

川崎市における化学物質の環境リスク評価（2022年度）

Environmental Risk Assessment of Chemical Substances in Kawasaki City (2022)

高居 千織 TAKAI Chiori

早川 純平 HAYAKAWA Jumpei

江原 均 EHARA Hitoshi

関 昌之 SEKI Masayuki

要旨

本市は京浜工業地帯の中核であることから、多くの化学物質が製造・使用されており、それらが環境を通じて人や生態系に影響を及ぼす可能性が懸念されている。本市では、大気経由の吸入暴露による人の健康に関する環境リスク評価を実施している。2022年度には、過去の環境リスク評価においてリスクが高いとされたエチレンオキシド、1,2-エポキシプロパン、三価クロム化合物、ナフタレンの4物質について追加評価を実施した。三価クロム化合物はレベル1（詳細な評価を行う候補と考えられる）、エチレンオキシド、1,2-エポキシプロパン及びナフタレンはレベル2（情報収集に努める必要があると考えられる）と評価された。

キーワード：環境リスク評価、化学物質

Key words: Environmental risk assessment, Chemical substances

1 はじめに

本市は京浜工業地帯の中核であることから様々な業種の事業所で多くの化学物質が製造・使用されており、環境を通じて人や生態系に影響を及ぼす可能性が懸念される。本市では、2005年度に「川崎市環境リスク評価システム」を構築し、化学物質の大気経由の吸入暴露による人の健康影響に関する環境リスク評価を実施するとともに、環境リスク低減に向けた取組を進めてきた¹⁾。2022年3月に策定された「川崎市大気・水環境計画」²⁾では、環境リスクの低減に向けた取組として、「環境リスク評価を活用した化学物質管理の促進」を掲げており、2022年11月には、「環境リスク評価を活用した事業者による自主的な化学物質管理の促進に向けた考え方について」（2022年11月川崎市環境審議会答申）³⁾を踏まえ、川崎市環境リスク評価システムに代わり「川崎市環境リスク評価ガイドライン」⁴⁾を策定し、環境リスク評価を行っていくこととした。

2021年度までに、発がん性を有する可能性がある物質や環境リスクが比較的高いと思われる物質のうち、49物質を評価した結果、15物質について環境リスクが高いと評価された⁵⁾。

2022年度は、過去の環境リスク評価の結果、市域内の環境リスクが高いと評価された4物質について、暴露量に関する科学的知見を高めるため、発生源近傍等の高濃度が予想される地点の2021年度実測調査結果を用いて、追加の環境リスク評価を実施した。

2 環境リスク評価の方法

2.1 評価対象リスク

化学物質排出移動量届出制度（以下、PRTR制度）の排出量をみると、本市から排出される化学物質の多くは大気へ排出されている。そのため、市内で排出された化学物質による住民への健康影響を考慮した場合、大気を経由

して呼吸により摂取される経路が最も影響が大きいと考えられる。

このことから、大気中の化学物質が長期間にわたって呼吸により摂取された場合（以下、吸入暴露）の健康リスクを評価対象とする。

2.2 地域区分

本市では、自然的及び社会的条件を考慮して、市域を臨海部（川崎区）、内陸部（幸区、中原区及び高津区）及び丘陵部（宮前区、多摩区及び麻生区）に分け、その地域に応じた環境施策を推進している。その考え方にに基づき、この3地域ごとに評価を行った。地域区分を図1に示す。

なお、図1に示す地域区分のうち、臨海部の産業道路以南は、主に工業専用地域（以下、工専）となることから、今回の評価対象地域から除外する。

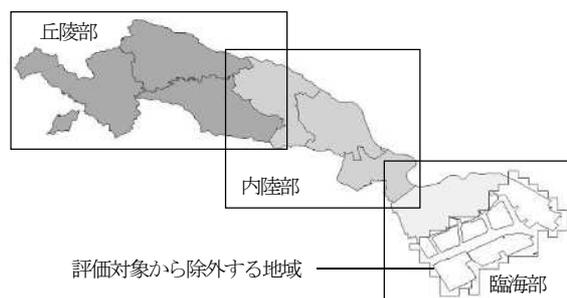


図1 地域区分

2.3 評価内容

2.3.1 初期評価

初期評価は、市域内3地域ごとに実施する。

暴露量として、実測濃度又は数理モデルによる予測濃度（以下、予測濃度）のどちらかを使用している。実測濃度は、高濃度が予想される地点で実測ができないなど、年間の暴露量を十分把握できていないと思われる場合がある。一方、予測濃度は、対象物質の環境中での挙動を数理

