

液晶パネル用ガラスの材料フロー分析と含有塩素成分の環境影響評価

小谷 健輔, 益永 茂樹 (横浜国立大学) d09hf009@ynu.ac.jp

背景

ダイオキシン問題が波及してきている

～ハロゲンフリー、グリーンな製品を～

各工業会の規格 (JPCA規格, IEC 規格, IPC 規格)
→ OOppm以下に...

企業独自の環境方針でハロゲン含有量規格を強化
例① 工業会の基板の含有量規格を製品部品全体にまで拡大
例② 工業会よりも含有濃度の規格を下げる 等

～疑問～
塩素含有量規格を厳しくする必要はあるのか?

目的

ダイオキシン類

ヒト健康影響に着目し、液晶パネル用 (LCD) ガラスの含有塩素規格に起因するリスクを定量化
⇒規格厳格化の妥当性を検証

方法

LCDガラスの焼却廃棄量の推定 (①)

ダイオキシン類排出量の推定 (②)

ダイオキシン類によるヒト健康リスクの評価 (③, ④, ⑤)

①材料フロー分析によるLCDガラスの焼却廃棄量推定

$$W_t(y) = 1 - \exp[-\{y/y_{av}\}^b \times \{\Gamma(1+1/b)^b\}]$$
$$f_t(i) = W_t(i+0.5) - W_t(i-0.5)$$
$$U_{waste,t} = \sum \{U_{Shipment,t-1} \times f_t(i)\}$$
$$G_t = w \times \{U_{waste,t} \times (1-R)\}$$

$W_t(y)$: 累積の製品使用年数分布, y_{av} : 平均使用年数
 Γ : ガンマ関数, b : 分布の幅を示すパラメータ
 $f_t(i)$: i 年度に出荷された製品が t 年度に使用済みとなる割合
 $U_{waste,t}$: t 年度における使用済み台数
 $U_{Shipment,t}$: t 年度における国内出荷台数
 G_t : t 年度におけるLCDガラスの廃棄重量[kg]
 w : ガラス重量[kg], R : リサイクル率及びリユース率

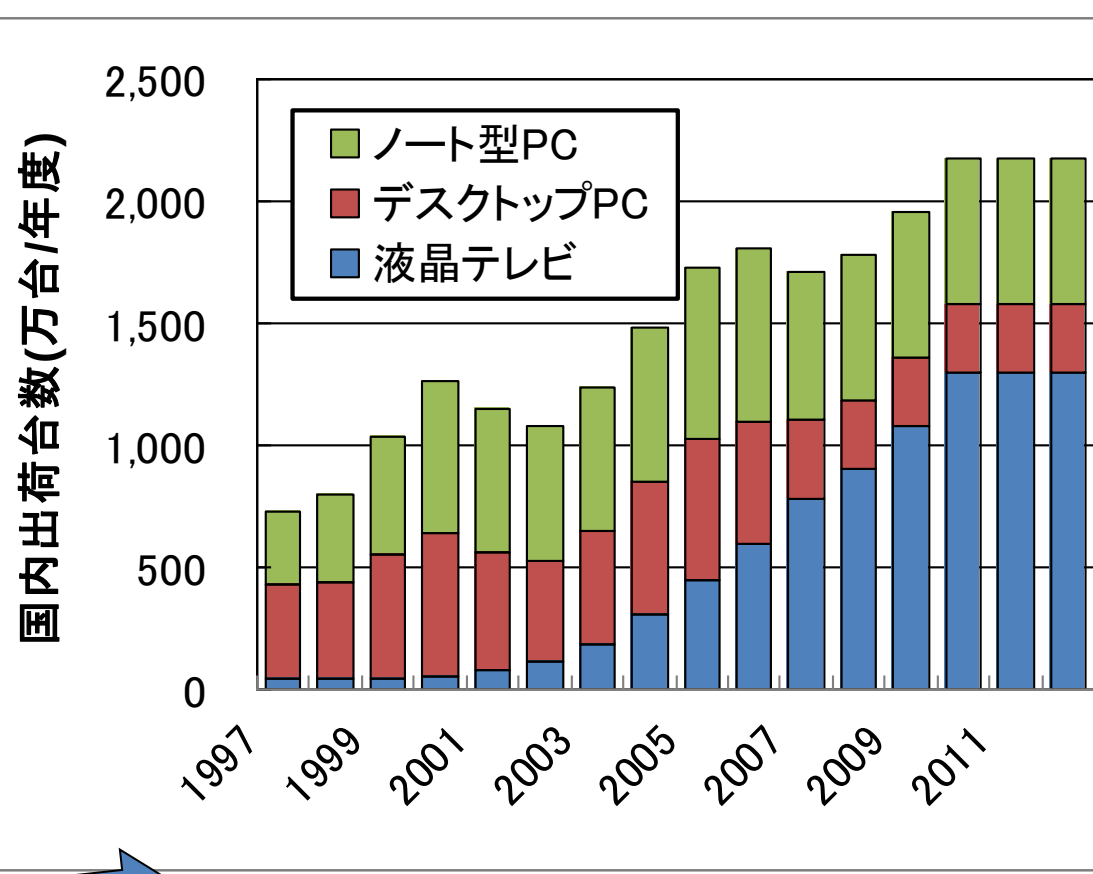


図 大型電気電子製品の国内出荷台数の推移 [1]

