

六価クロム化合物に関する情報

「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の見直しについて（第 6 次答申）」
 (令和 3 年 7 月：中央環境審議会)において、以下のとおり環境基準値の見直しが示された。

表 1 六価クロムの環境基準値

項目名	新基準値	旧基準値
六価クロム	0.02mg/L 以下	0.05mg/L 以下

○六価クロム化合物

1 水環境中での動態・性状(物質情報)

(1) 物質の特性¹

名称	重クロム(VI)酸ナトリウム / 酸化クロム (VI) (六価クロム化合物の代表例)
CAS No.	10588-01-9 / 1333-82-0
元素/分子式	Na ₂ Cr ₂ O ₇ / CrO ₃
原子量/分子量	262 / 100
環境中での挙動等	クロムは、主としてクロム鉄鉱 (FeO・Cr₂O₃) として産出される。天然中に存在するクロムの原子価は、ほぼ三価のものに限られ、六価のものは人為起源であるとみられる。 水域において、溶解性六価クロムの主な化学種は、HCrO₄⁻及び CrO₄²⁻であり、その割合は pH に依存する。高濃度 (0.4 g Cr/L 超) では、2 量体 (例えば、H₂Cr₂O₇や Cr₂O₇²⁻) を形成する。バリウムイオンが存在すると相対的に溶けにくいバリウム塩を生成する。 六価クロムの三価クロムへの還元は、表層水ではある程度起こり、特に酸素が欠乏した環境下で起こる。Fe(II)や有機物が多い環境下では、還元されやすい。六価クロムは、懸濁態や底質の正に帯電した部分へ吸着する。六価クロムの吸着は、pH が高くなり溶解性の陰イオンと競合すると減少する。 地下水では、六価クロムの還元は低酸素濃度の状態や還元状態において起こる。地下水中の酸化マンガンは、三価クロムを溶解性の高い六価クロムへ酸化するが、酸化マンガン濃度が十分でない場合には、水溶性の三価クロムを酸化しない。底質中の六価クロムは、主にオキソアニオンとして存在し、好気的な条件下では移動性は大きい。六価クロムの三価クロムへの還元は、嫌気的な条件下で起こる。
物理的性状	[Na₂Cr₂O₇] 赤色～橙色、吸湿性結晶 [CrO₃] 無臭、暗赤色、潮解性結晶、薄片、顆粒状粉末 [K₂Cr₂O₇] 橙色～赤色、結晶 [SrCrO₄] 黄色結晶性粉末
比重	[Na₂Cr₂O₇] 2.5 [CrO₃] 2.7 [K₂Cr₂O₇] 2.7 [SrCrO₄] 3.9
水への溶解性	[Na₂Cr₂O₇] 非常によく溶ける (236 g/100 mL 20℃) [CrO₃] よく溶ける (61.7g/100 mL) [K₂Cr₂O₇] よく溶ける (12g/100 mL 20℃) [SrCrO₄] 溶けにくい (0.12g/100 mL 15℃)

(2) 人の健康への影響²

平成 30 年 9 月 18 日付けで、内閣府食品安全委員会委員長より厚生労働大臣へ六価クロムに係る食品健康影響評価の結果（清涼飲料水評価書）が通知された。評価結果の概要は、以下のとおりである。人への健康影響については、動物実験の結果より、非発がん影響（十二指腸のびまん性上皮過形成や貧血等）、発がん影響があるとされている。

- 非発がん影響

げっ歯類を用いた試験において、十二指腸のびまん性上皮過形成や貧血等がみられている。

- 発がん影響

げっ歯類を用いた飲水投与試験において、マウスでは小腸で、ラットでは口腔粘膜及び舌で、発がん頻度の有意な増加がみられていることから、六価クロムは発がん物質であると考えられた。

- 遺伝毒性

in vitro 試験及び飲水投与以外の in vivo 試験の多くで陽性を示したことから、六価クロムは遺伝毒性を有すると考えられるが、飲水投与条件での遺伝毒性は十分に明らかではないと考えられた。

2 国内外における排水管理・規制に係わる基準等

(1) 国内基準値等

	項目名	基準値
環境基準値(公共用水域、地下水)	六価クロム	0.02mg/L
水道水質基準	六価クロム化合物	0.02mg/L
化管法	六価クロム化合物	特定第 1 種指定化学物質(政令番号 88)
土壤環境基準	六価クロム化合物	検液 1L につき 0.05mg 以下

(2) 諸外国基準値等^{3,4,5}

	項目名	基準値
排水基準値(中国、産業)	六価クロム化合物	0.5 mg/L
排水基準値(米国、マサチューセッツ州、水域別)	六価クロム化合物	0.5、1.0 mg/L
排水基準値(ドイツ、産業別)	六価クロム化合物	0.05・0.1 mg/L

3 製造・使用・排出状況(マテリアルフローを含む)

(1) 主な用途

表 3-1 に六価クロム化合物の主な用途を示す。六価クロム化合物は国内ではクロム酸やクロム酸塩などが表面処理剤や顔料、染料として使用される。

表 3-1 六価クロム化合物の主な用途¹

物質名	用途
重クロム酸アンモニウム	グラビア印刷の写真製版、染料・染色、有機合成の酸化剤・触媒
重クロム酸カリウム	顔料の原料、染色用剤、酸化剤・触媒、マッチ・花火・医薬品などの原料、着火剤
クロム酸ナトリウム	酸化剤
重クロム酸ナトリウム	クロム化合物の原料、顔料・染料などの原料、酸化剤・触媒、金属表面処理(クロメート)、皮なめし、防腐剤、分析用試薬
クロム酸	顔料の原料、窯業原料、研磨剤、酸化剤、メッキや金属表面処理(クロメート)
クロム酸ストロンチウム	塗料や絵の具の原料
クロム酸亜鉛	錆止め塗料の原料
クロム酸カリウム	クロム酸塩の製造、酸化剤、媒染剤、顔料、インキ