モデルでは十分表現できないことがあり、また、入手可能な発生源情報が限定されている等の理由により、数理モデルの信頼性には一定の限界がある。

このため、初期評価を行うにあたっては、環境リスクの過小評価をさけるため、実測濃度と予測濃度を比較し、濃度が高い方を使用する。

2.3.2 追加評価

初期評価の結果、リスクがあると判定された場合や、実測濃度測定地点の地域代表性が不十分で、予測濃度の最高値が実測濃度を上回ることがあった場合は、暴露量に関する科学的知見の信頼性を高めるため、当該地域において詳細な実測調査を行い、詳細な暴露データを取得したうえで改めて環境リスク評価を行う「追加評価」を実施する。

2.4 評価対象物質

評価対象物質は、本市において大気への排出があり、環

境基準又は指針値が設定されておらず、環境省又は独立行政法人製品評価技術基盤機構及び一般財団法人化学物質評価研究機構（以下、NITE&CERI）から吸入暴露に関する有害性指標が設定されている物質の中から、数理モデル計算を実施するうえで必要な情報（PRTR 排出量、気象データ、物性値）が入手できる物質を選定する。

今回の評価対象物質を表1に示す。追加評価の対象として、過去の環境リスク評価でリスクが高いと判定されたエチレンオキシド^{6),8)~11),13)}、1,2-エポキシプロパン^{6),13)}、三価クロム化合物^{7),10),14)}、ナフタレン^{6),8),12),13)}の4物質を選定した。初期評価は対象となる物質がなかったため、2022年度は評価を実施しなかった。

2.5 評価に使用するデータ

評価に使用する PRTR 排出量、気象データ、実測濃度、有害性指標等については、その時点で入手可能な最新のデータを用いる。

表1 評価対象物質

No.	評価対象物質	有害性の種類	これまでの環境リスク評価結果*1		
			使用した暴露濃度データ	MOE*2	判定*3
1	エチレンオキシド	発がん性 (EPI)	初：2012(実測) 追：2014, 2015, 2016, 2017, 2019 (実測)	$7.7 \times 10^{-5} \rightarrow 9.5 \times 10^{-5} \rightarrow 5.5 \times 10^{-4} \rightarrow 1.3 \times 10^{-4} \rightarrow 1.2 \times 10^{-5} \rightarrow 1.2 \times 10^{-4}$	レベル2
		発がん性以外		$2,500 \rightarrow 2,000 \rightarrow 360 \rightarrow 1,500 \rightarrow 1,600 \rightarrow 1700$	レベル3
2	1,2-エポキシプロパン	発がん性 (がん過剰発生率)	初：2012(予測) 追：2019(実測)	$4.8 \times 10^{-7} \rightarrow 2.3 \times 10^{-6}$	レベル2~3
		発がん性以外		100→21	レベル2~3
3	三価クロム化合物	発がん性以外	初：2013(実測) 追：2016, 2020(実測)	11→14→25	レベル2
4	ナフタレン	発がん性以外	初：2013(実測) 追：2014, 2018, 2019(実測)	36→55→120→33	レベル2~3

初：初期評価 追：追加評価

*1 環境リスクが最大となる地点の評価結果 *2 MOEについては2.6.3を参照 *3 判定基準は表4及び表5を参照

2.6 評価手順

川崎市環境リスク評価ガイドラインにより、評価対象物質について、吸入暴露に係る暴露量評価及び有害性指標を用いた有害性評価を行い、暴露量評価と有害性評価の結果から環境リスクを評価する。