各電気電子製品の出荷台数は2011年以降2010年の出荷台数を維持すると仮定

$$G_{waste-small E \& E} = Waste_{Japan} \times Waste_{rate} \times G_{rate}$$

$G_{waste-small E \& E}$: 小型電気電子製品由来の年間LCDガラスの一般廃棄物重量
 $Waste_{Japan}$: 日本の年間一般廃棄物重量, $Waste_{rate}$: 小型電気電子製品の重量割合
 G_{rate} : 小型電気電子製品中のガラス重量割合

参考 [2] [3] [4]

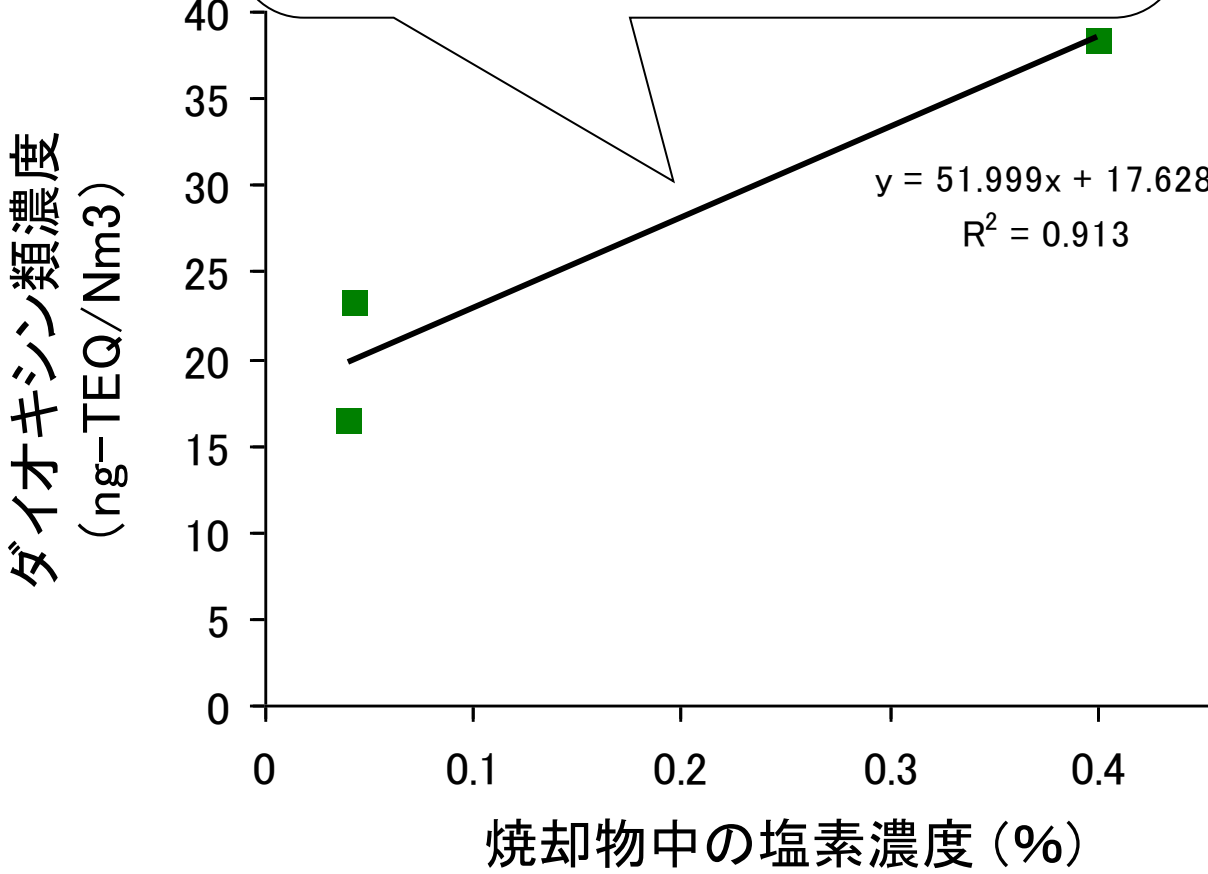
②ダイオキシン類排出量推定

$$\Delta DNX_{conc} = \frac{DXN_{conc}}{Cl_{conc}} \times \Delta Cl_{conc}$$
$$\Delta DNX_{emission} = \Delta DNX_{conc} \times Unit \times Mass \times 10^{-9}$$