(2) 原料のクロム鉱石及び六価クロム化合物の輸入・輸出量

六価クロム化合物の原料となるクロム鉱石、及び六価クロム化合物(酸化クロム、重クロム酸ナトリウム、クロム酸化物酸塩)の輸入・輸出量(純分量)を表 3-2、図 3-1、図 3-2 に示す。輸入量は 2012 年以降、横ばいで推移していた。輸出量については横ばいで推移していた。

表 3-2 クロム鉱石と六価クロム化合物の輸入・輸出量⁶

単位：純分千 t

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
クロム鉱石		輸入	42.1	37.3	15.7	14.8	30.2	16.3	21	15	20.8	17.2
		輸出	0.01	0	0.02	0.01	0	0	0	0	0.01	0
六価クロム化合物	酸化クロム	輸入	0.64	0.72	0.98	1.01	1.19	1.23	1.33	1.01	1.03	1.08
		輸出	1.93	1.76	1.28	1.47	1.35	1.37	1.36	1.28	1.23	1.09
	重クロム酸ナトリウム	輸入	6.88	7.1	3.65	4.59	4.28	4.24	3.46	4.06	4.88	4.06
		輸出	0.03	0.07	0.04	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
	クロム酸化物酸塩※2	輸入	0.8	0.74	0.71	0.81	0.85	0.82	0.75	0.7	0.75	0.79
		輸出	0.06	0.04	0.05	0.02	0.04	0.07	0.13	0.2	0.34	0.23

※1 純分千 t：出典元の数値に純分換算率をかけることで各項目の純分量を算出している。

純分換算率(2011 年以前)

鉱石：36%、酸化 Cr：68%、重クロム酸ナトリウム：34.8%、クロム酸化物：68.4%

純分換算率(2012 年以降)

鉱石：インド 39%、トルコ 34.2%、南ア 24.6%、その他 34.2%

酸化 Cr：68%、重クロム酸ナトリウム：39.7%、クロム酸化物：68.4%

※2 3 価クロム化合物を含む

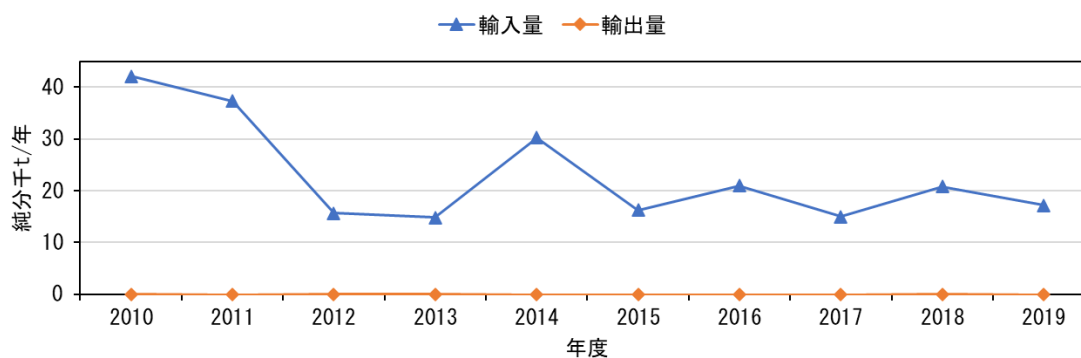


図 3-1 クロム鉱石の輸入・輸出量の経年変化⁶

※純分千 t：出典元の数値に以下の純分換算率をかけることで各項目の純分量を算出している。

純分換算率(2011 年以前)

鉱石：36%、酸化 Cr：68%、重クロム酸ナトリウム：34.8%、クロム酸化物：68.4%

純分換算率(2012 年以降)

