関しては実測値と PNEC を比較してリスク判定を
12 行った。実測値が最大となった地点は、愛知県日光川の日光橋（13 μg/L）であり、この
13 地点のみ 3 価 Cr 濃度が PNEC を上回った。その割合は 2%強（1/47）に過ぎず、47 地点
14 の代表性は不明ながらも、日本の河川、湖沼における 3 価 Cr の水生生物へのリスクの懸
15 念は小さいと判断する。」と修正いたしました。

16
17 VIII-32, L34：最近の文献も精査している。 → 最近の文献も精査した。

18 【対応】ご指摘のとおり修正いたしました。

19
20 VIII-33, L32：このような耐性は地上部の Cr 含有率と Cr 含有率耐性に関係している → 意味不明

21 【対応】原典では「耐性は地上部の Cr 含有率と高 Cr 含有率耐性に関係している」と記述されて
22 おり、ご指摘の点は誤記であったために意味が通らなくなっておりました。しかしなが
23 ら、公表版からは「このような耐性は地上部の Cr 含有率と Cr 含有率耐性に関係してい
24 る」という耐性のメカニズムに言及した記述は、省略する方が前後の文脈がとらえやす
25 いと判断し、削除いたしました。

26
27 VIII-35, L17：通常 of 土壌動物試験よりも → 通常とはどの試験法を指すか。OECD TG では土
28 壌を交換する。

29 【対応】通常 of 試験方法とは OECD の化学物質試験ガイドライン（OECD-TG）の No. 222（ミミ
30 ズ生殖試験）のことを指します。説明が不足しておりましたので、公表版第 VIII 章 3.1.2
31 項を「OECD テストガイドライン（OECD-TG）No. 222（ミミズ生殖試験）（OECD 2004）
32 による方法よりも 6 価 Cr が土壌中で還元される影響を小さくしている」と修正いたしま
33 した。なお、OECD-TG No. 222 には「暴露濃度が試験期間を通して初期濃度に保たれて
34 いるとは仮定できない」とありますので、土壌を交換してはいないようです。

35

1 VIII-35, 37, 表：これらの表にある影響濃度は、実測されたものか、名目（追加化学物質質量から
2 計算）のものか。自然界中に数 10 mg/kg 存在するなら、場合によっては二十日大根の栽培等に影
3 響が出ていると考えられる。これは、増分のみによって影響を評価しようとする 것과大きく関
4 係する。なお、私は、「増分のみで評価してよい」とは思わない。

5 【対応】影響濃度が実測（すなわち、供試土壌中に含まれていたものと添加したものの和）か、
6 名目（すなわち、添加した量のみ）かについて、引用されている文献には全て影響濃度
7 は添加した量として示されており、このことを公表版第 VIII 章 3.1.1 項および 3.1.2
8 項に「これらの表に示した影響濃度は、土壌に添加した Cr 化合物の濃度である」と追記
9 いたしました。また、本評価書では「増分のみで評価してよい」としました。その
10 理由は Cr のようにどのような土壌にも含まれている元素のリスク評価では、産業活動な
11 どもに起因する排出の増分のみを推定し、その影響を定量化することが評価の第一歩と認
12 識しているためです。この増分を NOEC と比較することに関してはさらに議論を進めな
13 ければならないとは思いますが、バックグラウンド濃度の設定が困難である場合、この
14 考え方は有効だと考えております。なお、EU ではこのような方法を“追加リスク”アプ
15 ローチと名づけて取り入れており（公表版第 I 章 6.6 項）、諸外国でも合意が得られてい
16 ると判断しました。ちなみに、EU は「土壌に天然に賦存する Cr は、通常土壌生物には
17 ほとんど摂取されない。したがって、毒性試験における土壌中のバックグラウンドの影
18 響は無視できると考えてよい（EU 2005）」としています（公表版第 VIII 章 3.1 項）。

19
20 VIII-38, L4-14：学問的にいえば、非常に問題がある NOEC 算出法である。表 VIII-18 のデータか
21 ら、LC₁₀ を求めるのは無謀といえる。この点は強調する必要がある。また、3 点の測定値（濃度 0
22 は対照である）から 1 点を除くと 2 点しかない。3 点のプロビット解析はどのように行われたか
23 検証が必要。