2.6.1 暴露量評価

初期評価では、評価対象地域ごとに評価対象物質の大気濃度から吸入暴露量を算出する。各地域の大気濃度は、実測濃度又は予測濃度より求める。

暴露量の評価は、現在の限られた科学的知見の下では様々な不確実性を含んでいることから、最終的な暴露量として実測濃度と予測濃度のどちらを用いるかは、評価対象物質ごとに排出実態や物性等を考慮し、安全側に立った観点から環境リスクがより大きく評価される方を採

用している。

ただし、追加評価では精密な実測暴露データを取得したうえで環境リスク評価を行うため、実測濃度を最終的な暴露量として採用している。

2.6.1.1 数理モデルによる大気濃度の予測

数理モデルとして、経済産業省一低煙源工場拡散モデル（以下、METI-LIS）及び産業技術総合研究所一曝露・リスク評価大気拡散モデル（以下、AIST-ADMER）を組み合わせ、年間の大気濃度を予測する。

METI-LIS 及び AIST-ADMER における設定条件を表2及び表3に示す。また、例として、2014年度データを元に評価を実施したノルマルヘキサン⁶⁾の予測濃度を図2に示す。なお、数理モデルでは、地域区分の項で述べた臨海部の評価対象外区域も含めて計算が行われるため、図2

にはこの区域の濃度も含めて表示した。

最終的な予測結果である1/2地域メッシュ(約500mメッシュ)ごとの大気濃度のうち、各地域における最も高い予測濃度をその地域の暴露濃度とする。

表2 METI-LIS (ver. 3.4.2) における設定条件

項目	設定条件
計算対象物質	ガス状物質として分子量を入力
長期気象データ	日照時間は横浜地方気象台、それ以外は本市の各測定局での観測値
点源	PRTR届出排出量(大気) (本市の行政区ごとに入力) 排出高さは10m (個別情報がある場合はその高さ) 稼働パターンは終日稼働
線源	なし
建屋	なし
計算点	200m間隔にグリッド分割 高さは1.5m

表3 AIST-ADMER (ver. 3.5) における設定条件

項目	設定条件
計算範囲	神奈川県、東京都及び千葉県
気象データ	AIST-ADMER専用アメダスデータ
点源排出量	PRTR届出排出量(大気) (METI-LISで対象とした本市の行政区を除く神奈川県、東京都及び千葉県に所在する事業所)
県別排出量	PRTR届出外排出量(大気) (神奈川県、東京都及び千葉県) 排出源によりメッシュ化指標を選択
計算パラメータ	分解係数、洗浄比を使用

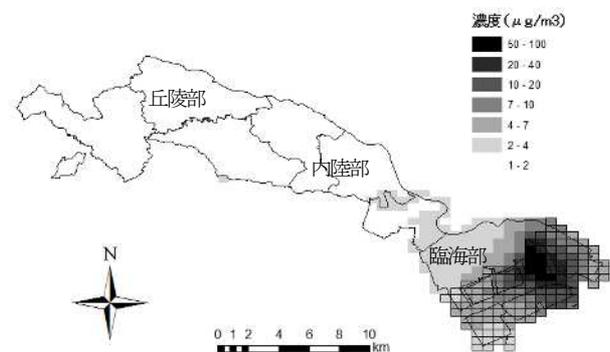


図2 数理モデル計算例
(ノルマルヘキサ(2014年度))

2.6.1.2 大気濃度の測定(初期調査)

初期調査では市内全域で調査を行う。臨海部では大師一般環境大気測定局及び池上自動車排出ガス測定局、内

陸部では中原一般環境大気測定局、丘陵部では多摩一般環境大気測定局における実測濃度をその地域の暴露濃度とした。ただし、臨海部の2地点については、大師一般環境大気測定局と池上自動車排出ガス測定局の実測濃度を比べて高い方を暴露濃度とする。測定地点を図3に示す。なお、2022年度に初期評価対象となる物質がなかったため、2021年度の実測調査は行わなかった。