鉱石：インド 39%、トルコ 34.2%、南ア 24.6%、その他 34.2%

酸化 Cr：68%、重クロム酸ナトリウム：39.7%、クロム酸化物：68.4%

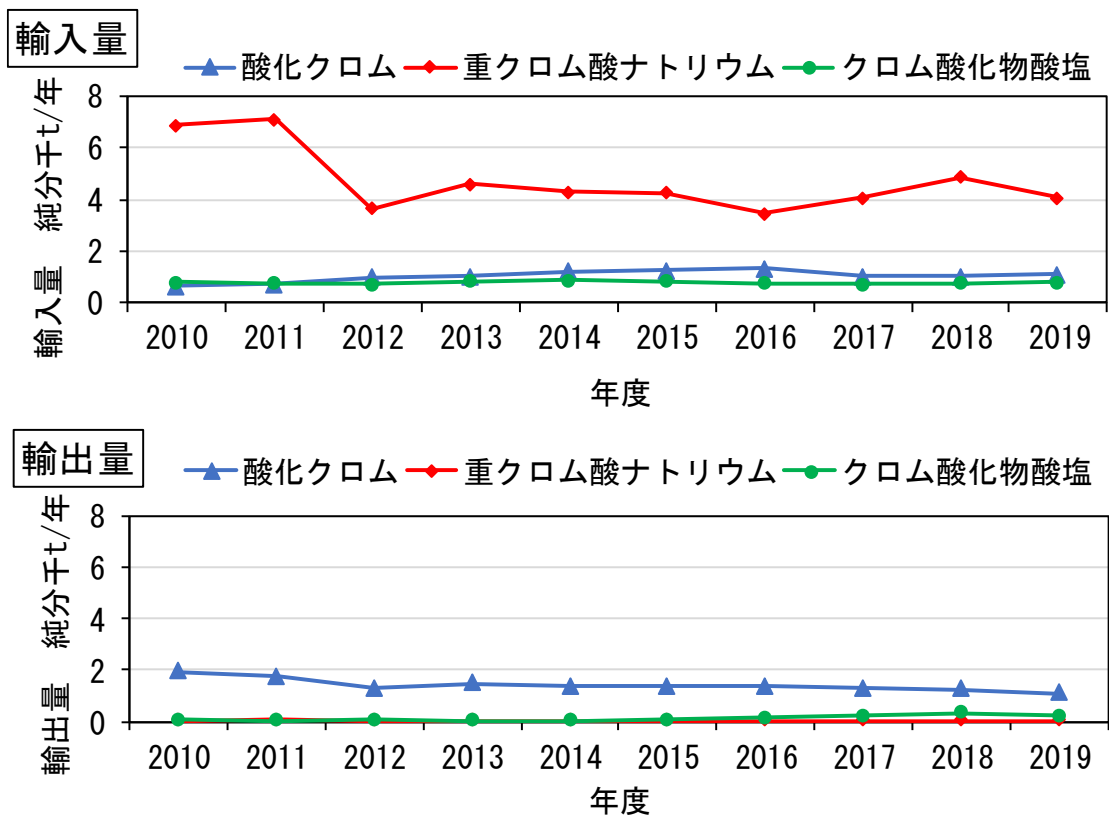


図 3-2 六価クロム化合物の輸入・輸出量の経年変化⁶

※純分千t：出典元の数値に純分換算率をかけることで各項目の純分量を算出している。

純分換算率(2011 年以前)

鉍石：36%、酸化 Cr：68%、重クロム酸ナトリウム：34.8%、クロム酸化物：68.4%

純分換算率(2012 年以降)

鉍石：インド 39%、トルコ 34.2%、南ア 24.6%、その他 34.2%

酸化 Cr：68%、重クロム酸ナトリウム：39.7%、クロム酸化物：68.4%

(3) 公共用水域等への排出量等

平成 13 年度～令和 2 年度の PRTR データによる六価クロム化合物の排出量等の経年変化を表 3-3 に示す。平成 19 年度以降の六価クロム化合物の公共用水域への排出量は、横ばいで推移していた。

表 3-3 PRTR データによる六価クロム化合物の排出量等の経年変化⁷

年度	排出量(kg/年)					移動量(kg/年)		
	大気	公共用水域	土壌	埋立	合計	廃棄物	下水道	合計
H13	1,198	18,835	2	1	20,036	649,757	3,659	653,416
H14	691	13,738	2	9	14,439	647,377	788	648,165
H15	769	13,370	1	0	14,141	481,261	2,781	484,042
H16	1,318	13,456	0	52	14,826	508,570	2,652	511,222
H17	458	14,720	0	72	15,250	492,799	2,156	494,955
H18	321	12,354	9	72	12,756	552,209	2,716	554,925
H19	227	9,811	0	1	10,039	459,198	2,350	461,549
H20	1,391	10,074	1	5	11,471	398,935	2,243	401,178
H21	157	10,415	0	3	10,575	333,277	1,671	334,948
H22	253	10,127	0	5	10,385	344,787	1,991	346,778
H23	305	11,219	0	4	11,527	486,339	1,725	488,064
H24	220	12,100	0	4	12,324	408,149	1,749	409,898
H25	247	10,582	0	2	10,831	380,087	2,294	382,381
H26	364	10,642	1	3	11,009	374,050	2,705	376,755
H27	388	12,925	0	3	13,315	352,299	902	353,201
H28	288	10,177	0	3	10,467	330,193	699	330,892
H29	398	8,467	0	3	8,868	297,967	420	298,387
H30	186	11,672	0	3	11,861	435,880	519	436,399
R1	174	10,344	0	0	10,518	296,966	295	297,261
R2	122	9,834	0	0	9,955	299,139	246	299,384