24 【対応】ご指摘のとおり、3 点のプロビット解析は事実上自由度 0 であり、用量-反応曲線を推定
25 しているとはいいがたい解析であると筆者も認識しております。ただし、用量-反応関係
26 の見られるデータは Abbasi & Soni (1983) 以外に存在せず、このデータセットを用いざ
27 るを得ませんでした。また、濃度 10 mg/kg の時のデータを除外することにより NOEC を
28 見積もることは、そのデータを含めて用量-反応曲線を描いた場合よりも NOEC の値が
29 低くなります。したがって、より安全側の評価を行うことになり合意が得られやすいと
30 判断しました。

31 ご指摘を受けて、公表版第 VIII 章 3.2 項に「3 点のデータ（うち 1 点是对照）では、用
32 量の段階数としては不十分であるが、用量-反応関係の見られるデータは Abbasi & Soni
33 (1983) 以外に存在しないという制約があり、このデータを用いざるを得なかった。信
34 頼できる毒性試験データセットが新たに得られた場合には、上記で得られた LC₁₀ は更新
35 される可能性がある。」と追記いたしました。

1
2 VIII-38, L21:「以上のように 6 価 Cr および 3 価 Cr とともにミミズの毒性値がリスク評価指標とし
3 て採用された。」→ 土壤生物の代表として結果的にミミズを選択したが、植物は無視するのか(6
4 価 Cr で 0.35, 3 価 Cr で 25 がある)。無視するならばその理由が必要である。更に、ミミズが採
5 用されたのではなく、たまたまミミズのデータが最小値を示したので、ミミズの結果を用いたの
6 に過ぎない。もし、トビムシであっても、L22~27 のように、土壤生態への影響を見るのに適切
7 な生物種である理由を探すのか？

8 【対応】 ご指摘ありがとうございました。植物をリスク評価の対象生物としなかった理由につい
9 ては外部レビュー版に記述がありませんでしたので、ご指摘をふまえて公表版 3.1.1 項に
10 追記いたしました。理由は以下のとおりです。まず、植物については、陸生植物毒性試
11 験(表 VIII.13, 表 VIII.14)において農作物のものしか得られませんでした。一方、農業
12 は自然環境を改変して行われるという性質を持つものであるために、農業環境における
13 植物への影響を生態リスク評価の枠組みの中で論じることは不相当と判断され、また、
14 発生源周辺のように現実に 6 価 Cr の汚染が起こっている、また潜在的に起こりうる土壤
15 で農業が営まれる可能性は低いことも考慮しました。これらのことから、対象生物とし
16 ては土壤生物の方がより適当であると判断したためです。

17 次に、リスク評価の対象とする土壤生物の種の選定については以下のように考えました。
18 土壤の生態リスク評価においては、エンドポイントとする、すなわち守りたい生物種の
19 選定の明確な基準が確立されていないと筆者は認識しています。エンドポイントとする
20 生物種の選定には、ある程度評価者の主観が入らざるを得ず、また、利用できるデータ
21 の質や量に依存するのは、現段階ではやむをえないと考えます。本評価書の土壤生態リ
22 スク評価では、データの質や量の面で最も適当であったミミズを指標生物といたしまし
23 ましたが、ご指摘のように、例えばトビムシの方が適している、という考え方がありうるこ
24 とも同意いたします。

25
26 VIII-40, L22: 幅はそれぞれ 1.5 mm および 15 cm とし、路面標示分も考慮して 30 cm 幅に相当す
27 る → 幅が 2 つ出てくるが、判りにくい。こうしたものは図表示が望まれる。

28 【対応】 ご指摘のとおり、わかりにくい表現でしたので公表版 3.3.1 項を以下のように修正いたし
29 ました。「路面標示の塗布の厚みは 1.5 mm とした。塗布の幅は、センターラインが幅 15
30 cm 程度であり、センターライン以外にも使用されることを考慮して、30 cm 相当と推定
31 した。」この修正により図による表示は不要と考え、図の追加は行っておりません。