ΔDNX_{conc} : LCDガラス中塩素由来の排ガス中ダイオキシン類濃度[ng-TEQ/Nm³]
 DXN_{conc} : 排ガス中ダイオキシン類濃度[ng-TEQ/Nm³]
 Cl_{conc} : 廃棄物中塩素濃度[%]
 ΔCl : LCDガラス由来の廃棄物中塩素濃度[%]
 $\Delta DNX_{emission}$: LCDガラス中塩素由来のダイオキシン類排出量[g/year]
 $Unit$: 排ガス量原単位[Nm³/t], $Mass$: 焼却量[t/year]

既往文献レビュー

→塩素濃度増分あたりのダイオキシン類排出濃度が大きいものを抽出 [6]



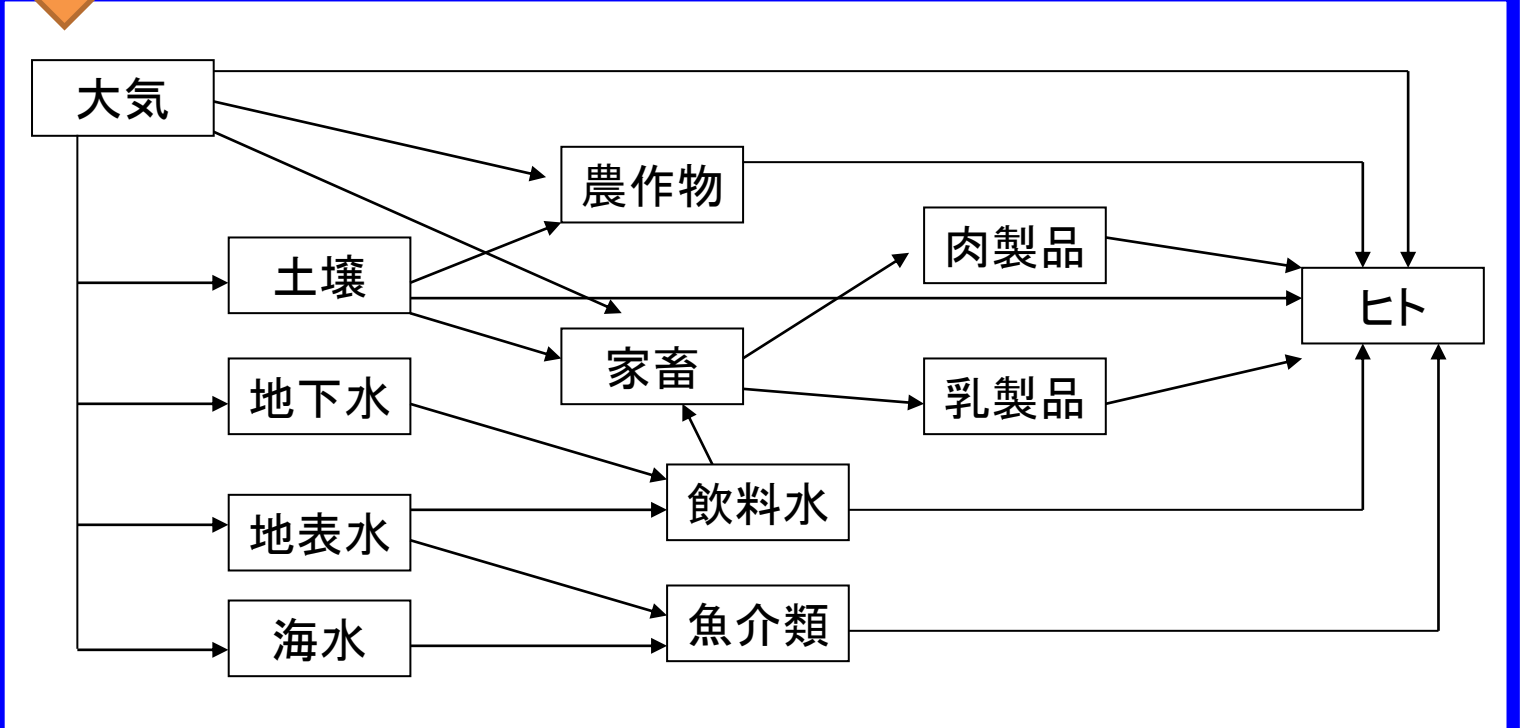
③ダイオキシン類曝露量推定



一般廃棄物焼却場

多媒体モデルMuSEM[10]を使用

Input 2,3,7,8-TCDDの物性値[14]~[21]
大気への排出量



④ヒト健康リスクの算出

発がんリスク (閾値無しモデル)
→損失余命に換算