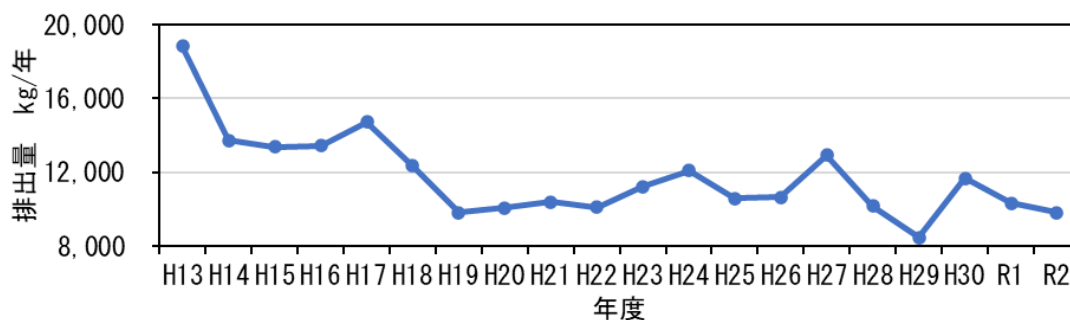


図 3-3 PRTR データによる六価クロム化合物の公共用水域への排出量の経年変化⁷

令和２年度の PRTR データにおける、業種別の六価クロム化合物の届出排出量を表 3-4 に示す。排出量の業種内訳は下水道業が最も多かった。

表 3-4 六価クロム化合物の排出量に占める業種の内訳(令和２年度)⁷

業種 コード	業種名	届出排出量・移動量(kg/年) (令和2年度)					
		排出量				移動量	
		大気	公共用水域	土壌	埋立	下水道	廃棄物
500	金属鉱業	0	14	0	0	0	0
700	原油・天然ガス鉱業	0	0	0	0	0	0
1400	繊維工業	0	5	0	0	77	0
1800	パルプ・紙・紙加工品製造業	0	361	0	0	0	0
1900	出版・印刷・同関連産業	0	0	0	0	4	9,299
2000	化学工業	21	8	0	0	0	26,257
2100	石油製品・石炭製品製造業	0	0	0	0	0	0
2200	プラスチック製品製造業	0	23	0	0	0	3,920
2500	窯業・土石製品製造業	0	0	0	0	0	0
2600	鉄鋼業	4	127	0	0	0	8,829
2700	非鉄金属製造業	0	78	0	0	100	10,578
2800	金属製品製造業	0	92	0	0	37	154,885
2900	一般機械器具製造業	18	1	0	0	0	31,180
3000	電気機械器具製造業	0	0	0	0	0	21
3100	輸送用機械器具製造業	79	45	0	0	27	45,353
3200	精密機械器具製造業	0	0	0	0	0	146
3400	その他の製造業	0	0	0	0	0	170
3500	電気業	0	0	0	0	0	0
3700	熱供給業	0	0	0	0	0	8,500
3830	下水道業 ^{※2}	0	8,721	0	0	0	0
7810	機械修理業	0	0	0	0	0	0
8716	一般廃棄物処理業 ^{※2} (ごみ処分業に限る。)	0	243	0	0	0	0
8722	産業廃棄物処分業 ^{※2} (特別管理産業廃棄物処分業を含む。)	0	117	0	0	0	0
9210	自然科学研究所	0	0	0	0	0	0
合計		122	9,834	0	0	246	299,139

※1：届出があった業種のみを示す。

※2：公共用水域への排出量について、特別要件施設に該当する施設（例：下水道終末処理施設）においては、当該物質の排水濃度測定における定量下限値未満の測定結果も多く含まれていると考えられ、排出量算出に当たってそれらが「定量下限値の 2 分の 1 の値」として評価されることにより排出量が過大となっている可能性がある。表中の業種に関連のある特別要件施設は下水道終末処理施設、一般廃棄物処理施設、産業廃棄物処理施設である。

(4) マテリアルフロー

国内における六価クロム化合物のマテリアルフローを図 3-4 に示す。図中の赤枠は六価クロム化合物の排出に関する工程を示す。六価クロム化合物の原料であるクロム鉱石は国内では生産されていないため、輸入物が供給されている。六価クロム化合物は、輸入もしくはクロム鉱石から製造したものが国内では流通している。六価クロム化合物は主に表面処理剤、触媒、顔料、研磨剤、耐火物として使用された後、廃棄物として処理、もしくは公共用水域へ排出される。

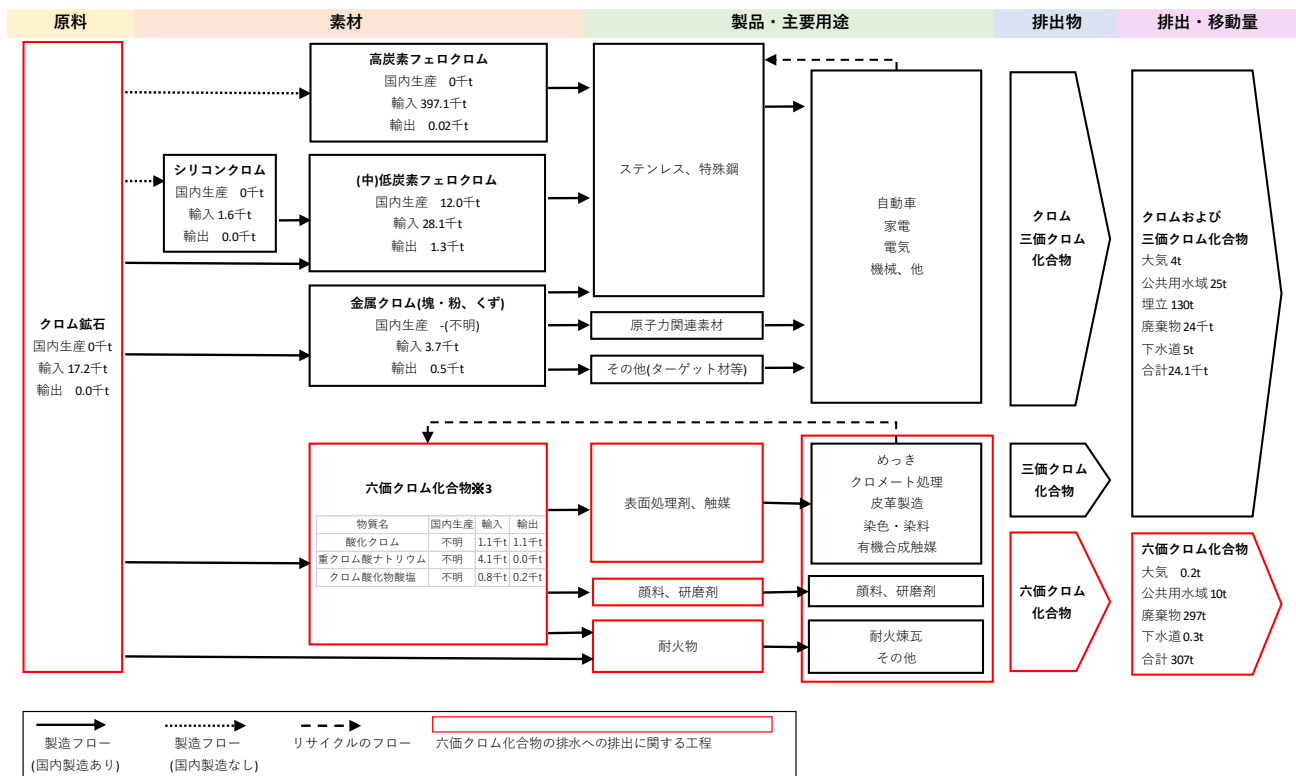


図 3-4 六価クロム化合物のマテリアルフロー^{8,6}

※1 「国内生産量」、「輸入量」、「輸出量」は JOGMEC マテリアルフロー((独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構)の 2019(令和元)年度の値を示す。(「酸化クロム」のみ貿易統計の数値に※2 の操作をした数値を引用した。)「排出・移動量」は「令和元年度 PRTR 届出データ」(環境省)の値を示す。