32
33 VIII-42, L23: 35), は文献番号ですか？

34 【対応】 ご指摘のとおり、文献番号です。書式のミスでしたので修正いたしました。

35

1 VIII-44, L8 : パーセンタイル → %ile? (前半と後半の用語の使い分けの基準が明確でない)

2 【対応】「パーセンタイル」と統一いたしました。

3

4 VIII-50, L5 : 3 価 Cr の土壤中濃度増分 (表 VIII-25) については、一般土壤中の全 Cr 濃度 (前出、
5 20~60 mg/kg) の変動範囲内に十分収まる程度であった

6 → 3 価 Cr の土壤中濃度増分 (95%ile 値で 6.38~0.81mg/kg, 表 VIII-25 参照) は、一般土壤中の
7 全 Cr 濃度 (20~60 mg/kg) の変動範囲のレベルであった。(不親切)

8 【対応】ご指摘のとおり 3 価 Cr の土壤中濃度増分を明示する方が良いと考え、記述を修正いたし
9 ました。

10

11 VIII-50, L6-8 : ここでの結論は、もって回った言い方ながら、自らの試算を無視しているように
12 見受けられる。クロム酸鉛を持ち出しての計算においても、リスク有りと判定されているのであ
13 るから、素直に問題を見つめるべきであると考え。また、試算結果から Cr を用いない塗料の開
14 発などに触れるべきであろう。それが「リスク削減」に書かれているとしても。

15 【対応】ご指摘のとおり、結論は「リスクあり」と判断しましたが、それに対する解釈の記述が
16 不十分でしたので、公表版では以下のように修正しました。「このように 6 価 Cr につい
17 ては、特に路面標示のある道路近傍で土壤生態リスクが懸念されるという結果であり、
18 何らかの対策の導入を検討すべきであると結論する。ただし、6 価 Cr を含有しない路面
19 標示は現在使用されているものよりも高価格であることから (第 IX 章参照)、対策の費
20 用対効果を示し合理的に意思決定する必要がある。そのためには「影響があると判定さ
21 れた土壤生物を保護するとすればどのレベルまで保護したいのか」について市民の合意
22 が形成されている必要があり、それについての議論を行うべきである。」

23 「Cr を用いない塗料の開発」の現状については、第 IX 章で取り上げることとしました。

24

1 米田 稔レビューアーの意見書と筆者らの対応（対象：全体）

2
3 Cr のリスクに関する様々な情報を精力的に収集され、まとめられたことに敬服いたします。特
4 に生態リスクに関する章は、今後の生態リスク評価の方法論確立に寄与するものとも考えられ、
5 学術的にも価値の高いものと考えます。全体を読んで、以下のことについて若干の意見を持ちま
6 した。ご検討頂ければと思います。

7
8 1-1). 一般大衆への 6 価 Cr の曝露経路について吸入摂取によるリスクが主なものになると考
9 えられること、また塗料やメッキ製品など、Cr の一般家庭における使用が考えられることから、
10 第 V 章から第 VII 章においては、室内環境における濃度レベルのサーベイも必要ではないでしょ
11 うか。特に家庭内ダストが Cr の曝露源となっている例なども指摘されていること（例えば、*Environ*
12 *Health Perspect.* 1998 Dec ;106 (12):833-9, The association of chromium in household dust with urinary
13 chromium in residences adjacent to chromate production waste sites., A H Stern , J A Fagliano , J E Savrin ,
14 N C Freeman , P J Liroy), そして道路際における路面標示からの 6 価クロムを含む粒子飛散の可能
15 性が本リスク評価書にも記載されていることから、発生源が家庭内製品の場合ではありませんが、
16 道路際の家庭内ダスト濃度のサーベイとリスク評価も必要となると思われます。