図3 初期調査の測定地点

2.6.1.3 大気濃度の測定(追加調査)

表1に示す4物質については、過去のリスク評価結果でレベル2となる地点のあった臨海部において追加調査を行った。実測地点は、発生源の配置及び予測濃度分布を参考にし、高濃度が予測される地点を選定した。

2.6.2 有害性評価

環境省の「化学物質の環境リスク評価」¹⁵⁾で採用された有害性指標及び不確実性等を整理し、引用した。

2.6.3 環境リスクの評価及び判定

環境リスクの評価及び判定は、各有害性指標の引用元の手法に基づき行っている。

環境省の「化学物質の環境リスク評価」では、発がん性以外の影響の評価において、不確実性を考慮し、無毒性量(mg/m³)と暴露濃度からMOE(Margin of Exposure: 暴露幅)を算出している(式(1))。また、発がん性の評価においては、がん過剰発生率が5%になる濃度(以下、TC_{0.05})を用いる場合にはEPI(Exposure/Potency Index: 曝露量/発がん強度比率)を算出(式(2))する他、ユニットリスク実測濃度から、生涯のがん過剰発生率を算出(式(3))しており、算出されたMOE、EPI、がん過剰発生率についてリスクの判定を行っている。

$$MOE = \text{無毒性量等 (mg/m}^3) \div \text{暴露濃度 (}\mu\text{g/m}^3) \times 1,000 (\mu\text{g/mg)} \quad \dots \text{式(1)}$$

$$EPI = \text{暴露濃度 (}\mu\text{g/m}^3) \div TC_{0.05} (\text{mg/m}^3) \div 1,000 (\mu\text{g/mg)} \quad \dots \text{式(2)}$$

$$\text{がん過剰発生率} = \text{ユニットリスク ((}\mu\text{g/m}^3)^{-1}) \times \text{実測濃度 (}\mu\text{g/m}^3) \quad \dots \text{式(3)}$$

一方、NITE&CERIの「初期リスク評価書」¹⁶⁾では、NOAEL(無毒性量)換算値、LOAEL(最小毒性量)換算値(mg/kg/日)及び1日推定吸入摂取量(μg/kg/日)からMOEを算出し(式(4))、MOEと不確実係数積(すべての不確実係数

を掛け合わせた値)を比較して、リスクを判定している。
 なお、1日推定吸入摂取量は、暴露濃度(μg/m³)から人の呼吸量(20m³/人/日)と体重(50kg/人)を用いて算出する。

$$MOE = \text{NOAEL 換算値等}(\text{mg/kg/日}) \div \text{1日推定吸入摂取量}(\mu\text{g/kg/日}) \times 1,000(\mu\text{g/mg}) \dots \text{式(4)}$$

表4 環境省の手法に基づくリスクの判定基準及び本市におけるリスクの判定

環境省の判定基準			本市におけるリスクの判定	
発がん性以外	発がん性		レベル	内容
MOE	EPI	がん過剰発生率		
10未満	2.0×10 ⁻⁴ 以上	10 ⁻⁵ 以上	1	詳細な評価を行う候補と考えられる
10以上 100未満	2.0×10 ⁻⁵ 以上 2.0×10 ⁻⁴ 未満	10 ⁻⁶ 以上 10 ⁻⁵ 未満	2	情報収集に努める必要があると考えられる
100以上	2.0×10 ⁻⁵ 未満	10 ⁻⁶ 未満	3	現時点では作業は必要ないと考えられる

表5 NITE&CERIの手法に基づくリスクの判定基準及び本市におけるリスクの判定

NITE&CERIの判定基準	本市におけるリスクの判定	
	レベル	内容
MOE ≤ 不確実係数積	1	現時点では人健康に悪影響を及ぼすことが示唆され、詳細な調査、解析、評価等を行う必要がある候補物質である
不確実係数積 < MOE	3	現時点では人健康に悪影響を及ぼすことはない判断する