※2 「国内生産量」、「輸入量」、「輸出量」は貿易統計(財務省)の数値に以下の純分換算率をかけて算出した値を示す。

純分換算率

鉱石：インド 39%、トルコ 34.2%、南ア 24.6%、その他 34.2%

高炭素 FeCr：南ア 50%、カザフスタン 70%、インド 60%、その他 60%

低炭素 FeCr：南ア 60%、カザフスタン 70%、中国 55%、その他 70%、SiCr：35.5%

酸化 Cr：68%、重クロム酸ナトリウム：39.7%、クロム酸化物酸物：68.4%

※3 「クロム酸化物酸塩」は三価クロム化合物を含む

4 公共用水域、地下水、水道(原水・浄水)における検出状況

(1) 公共用水域

公共用水域における六価クロムの検出状況を表 4-1 に示す。公共用水域の環境基準値(0.02 mg/L)の超過地点数は平成 22 年度で 2 地点、平成 23 年度で 1 地点、平成 24 年度で 1 地点であった。平成 25 年度～令和 2 年度では基準値を超過する地点は見られなかった。

表 4-1 基準値(0.02 mg/L)の超過状況(公共用水域)

年度	測定 地点 数	検出地点数/ 有効測定地点数	検出範囲		基準値(0.02 mg/L) の超過地点数
			最小値 (mg/L)	最大値 (mg/L)	
H22	4,043	5/3,701	0.006	0.04	2
H23	3,931	8/3,666	0.005	0.04	1
H24	3,852	9/3,767	0.001	0.03	1
H25	3,920	3/3,818	0.004	0.02	0
H26	3,901	2/3,763	0.0006	0.01	0
H27	3,892	6/3,756	0.005	0.02	0
H28	3,918	2/3,612	0.0005	0.02	0
H29	3,906	6/3,665	0.005	0.02	0
H30	3,820	6/3,750	0.005	0.01	0
R1	3,785	0/3,699	-	-	0
R2	3,809	11/3,727	0.005	0.03	0

注 1：公共用水域水質測定結果に基づく。

注 2：本表における「有効測定地点」とは、測定地点のうち定量下限値が基準値 0.02 mg/L 以下である地点を意味する。

注 3：本表における「検出地点」とは、測定地点のうち 1 回以上の検出があった地点を意味する。

注 4：本表における「基準値(0.02 mg/L)の超過地点数」とは、年平均値が 0.02 mg/L を超過する地点数を意味する。

(2) 地下水

地下水における六価クロムの検出状況を表 4-2 に示す。環境基準値 (0.02 mg/L) を超過する地点数は平成 23 年度、平成 28 年度、平成 30 年度、令和元年度で 1 地点、平成 27 年度で 2 地点であった。

表 4-2 基準値 (0.02 mg/L) の超過状況(地下水)

年度	測定 地点数	検出地点数/ 有効測定地点数	検出範囲		基準値(0.02 mg/L) 超過地点数
			最小値 (mg/L)	最大値 (mg/L)	
H22	3,015	1/2,399	0.02	0.02	0
H23	2,882	1/2,431	0.05	0.05	1
H24	2,849	3/2,613	0.02	0.02	0
H25	2,869	0/2,547	-	-	0
H26	2,662	1/2,362	0.005	0.005	0
H27	2,625	3/2,330	0.01	0.22	2
H28	2,708	4/2,387	0.009	0.03	1
H29	2,673	2/2,413	0.006	0.01	0
H30	2,664	1/2,439	0.03	0.03	1
R1	2,640	4/2,408	0.005	0.027	1
R2	2,610	0/2,403	-	-	0

注 1：地下水質測定結果（概況調査）に基づく。

注 2：本表における「有効測定地点」とは、測定地点のうち定量下限値が基準値 0.02 mg/L 以下である地点を意味する。

注 3：本表における「検出地点」とは、測定地点のうち 1 回以上の検出があった地点を意味する。

(3) 水道原水

水道原水の水質分布(出典：水道水質データベース)において、平成 29 年度～令和 2 年度の六価クロム濃度の最高値を表 4-3 に整理した。現行の水道水質基準(0.02 mg/L)を超過する地点は平成 30 年度に 1 地点、確認された。

表 4-3 水道原水中の六価クロム濃度 最高値 (平成 29 年度～令和 2 年度) ⁹

R2年度※

水源種別	計	濃度区分(単位：mg/L)										
		~0.002(以下)	~0.004	~0.006	~0.008	~0.010	~0.012	~0.014	~0.016	~0.018	~0.020	0.021~
全体	8,669	8,510	38	108	5	5	0	1	1	0	1	0
表流水	2,113	2,076	13	16	3	3	0	1	0	0	1	0
ダム湖沼	344	335	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
地下水	4,754	4,655	19	77	2	1	0	0	0	0	0	0
その他	1,458	1,444	6	6	0	1	0	0	1	0	0	0