17 【対応】コメントありがとうございます。ご指摘をふまえて、室内環境における 6 価 Cr 濃度レベ
18 ルに関しても文献調査し、公表版第 V 章 1.3 項に追加いたしました。なお室内濃度の測
19 定は米国で行われておりますが、汚染源が特定されている（クロム鉱滓の投棄）地域の
20 測定であり、濃度も一般に見られるものよりかなり高いという特徴があります。したが
21 いまして、日本における暴露評価では当てはまらないと考え、第 VII 章におけるヒト健
22 康リスク評価にはこの情報は反映せず、修正は行わないものとししました。また、道路際
23 における路面標示からの 6 価 Cr の飛散の影響などを評価している研究報告は入手できま
24 せんでした。申し訳ありませんが、ご示唆いただいた *Stern et al.* (1998) の研究論文は家
25 庭のダストにおける Cr 濃度の定量という点では貴重な報告と判断いたしました。Cr
26 全量としての濃度を測定したものです。*Stern et al.* (1998) は「Cr 全量としての暴露量は
27 6 価 Cr の暴露量を反映しているだろう」としているものの、一般的には、Cr 全量の濃度
28 のみでは 6 価 Cr 濃度レベルを推定できないことから、本評価書では引用しないものとし
29 ました。なお、*Stern et al.* (1998) が測定対象としている地域は公表版第 V 章 1.3 項にお
30 いて引用した *Finley et al.* (1993) が測定対象としている地域と同一です。

31
32 1-2). また、経口曝露についても最近、中国からの輸入土鍋の塗料から高濃度の鉛が検出され
33 た例があったことから、Cr についても注意が必要だと思われます。これに関係して、SUS 粉も空
34 気中で強熱すると 6 価 Cr となる可能性があることから、SUS 製の鍋やフライパンなどを空だきし
35 た場合、表面の酸化 Cr の不動態皮膜が酸化されて 6 価となり溶出してくる可能性などについても

1 コメントが可能ならば、記載していただきたいと思います。

2 【対応】ありがとうございます。調査いたしました。そのような可能性を示唆する報告を入手
3 することができませんでした。このことに関連して、ステンレスに含まれる Cr が 6 価
4 Cr に変化する可能性について、アーク溶接現場の事例を示しています(第 IV 章 5.4 項)。
5 文献調査の結果、その発生量は無視できると判断し、一方で職業暴露においても影響が
6 見られたという報告がありません。以上のことから、家庭内で発生する可能性について
7 は特に記述する必要はないと判断し、記載はしていません。

8

9 2. 土壌中に移行した 6 価クロムはすみやかに 3 価クロムに還元されると結論されていますが、
10 これは一般に生態リスクの評価対象となるような還元剤としての有機物がある程度存在する土壌
11 についての実験結果からのみの知見ではないでしょうか。まさ土などからなる市街地土壌や舗装
12 路面上に沈積した砂埃などに付着した 6 価クロムの価数変化がどの程度進むかのデータも必要か
13 と思います。土壌中での 6 価クロムの半減期に関するデータを土壌中有機炭素量との関係から整
14 理する試みも行っていただければと思います。

15 同様に第 II 章「1.2 環境中の移動と分配」の最終段落で Cr が土壌中でほとんど移動しないとい
16 う EPA の実験結果を示されていますが、この場合の試験土壌の性質に関する記述が必要ではない
17 かと思います。

18 【対応】市街地土壌や舗装路面上における還元速度に着目して整理することは筆者も重要である
19 と考えます。ご指摘を受けまして、シルト質および砂質土壌における 6 価 Cr の還元速度
20 を測定している Amacher & Selim (1994) より還元速度を公表版表 II.1 に追加いたしました。
21 同表には土性および有機炭素含量なども併せて示しましたが、一般的な整理を行う
22 には知見が限られているとの判断からこれらとの関係は導いておりません。ご指摘のと
23 おり、土壌における 6 価 Cr の還元速度と有機炭素含量などとの関係を整理することは重
24 要であると筆者も認識しております。

25 また、第 II 章 1.2 項の記述については、US EPA の実験結果の詳細を直接は確認できな
26 かったため (US EPA (1984) は現在非公開文書となっており入手できませんでした)、同
27 様の結果を支持する論文の記述ではありますが、試験土壌の性質を確認しました。Lin *et*
28 *al.* (1996) では粘土質土壌 (有機炭素量 6.9~10.6%) を、Sheppard & Thibault (1991)
29 では砂壤土 (有機炭素量 0.2~6.8%) をそれぞれ試験に用いております。このことを第
30 II 章 1.2 項に追記いたしました。