2.6.3.1 リスク指標

有害性は、発がん性と発がん性以外の健康影響に分けて評価する。発がん性の有害性指標として、NOAEL換算値、TC_{0.05}又はユニットリスクを、発がん性以外の有害性指標として、LOAEL換算値又は無毒性量等を引用する。

2.6.3.2 リスクの判定

それぞれリスク指標の大きさによりレベル分けし、リスクの判定を行う。表4及び表5にリスクの判定基準及び本市におけるリスクの判定を示す。

3 環境リスク評価の結果

物質ごとの暴露量、有害性及び環境リスクの評価結果を以下に示す。

3.1 暴露量の評価結果

調査を行った結果、得られた実測濃度の年平均値を暴露量として使用した。なお、実測濃度と予測濃度の比較も行った。

3.1.1 エチレンオキシド

エチレンオキシドに係る実測地点(7地点)における年平均値及び実測地点が属するメッシュにおける予測濃度を表6に示す。全ての地域において、概ね実測濃度の方が高い傾向にあった。濃度分布は実測と予測ともに発生源近傍が最大であり、発生源からの距離減衰も明確に表れている。

3.1.2 1,2-エポキシプロパン

1,2-エポキシプロパンに係る実測地点(7地点)における年平均値及び実測地点が属するメッシュにおける予測濃度を表7に示す。全ての地域において、実測濃度の方

が高い傾向にあった。濃度分布は実測と予測ともに発生源近傍が最大であり、発生源からの距離減衰も明確に表れている。

表6 エチレンオキシドの予測濃度と実測濃度(年平均値)

地点番号	実測濃度(2021年度)	予測濃度(2020年度)
E0-1	0.079	0.038
E0-2	0.11	0.041
E0-3	0.11	0.041
E0-4	0.11	0.029
E0-5	0.068	0.023
E0-6	0.064	0.038
E0-7	0.062	0.022

表7 1,2-エポキシプロパンの予測濃度と実測濃度(年平均値)

地点番号	実測濃度(2021年度)	予測濃度(2020年度)
P0-1	0.095	0.064
P0-2	0.32	0.070
P0-3	0.27	0.10
P0-4	0.16	0.047
P0-5	0.097	0.029
P0-6	0.062	0.031
P0-7	0.071	0.020

3.1.3 三価クロム化合物

クロム及び三価クロム化合物の実測地点（7地点）における年平均値及び実測地点が属するメッシュにおける予測濃度を表8に示す。実測濃度が予測濃度より1～2桁高い結果となっており、PRTR排出量（届出及び届出外排出量）の過小評価や、考慮されていない発生源の影響があるものと推察されるものの、実測地点の配置は、予測濃度の平面分布から判断し臨海部（除工専）の高濃度域を概ね網羅しているものと考えられる。

なお、三価クロム化合物は2014年度、2017年度、2021年度に環境リスク評価を行っている。実測調査を行った2013年度、2016年度の時点では、大気粉じん中のクロム及びその化合物（以下、全クロム）中の三価クロム化合物のみを測定する方法が確立されていなかったことから、安全側に評価できるよう、全クロム濃度で評価を実施し、その結果を三価クロム化合物の暴露量の評価結果としてきた。2019年3月に六価クロム化合物の分析法が確立されたことにより、2021年度以降の評価では、全クロム濃度から六価クロム化合物濃度を差し引いてクロム及び三価クロム化合物濃度を求め、その値を三価クロム化合物の暴露量として評価した。

表8 クロム及び三価クロム化合物の実測濃度と予測濃度（年平均値）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

地点 番号	実測濃度 (2021年度)	予測濃度 (2020年度)
Cr-1	0.022	0.0019
Cr-2	0.051	0.0015
Cr-3	0.039	0.0010
Cr-4	0.031	0.0013
Cr-5	0.013	0.0008
Cr-6	0.014	0.00092
Cr-7	0.023	0.00080