R元年度

水源種別	計	濃度区分(単位：mg/L)										
		~0.005(以下)	~0.010	~0.015	~0.020	~0.025	~0.030	~0.035	~0.040	~0.045	~0.050	0.051~
全体	8,155	8,145	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
表流水	1,908	1,903	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ダム湖沼	325	325	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
地下水	4,506	4,503	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	1,416	1,414	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

H30年度

水源種別	計	濃度区分(単位：mg/L)										
		~0.005(以下)	~0.010	~0.015	~0.020	~0.025	~0.030	~0.035	~0.040	~0.045	~0.050	0.051~
全体	8,036	8,020	11	2	2	1	0	0	0	0	0	0
表流水	1,874	1,865	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0
ダム湖沼	322	322	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
地下水	4,460	4,455	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0
その他	1,380	1,378	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

H29年度

水源種別	計	濃度区分(単位：mg/L)										
		~0.005(以下)	~0.010	~0.015	~0.020	~0.025	~0.030	~0.035	~0.040	~0.045	~0.050	0.051~
全体	7,671	7,659	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
表流水	1,746	1,742	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ダム湖沼	322	320	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
地下水	4,251	4,246	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	1,352	1,351	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

赤線：令和 2 年 4 月 1 日以降の水道水質基準 (0.02 mg/L 以下であること)

青線：令和 2 年 3 月 31 日以前の水道水質基準 (0.05 mg/L 以下であること)

黄色：現行の水道水質基準を超過する分布

※水道水質基準値の改正に伴い、濃度区分は H29～R 元年度と R2 年度で異なる。

(4) 水道浄水

浄水(給水栓水等)の水質分布(出典：水道水質データベース)において、平成 29 年度～令和 2 年度の六価クロム濃度の最高値を表 4-4 に整理した。各年度において、現行の水道水質基準(0.02 mg/L)を超過する地点はなかった。

表 4-4 浄水(給水栓水等)中の六価クロム濃度 最高値（平成 29 年度～令和 2 年度）⁹

R2年度※												
水源種別	計	濃度区分(単位：mg/L)										
		~0.002(以下)	~0.004	~0.006	~0.008	~0.010	~0.012	~0.014	~0.016	~0.018	~0.020	0.021~
全体	8,979	8,848	22	102	2	4	1	0	0	0	0	0
表流水	2,020	1,987	6	25	0	2	0	0	0	0	0	0
ダム湖沼	334	325	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
地下水	4,594	4,521	11	59	2	1	0	0	0	0	0	0
その他	2,031	2,015	5	9	0	1	1	0	0	0	0	0

R元年度												
水源種別	計	濃度区分(単位：mg/L)										
		~0.005(以下)	~0.010	~0.015	~0.020	~0.025	~0.030	~0.035	~0.040	~0.045	~0.050	0.051~
全体	8,255	8,249	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
表流水	1,773	1,772	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ダム湖沼	306	306	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
地下水	4,240	4,238	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	1,936	1,933	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

H30年度												
水源種別	計	濃度区分(単位：mg/L)										
		~0.005(以下)	~0.010	~0.015	~0.020	~0.025	~0.030	~0.035	~0.040	~0.045	~0.050	0.051~
全体	7,992	7,987	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
表流水	1,746	1,745	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ダム湖沼	303	303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
地下水	4,087	4,085	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	1,856	1,854	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

H29年度												
水源種別	計	濃度区分(単位：mg/L)										
		~0.005(以下)	~0.010	~0.015	~0.020	~0.025	~0.030	~0.035	~0.040	~0.045	~0.050	0.051~
全体	7,667	7,663	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
表流水	1,590	1,589	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ダム湖沼	303	303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
地下水	3,890	3,888	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	1,884	1,883	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

赤線：令和 2 年 4 月 1 日以降の水道水質基準（0.02 mg/L 以下であること）

青線：令和 2 年 3 月 31 日以前の水道水質基準（0.05 mg/L 以下であること）

※水道水質基準値の改正に伴い、濃度区分は H29～R 元年度と R2 年度で異なる。

5 排水の処理方法(処理技術に関する情報)

(1) 六価クロム化合物含有排水の処理方法

六価クロム化合物含有排水の処理方法を表 5-1 に示す。

表 5-1 六価クロム化合物含有排水の処理方法

対象廃液	処理方法	概要
六価クロム含有排水	(1)薬品還元法+水酸化物凝集沈殿法 ¹⁰	薬品還元により六価クロムを三価クロムへと還元した後、水酸化物として沈殿除去する。
	(2)膜処理法 ¹¹	(1)で従来使用されている凝集剤を使わずに、膜を通して沈殿物を除去する。
	(3)イオン交換樹脂 ^{12,13,14,15,16,17,18}	排水を陰イオン交換樹脂に通し六価クロムを吸着除去させる。陽イオン交換塔と組み合わせることで陽イオンを取り除き、排水をリサイクルできる。その場合排水が公共水域に出ないことになる。排水の塩分濃度が 1000 mg/L 以下の場合に使用可能。
	(4)めっき液の再生 ¹⁹	六価クロムめっき液を陽イオン交換樹脂に通して不純物を除去し、メッキ液を再生させる。
三価クロム化成処理液含有排水 【参考】	(5) 1)原廃液 3 倍希釈の処理 ²⁰	硫化物処理によりコバルトイオンを取り除いた後、水酸化カルシウムを加えて三価クロムを沈殿除去して従来のめっき処理施設に合流させる。
	(5) 2)水洗水(原廃液の 100 倍希釈水)の光オゾン酸化とイオン交換処理によるリサイクル ²⁰	オゾンに紫外線を照射し、生じたヒドロキシラジカルで三価クロムを六価クロムに酸化させる。イオン交換カラムに通して六価クロムを吸着除去する。陽イオン交換塔と組み合わせることで陽イオンを取り除き、排水をリサイクルできるため排水が公共水域に出ないことになる。