31

32 3. 表 I-5 の「Cr の測定法とその特徴」において、ICP 質量分析法での定量範囲が 2 つ挙げられ
33 ています。特に感度が悪くなっている方の測定条件 (例えば塩酸抽出試料、ICP-MS に分子イオン
34 分解機能無し) について、示すことが必要かと思います。

35 【対応】JIS K 0102 の記述によれば、感度がよい方の条件として「試料導入装置として超音波ネ

1 ブライザーを使用したとき」とありましたので追記いたしました。

2
3 4. 第 IV 章「6.1.2 国内供給量の経年変化」において、3 価クロムについても言えることですが、
4 特に 6 価クロムの国内供給量の経年変化において、1970 年頃にはかなりの部分を占めていた「そ
5 の他」が 1990 年頃にはほぼ無視できる量となっています。この「その他」がどのような用途に使
6 用されていたものであるかのコメントをしていただけないでしょうか。これらが現在まで残って
7 いないかということは、第 IV 章 6.1.3 でストック量および廃棄量を計算するために必要な情報か
8 と思います。表 IV-19b と IV-19c ではこれらが「印刷インクなど」となっていますが、「その他」
9 のほとんどは「印刷インク」と考えてよろしいのでしょうか。この場合、古紙のリサイクルなど
10 で、「その他」のリサイクル分が生じると思いますが、第 IV 章 6.2.1 など示される Cr の廃棄物
11 処理に関して設定したフローでは、その他は全て一般廃棄物となりリサイクル分が存在しません。
12 古紙リサイクルによる古紙中 Cr の増加を無視する根拠（たとえば古紙リサイクル量は無視できる
13 程度である、あるいは、古紙を含めても耐用年数が短いためリサイクル分を無視しても問題無い、
14 など）を示された方が良いと思います。また、「図 IV-8 ストック量および廃棄量を求める計算の
15 流れ」において、物質回収（リサイクル）されたものがどこに行くのかを示す必要があるのでは
16 ないかと思います。特に図 IV-12 など、98%という高回収率でコンクリート塊としてリサイクル
17 されるセメントのリサイクル先のほとんどが路盤材などであるなら、これは埋立と同じで土壌あ
18 るい公共用水域への排出として扱うべきものではないでしょうか。このような点から回収された
19 物質のフローも検討しておく必要があると思います。

20 **【対応】** ご指摘ありがとうございます。まず、外部レビュー版では「その他」のほとんどが印刷
21 インクであるという記述をしておりましたが、これは誤記でしたので公表版では訂正い
22 たしました。6 価 Cr の場合、日本無機薬品協会（2003）によれば「その他」の内訳は、
23 2003 年では清缶剤、有機合成、合成甘味料、触媒、CCA 防腐剤です。なお、CCA 防腐
24 剤以外は 1990 年代より以前では量が多かったために、統計にそれらの区分があるのです
25 が、量が減少すると項目が「その他」に統合されております。このように、「その他」に
26 含まれる項目は年代によって異なります。いずれにせよ、「印刷インク」という項目はな
27 いために、古紙のマテリアルフローを考慮する必要はないと考えます。したがって、
28 ご指摘の点に関する修正は行っておりません。

29 次にセメントに関しては以下のように対応いたしました。ご指摘のとおり、セメントの
30 リサイクル先のほとんどが路盤材などの埋立とみなせる用途と考えますので、図 IV-12
31 の「物質回収量」について説明を脚注に記しました。なお、セメントにおける 6 価 Cr
32 および 3 価 Cr 含有率を貴田レビューアーのご指摘を受けまして見直したことにより、図
33 IV-12 の量に大幅な変更がありましたことを付記します。