3.1.4 ナフタレン

ナフタレンに係る実測地点（7地点）における年平均値及び実測地点が属するメッシュにおける予測濃度を表9に示す。実測濃度と予測濃度は概ね近い値となっていた。濃度分布は実測濃度と予測濃度いずれも排出量が多い発生源近傍で濃度が高くなり、発生源からの距離減衰も表れている。これらのことから、市内における濃度予測の信頼性は、許容できる範囲にあると思われる。

3.2 有害性の評価結果

評価において引用した有害性指標と不確実係数を表10に示す。今回対象とした物質は、環境省の「化学物質の環境リスク評価」からのみ有害性指標等の情報が得られた。

表9 ナフタレンの実測濃度と予測濃度（年平均値）（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

地点 番号	実測濃度 (2021年度)	予測濃度 (2020年度)
Np-1	0.27	0.15
Np-2	0.21	0.14
Np-3	0.32	0.18
Np-4	0.27	0.11
Np-5	0.26	0.082
Np-6	0.31	0.063
Np-7	0.22	0.085

3.3 本市における環境リスクの評価結果

評価結果を表11に示す。

エチレンオキシドは、MOE、EPIを算出した。発がん性以外の影響において全地点でレベル3、発がん性においては全地点でレベル2となった。

1,2-エポキシプロパンは、MOE、がん過剰発生率を算出した。発がん性以外の影響及び発がん性の両方について、3地点でレベル2となり、その他4地点はレベル3となった。

三価クロム化合物は、発がん性以外の影響について評価を行っており、MOEを算出したところ、レベル1となる地点が1地点あり、その他の6地点はレベル2となった。

ナフタレンは発がん性以外の影響について評価を行っており、MOEを算出したところ、全地点でレベル2となった。

レベル1または2となる地点が存在していることから、今後もこの4物質については定期的に調査、環境リスク評価を行っていく。

4 まとめ

本市において大気へ排出がある物質の中で、環境リスク評価を実施するうえで必要な情報（有害性指標、PRTR排出量、実測濃度）が入手できる物質について、環境リスク評価を実施した。

2022年度は、過去の環境リスク評価結果においてリスクが高いと判定された4物質について追加評価を行った。三価クロム化合物はレベル1、エチレンオキシド、1,2-エポキシプロパン、ナフタレンはレベル2と判定される地点があり、今後も継続して調査、環境リスク評価を行っていく必要がある。

謝辞

化学物質の環境リスク評価の実施にあたり、川崎市化学物質対策有識者ヒアリングの委員の方々から多大なる御指導と御鞭撻を賜りました。ここに深謝の意を表します。

表 10 引用した有害性指標

No.	物質名	有害性の種類	有害性指標*	不確実係数	引用元
1	エチレンオキシド	発がん性	TC _{0.05} 2.2 mg/m ³ ラット 雌の単核球性白血病	—	環境省
		発がん性以外	無毒性量等 0.43 mg/m ³ NOAEL ヒト 末梢神経障害など	—	環境省
2	1,2-エポキシプロパン	発がん性	ユニットリスク 3.7×10 ⁻⁶ (g/m ³) ⁻¹ マウス 腫瘍の発生	—	環境省
		発がん性以外	無毒性量等 1.3 mg/m ³ LOAEL ラット 鼻腔上皮細胞の変性	LOAEL : 10	環境省
3	三価クロム化合物	発がん性以外	無毒性量等 0.005 mg/m ³ LOAEL ラット リンパ組織増生、肺胞の慢性炎症やⅡ型 肺胞上皮の増殖など	LOAEL : 10 試験期間 : 10	環境省
4	ナフタレン	発がん性以外	無毒性量等 0.94 mg/m ³ LOAEL マウス 鼻粘膜の変性	LOAEL : 10	環境省

LOAEL : 最小毒性量

* 環境省の有害性指標を用いた場合は、動物実験や発がん性の不確実性を考慮して（動物実験からの有害性指標の場合、無毒性量等をさらに10で除す等）リスク評価に使用した。