6 六価クロム化合物の排水実態

(1) 水質汚濁物質排出量総合調査の結果

有害物質に係る排水基準は原則、環境基準値の 10 倍に設定されていることから、六価クロム化合物の新たな排水基準値案は 0.2mg/L が考えられる。このことを踏まえ、環境省で実施している「水質汚濁物質排出量総合調査」の結果を基に、平成 25 年度以降で六価クロム化合物の排水濃度の最大値が 0.2 mg/L を超過した業種の経年変化を表 6-1 に示す。

その結果、金属製品製造業については平成 25 年以降、毎回 0.2 mg/L を超過する濃度が検出されていた。

表 6-1 平成 25 年度以降で六価クロム化合物の排水濃度(最大値)が 0.2mg/L を超過した業種の経年変化

六価クロム化合物 単位：mg/L

産業中分類		H25 年度	H27 年度	H29 年度	R 元年度	R3 年度
15	印刷・同関連業	0.40	0.10	0.05	0.19	0.05
16	化学工業	0.10	0.10	0.10	0.05	0.50
22	鉄鋼業	0.19	0.30	0.23	0.18	0.15
24	金属製品製造業	2.00	0.69	0.47	0.46	0.50
25	はん用機械器具製造業	0.56	0.10	0.07	0.05	0.05
26	生産用機械器具製造業	0.50	0.06	0.05	-	0.05
29	電気機械器具製造業	0.24	0.05	0.07	0.11	0.04
31	輸送用機械器具製造業	0.15	0.90	0.10	0.25	0.36
58	飲食料品小売業	0.50	-	-	-	-
70	物品賃貸業	0.35	-	-	-	-
71	学術・開発研究機関	0.50	0.05	0.05	0.05	0.05
74	技術サービス業 (他に分類されないもの)	0.05	0.30	0.50	0.05	0.10
78	洗濯・理容・美容・浴場業	0.50	-	-	-	0.05
99	分類不能の産業	0.05	0.00	0.05	-	0.60

網掛け： 0.2 mg/L 超過

出典)水質汚濁物質排出量総合調査

(2) 地方公共団体への排水実態調査結果

1) 調査方法

水質汚濁防止法を所管する全ての地方公共団体に対し以下のとおり調査を行った。

調査期間：令和 4 年 5 月 9 日～6 月 10 日

調査内容：①平成 31 年 4 月 1 日以降に排水中の六価クロム化合物の濃度が 0.2mg/L を超過したことがある事業場及びその超過原因

②上乗せ排水基準の設定状況とその考え方

2) 調査結果

排水中の六価クロム化合物の濃度が 0.2mg/L を超過したことがある事業場の産業分類別の排水濃度分布を表 6-2 に示す。0.2 mg/L を超過したことがある事業場数は合計 53 件あり、主な業種は金属製品製造業であった。

53 事業場のうち、45 事業場は電気めっき施設を有しており、その他の 8 事業場は生コンクリート・セメント製造の窯業・土石製品製造業等であった。

なお、令和 2 年度水質汚濁防止法等の施行状況調査結果によると、特定施設の電気めっき施設を設置している事業場数は、1,611 件であった。

表 6-2 0.2mg/L を超過したことがある事業場の産業分類別の排水濃度分布

産業中分類		排水濃度				計
		0.2 mg/L 以下	0.2 超～0.5 mg/L 以下	0.5～1.0 mg/L	1.0 mg/L 超過	
24	金属製品製造業	0	29	7	9	45
21	窯業・土石製品製造業	0	4	0	0	4
6	総合工事業	0	1	0	0	1
18	プラスチック製品製造業	0	0	1	0	1
31	輸送用機械器具製造業	0	1	0	0	1
15	印刷・同関連業	0	1	0	0	1
計		0	36	8	9	53

3) 超過原因

排水濃度が 0.2mg/L を超えたことがある 53 事業場のうち、めっき施設を設置する 45 事業場以外の 8 事業場について、生コンクリート製造の窯業・土石製品製造業は、工程排水を再利用しており通常時に公共用水域に排出する水はない。今回の報告値は、降雨の際に排出することがある場内に貯水された水の測定結果である。そのため、公共用水域への排水において 0.2mg/L を超過したデータの報告はない。また、その他の事業場においては、処理施設に還元剤を追加するなどの対策を実施し、現在は 0.2mg/L 以下を満たしている。

4) 六価クロム化合物に係る上乗せ排水基準の設定状況

都道府県での六価クロム化合物に係る上乗せ排水基準の設定状況を表 6-3、表 6-4 に示す。調査の結果、19 自治体で上乗せ排水基準が設定されていた。また、16 自治体が 0.2 mg/L 以下の上乗せ排水基準を設定していた。

表 6-3 上乗せ排水基準設定状況（概要）

上乗せ排水基準値 [mg/L]	都道府県名
0.05	北海道、山梨県、福島県※、茨城県、東京都、神奈川県、千葉県、滋賀県、大阪府、奈良県、福岡県、熊本県
0.10	栃木県、静岡県、兵庫県※
0.20	秋田県、福島県※
0.25	京都府※、和歌山県
0.30	長野県
0.35	兵庫県※
0.40	京都府※