34
35 5. 第 VIII 章「2.1.5 生態リスク評価に用いる水生生物の毒性値」において、NOEC の計算に硬

1 度が 100 以下のデータのみを用いる場合、この 100 という数値を採用したなんらかの根拠を示し
2 て欲しいと思います。

3 **【対応】** ご指摘のとおり、外部レビュー版では硬度 100 mg/L 以下のデータを選定した根拠を示し
4 ておりませんでした。公表版第 VIII 章 2.1.5 項に「硬度が 100 mg/L CaCO₃ 以下のデータ
5 のみとした理由は、日本の水道原水の硬度は 100 mg/L CaCO₃ 以下のものが 90%以上を占
6 めている（中西ら 2006）ことから、日本の一般的な水域を対象とした場合の評価におい
7 て、硬度が 100 mg/L CaCO₃ 以下の場合を想定することが適切と判断したことによる。さ
8 らに EU (2005) は硬度が 100 mg/L CaCO₃ を超えるか否かで毒性が変化するとしている。
9 このことから硬度が 100 mg/L CaCO₃ 以下の場合を対象とすることの妥当性が支持され
10 ると考えられる。」と記述を追加いたしました。

11
12 6. 第 VIII 章「3.3 発生源周辺における 6 価 Cr の土壌沈着量の推定」において、土壌中 6 価 Cr
13 濃度の増分を計算するのに、「表層 10 cm の土壌に均一に混入」とされていますが、ここで 10 cm
14 という値を使用した根拠（例えば評価対象動物の活動範囲など）とリスク評価におけるその仮定
15 の妥当性について記述すべきだと思います。6 価 Cr については「東京都六価クロム鉍滓事件」で
16 の例が示すように時間とともに地表面に集積する傾向なども知られている（例えば森澤眞輔編著
17 「土壌圏の管理技術」pp.34-36, コロナ社, 2002）ことから、リスク評価対象生物にとって、過小
18 リスク評価となっていないかを議論する必要があると思われま。

19 **【対応】** 10 cm という値は対象動物（ミミズ）の活動範囲を想定して設定したものです。最終的
20 に地表面に蓄積するならば、地表面はミミズの活動域ではないためミミズへのリスクは
21 小さくなると考えられます。このことから表層 10 cm の土壌に均一に混入すると仮定す
22 ることが妥当と考えます。ご指摘をふまえて、この説明を第 VIII 章 3.3 項に追記いたし
23 ました。また、「東京都六価クロム鉍滓事件」ではご指摘のような現象が見られておりま
24 す。しかしながら、本評価書における設定条件の情報のみでは定量的に鉛直方向への上
25 昇量を見積もることができないと判断し、ここでは取り上げないものとしました。

26
27 7. リスク評価全般について、金属 Cr は接触アレルギーの原因となることが知られており、リス
28 ク評価におけるエンドポイントとして、今後は接触によるアレルギー反応などに関するサーベイ
29 も期待したいと思います。死亡や疾病リスクを中心とするリスク評価から、QOL という点からの
30 リスク評価へと今後は発展していくべきではないでしょうか。砂場の砂中の Cr 濃度の違いが、砂
31 場で遊ぶ子供の手に生じるアレルギー反応に影響するといった現象の有無についても、可能なら
32 ばサーベイして欲しいと思います。

33 **【対応】** コメントありがとうございます。ご指摘のとおり、6 価 Cr の接触によるアレルギーは以
34 前から指摘されており、また、米国ではスーパーファンドサイトの浄化の目標レベルを
35 決定する際に 6 価 Cr の接触を原因とする皮膚炎が生じないことを目標としている場合も

1 あります。しかしながら日本の現実を鑑みると、6価Crを高濃度に含む土壌を一般住民
2 が触れる場合とは、特定の事業所からの漏洩や不法投棄などに気がつかず接触してしま
3 った、という特殊な状況であると判断し、また第I章第1節で述べましたように、本評
4 価書ではこのような場合は評価の対象外とすることから、アレルギー反応の事例は取り
5 上げませんでした。ご指摘の点は今後検討すべき課題であることは筆者らも認識してお
6 ります。

7
8 その他、今回のレビューの対象外として、本文中の単なるミスではないかと考えられる事項に
9 ついて以下に記します。私の誤解もあるかもしれませんが、その場合はご容赦下さい。

10
11 1. I-10の表I-5で、ジフェニルカルバジド吸光光度法での定量範囲の単位は $\mu\text{g/L}$ でしょうか。

12 【対応】JIS K 0102の表記によれば単位は「 μg 」となっております。この方法の定量範囲は、検
13 液の濃度ではなく試料中に存在する6価Cr量として規定されております。したがいまし
14 てご指摘の箇所の修正は行っておりません。