表 11 追加評価の結果

No.	評価対象物質	有害性の種類	追加評価結果*		前回の評価結果		
			評価値	判定	暴露濃度 データ	評価値	判定
1	エチレンオキシド	発がん性以外(MOE)	3900	レベル3	2019 実測	1700	レベル3
		発がん性(EPI)	5.0×10 ⁻⁵	レベル2	2019 実測	1.2×10 ⁻⁴	レベル2
2	1,2-エポキシプロパン	発がん性以外(MOE)	41	レベル2	2019 実測	21	レベル2
		発がん性 (がん過剰発生率)	1.2×10 ⁻⁶	レベル2	2019 実測	2.3×10 ⁻⁶	レベル2
3	三価クロム化合物	発がん性以外(MOE)	9.8	レベル1	2020 実測	25	レベル2
4	ナフタレン	発がん性以外(MOE)	59	レベル2	2019 実測	33	レベル2

*地点別のリスク判定結果のうち、最も高レベルの結果を記載した。

文献

1) 小林勉：川崎市における化学物質の環境リスク低減に関する取組、環境管理、Vol. 48 (No. 12)、24～31 (2012)

2) 川崎市：川崎市大気・水環境計画について
<https://www.city.kawasaki.jp/300/page/0000138183.html>

3) 川崎市環境審議会からの答申「環境リスク評価を活用した事業者による自主的な化学物質管理の促進に向けた考え方について」
<https://www.city.kawasaki.jp/kurashi/category/29-1-3-11-0-0-0-0-0-0.html>

4) 川崎市：川崎市環境リスク評価ガイドライン
<https://www.city.kawasaki.jp/templates/outline>

/cmsfiles/contents/0000144/144406/221122guide1ine.pdf

5) 川崎市：環境リスク評価書
<https://www.city.kawasaki.jp/300/page/0000013863.html>

6) 西村和彦、福永顕規、吉川奈保子、富樫眞一、小林勉、中村弘造：川崎市における化学物質の環境リスク評価(2013年度)、川崎市環境総合研究所年報、第2号、35-41 (2014)

7) 関昌之、西村和彦、福永顕規、富樫眞一、佐々田丈瑠、原美由紀：川崎市における化学物質の環境リスク評価(2014年度)、川崎市環境総合研究所年報、第3号、33-39 (2015)

8) 関昌之、福永顕規、西村和彦、原美由紀：川崎市にお

- ける化学物質の環境リスク評価 (2015 年度)、川崎市環境総合研究所年報、第 4 号、42-50 (2016)
- 9) 時岡泰孝、福永顕規、西村和彦、井上雄一：川崎市における化学物質の環境リスク評価 (2016 年度)、川崎市環境総合研究所年報、第 5 号、51-19 (2017)
 - 10) 時岡泰孝、福永顕規、井上雄一：川崎市における化学物質の環境リスク評価 (2017 年度)、川崎市環境総合研究所年報、第 6 号、43-51 (2018)
 - 11) 時岡泰孝、福永顕規、井上雄一：川崎市における化学物質の環境リスク評価 (2018 年度)、川崎市環境総合研究所年報、第 7 号、44-51 (2019)
 - 12) 時岡泰孝、金井正和、喜内博子：川崎市における化学物質の環境リスク評価 (2019 年度)、川崎市環境総合研究所年報、第 8 号、43-50 (2020)
 - 13) 目良啓、菊地美加、金井正和、今村則子：川崎市における化学物質の環境リスク評価 (2020 年度)、川崎市環境総合研究所年報、第 9 号、47-56 (2021)
 - 14) 高居千織、目良啓、江原均、今村則子：川崎市における化学物質の環境リスク評価 (2021 年度)、川崎市環境総合研究所年報、第 10 号、77-82 (2022)
 - 15) 環境省：化学物質の環境リスク初期評価
<https://www.env.go.jp/chemi/risk/index.html>
 - 16) 独立行政法人製品評価技術基盤機構及び一般財団法人化学物質評価研究機構：「有害性評価書」及び「化学物質の初期リスク評価書」
https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/systemTop