※複数の排水基準値を設定している都道府県

表 6-4 上乗せ排水基準設定状況（詳細）

上乗せ排水基準の適用対象	都道府県名(基準値 [mg/L])	都道府県数	備考
全ての特定事業場	山梨県(0.05)、兵庫県(0.35 または 0.1)、滋賀県(0.05)	2	・兵庫県は設置年月日で基準値が異なる
特定の水域に排出する事業場	大阪府 (0.05)、福島県(0.05 または 0.2)	3	・福島県は水域で基準値が異なる
一定の排水量以上を排出する事業場	茨城県(0.05)、静岡県 (0.1)、福岡県(0.05)	3	・茨城県の一定の日排水量値は 20 m ³ 以上* ・静岡県の一定の日排水量値は 800 m ³ 以上（畜房施設のみを設置する事業場を除く） ・福岡県の一定の日排水量値は 50 m ³ 以上* *し尿処理施設のみを設置する特定事業場を除く
特定の設置年月日に設置された事業場	神奈川県 (0.05)、東京都(0.05)、和歌山県(0.25)	3	・神奈川県は水域により適応対象となる設置年月日が異なる
一定の排水量を排出し、特定の設置年月日に設置された事業場	京都府(0.4 または 0.25)	1	・京都府は一定の日排水量値(500 m ³ 以上 2000 m ³ 未満、2000 m ³ 以上)と設置年月日で基準値が異なる
一定の排水量を排出し、特定の設置年月日に設置された事業場	長野県(0.3)	1	・長野県の一定の日排水量値は 500 m ³ 未満の事業場を除く
特定の業種	熊本県 (0.05)、栃木県 (0.1)	2	
特定の水域に排出する事業場	秋田県 (0.2)	1	
特定の設置年月日に設置された事業場	奈良県(0.05)	1	
一定の排水量以上を排出し、特定の設置年月日に設置された事業場	千葉県(0.05)	1	・千葉県の一定の日排水量値は 500 m ³ 未満の事業場を除く ・千葉県は業種及び設置年月日によっては日排水量の指定がない場合もある
一定の排水量以上を特定の水域に排出する事業場	北海道(0.05)	1	・北海道の一定の日排水量値は 2000 m ³ 以上 ・北海道は水域によっては業種及び日排水量の指定がない場合もある

黄色：0.2 mg/L 以下の上乗せ排水基準

- ¹ 環境省環境保健部環境リスク評価室、2012、化学物質の環境リスク評価第 10 巻、
<https://www.env.go.jp/chemi/report/h24-01/index.html> (2023 年 1 月 13 日取得)
- ² 中央環境審議会、2021、水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の見直しについて (第 6 次答申)、<https://www.env.go.jp/content/900437816.pdf> (2023 年 1 月 13 日取得)
- ³ BMUV(Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz), Promulgation of the New Version of the Waste Water Ordinance of 17. June 2004 this ordinance will come into force on 1 January 2005,
<https://www.bmu.de/en/law/waste-water-ordinance> (2023 年 1 月 18 日取得)
- ⁴ Government organization in Massachusetts, 360 CMR: MASSACHUSETTS WATER RESOURCES AUTHORITY, <https://www.mass.gov/doc/360-cmr-10-sewer-use> (2023 年 1 月 18 日取得)
- ⁵ 中华人民共和国生态环境部, 污水综合排放标准,
http://mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/shjbh/swrwpfbz/199801/t19980101_66568.shtml (2023 年 1 月 18 日取得)
- ⁶ 財務省、財務省貿易統計、<https://www.customs.go.jp/toukei/info/index.htm> (2023 年 1 月 13 日取得)
- ⁷ 環境省環境保健部環境安全課、PRTR インフォメーション広場
<https://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html> (2022 年 5 月 16 日取得)
- ⁸ 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 (JOGMEC)、2020、鉱物資源マテリアルフロー2020 クロム (Cr) https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2021/06/material_flow2020_Cr.pdf (2023 年 1 月 13 日取得)
- ⁹ 公益社団法人 日本水道協会、水道水質データベース
<http://www.jwwa.or.jp/mizu/index.html> (2021 年 12 月 27 日取得)
- ¹⁰ 稲本 順一; 2011, 排水処理の基本と新排水規制への対応, 表面技術, **62**(11), 535-540.
- ¹¹ 和田 洋六; 2014, めっきプラント (工場) からの排水処理とリサイクル, 表面技術, **65**(11), 504-509.
- ¹² 日本下水道協会、2016、事業場排水指導指針と解説 2016 年度版、日本下水道協会出版
- ¹³ 柏原 太郎; 1974, クロムを含む排水の処理とスラッジの対策, 環境技術, **3**(5), 337-345.
- ¹⁴ 和田 洋六; 1995, 紫外線照射を伴うオゾン酸化とイオン交換法によるクロム(VI)排水のリサイクル, 日本化学誌(化学と工業), **1995**(4), 306-313.
- ¹⁵ 和田 洋六, 黒田康弘, 直井利之, 本間隆夫; 1994, イオン交換法によるクロム(VI)の再資源化と排水のリサイクル, 安全工学, **33**(3), 157-162.
- ¹⁶ 本保 圭蔵, 石澤 三朗, 鈴木 保雄, 早川 智, 柏木 亮一; 1992, イオン交換法によるクロム(VI)のリサイクルシステム, 日本化学誌(化学と工業), **1992**(5), 464-469.
- ¹⁷ 本保 圭蔵; 1975, クロム廃水のイオン交換処理, 実務表面技術, **22**(7), 289-294.
- ¹⁸ 本保 圭蔵; 1973, クロム酸を回収する廃水処理装置 ND ミニパックについて, 実務表面技術, **20**(7), 336-340.
- ¹⁹ 森河 務, 中出 卓男; クロムめっきの環境対応, 2017 表面技術, **68**(1), 14-20.
- ²⁰ 和田 洋六; 2009, 3 価クロム化成皮膜処理排水の処理とリサイクル, 表面技術, **60**(5), 318-323.