15
16 2. I-11の表I-6の測定法のオプションにおいて、ジフェニルカルバジド吸光光度法の場合に必要な
17 前処理について、(T-Cr測定時は不要)は(T-Cr測定時に必要)ではないでしょうか。

18 【対応】ご指摘のとおり、記載ミスでしたので記述を修正しました。

19
20 3. I-17の表I-8aにおいて、WHO欧州の基準値の単位が ng/m^3 となっておりますが、 mg/m^3 ではな
21 いでしょうか。もし ng/m^3 だとしたら、他に比べなぜこれほど厳しい基準となっているのかのこ
22 メントが必要と思います。

23 【対応】外部レビュー版に記載したとおり、WHO欧州の基準値の単位は ng/m^3 で間違いありませ
24 ん。しかしながら、外部レビュー版ではユニットリスクの 10^{-5} レベル換算値 0.25 ng/m^3
25 を記す意図だったのですが、誤って 0.05 ng/m^3 と記しておりました。さらに、実際の意
26 思決定に意味を持つ値を示すという立場からも修正が必要と考え、公表版ではユニット
27 リスクの 10^{-4} レベル換算値である 2.5 ng/m^3 を示しました。表の脚注に「オランダにおけ
28 る最大許容リスクレベル」とコメントを追記いたしました。

29
30 4. I-19の表I-8eで、米国の値の数値の小数点がコンマになっています。

31 【対応】紛らわしい表記で申し訳ありませんでした。ご指摘は「2, 38」という数値を指してのこ
32 メントかと思いますが、これらの値は希釈減衰係数が1の時、20の時に対して設定された
33 ものをそれぞれ示したものであり、記載ミスではありません。したがって、修正は行っ
34 ておりません。

- 1 5. I-21, L8 : 「の確立 Cr」 → 「の確立, Cr」
2 【対応】 ご指摘のとおり記述を修正しました。
3
- 4 6. II-4, L6 : 「3 価 Cr」 → 「6 価 Cr」
5 【対応】 ご指摘のとおり記述を修正しました。
6
- 7 7. III-19, L28 : 「肺がんみよる」 → 「肺がんによる」
8 【対応】 修正いたしました。
9
- 10 8. III-24, L25 : 「クロム酸製造は)」 → 「クロム酸製造)」
11 【対応】 修正いたしました。
12
- 13 9. III-30, L29 : 「のの」 → 「の」
14 【対応】 修正いたしました。
15
- 16 10. III-48, L28 : 「Cr(IV)」は「Cr(VI)」でしょうか。
17 【対応】 修正いたしました。
18
- 19 11. III-51, L27 : 「肺で 0.67 μg 」 → 「肺で 0.67 $\mu\text{g/g}$ 」
20 【対応】 修正いたしました。
21
- 22 12. III-57, L5 : 「に還元され二クロム酸カリウム」 → 「に還元された二クロム酸カリウム」,
23 なお、本文中で「重クロム酸」を使用するか、「二クロム酸」を使用するか、統一された方が良い
24 のではないかと思えます。
25 【対応】 「に還元され二クロム酸カリウム」の部分につきましてはご指摘のとおり記述を修正しま
26 した。また、本文中では「重クロム酸」に統一いたしました。
27
- 28 13. IV-20, L12 : 「検出下限値の 1/2」 → 「定量下限値の 1/2」
29 【対応】 ご指摘のとおり、記載ミスでしたので記述を修正しました。
30
- 31 14. VIII-25, L16 : 「最小のものである」は「最大のものである」でしょうか。
32 【対応】 外部レビュー版の「5 $\mu\text{g/L}$ は同モニタリング（筆者注：公共用水域モニタリング）の検
33 出下限値のうち最小のものである。」という記述は正しいのですが、文意が明確でない記
34 述でしたので「同モニタリングの検出下限値は最大で 50 $\mu\text{g/L}$ 、最小で 5 $\mu\text{g/L}$ である。」
35 と修正しました。

- 1
- 2 15. VIII-30, L2: 「いない」 → 「ない」
- 3 【対応】 記載ミスでしたので記述を修正しました.