$$Risk = DXN_{intake} \times SF$$
$$LLE = Risk \times 12.6 \text{ years}$$

$Risk$: 発がんリスク[-]
 DXN_{intake} : ダイオキシン類曝露量[pg/kg/day]
 SF : ダイオキシン類の発がんスロープファクター[pg/kg/day]⁻¹[11]
 LLE : ダイオキシン類による損失余命
12.6 years: 発がん一件あたりの損失余命年数[11]

⑤他ヒト健康リスクと比較

まとめ

ワーストケースを設定

=リスクを非常に過大に見積もる設定

それでも...

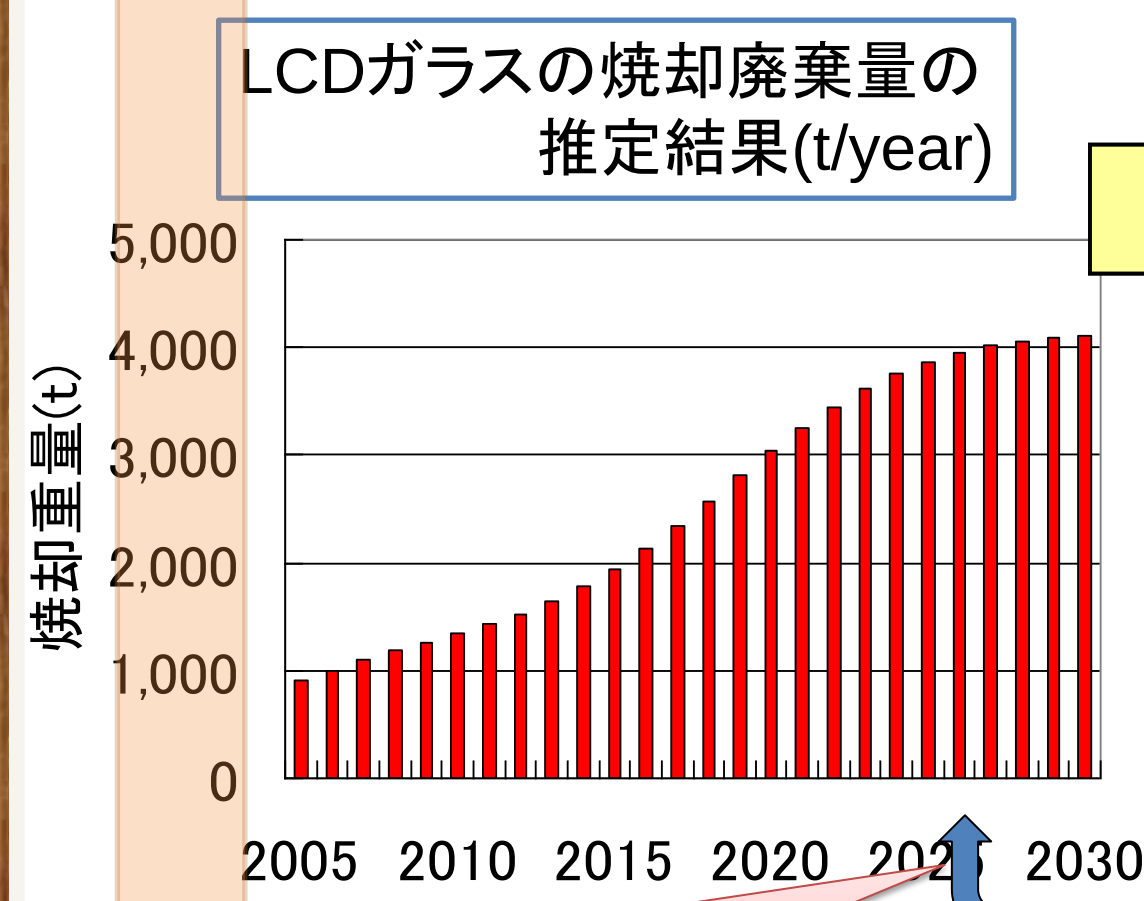
実質安全の領域のリスクしか有さない

～結論～

製品中の塩素含有量に対するさらなる規格の厳格化はヒト健康リスクの観点からは妥当とは言い難い

結果

LCDガラス焼却廃棄量の推定 (①)



ワーストケースを想定するため焼却量を過大に推定

ダイオキシン類排出量の推定 (②)

0.18 g-TEQ/year

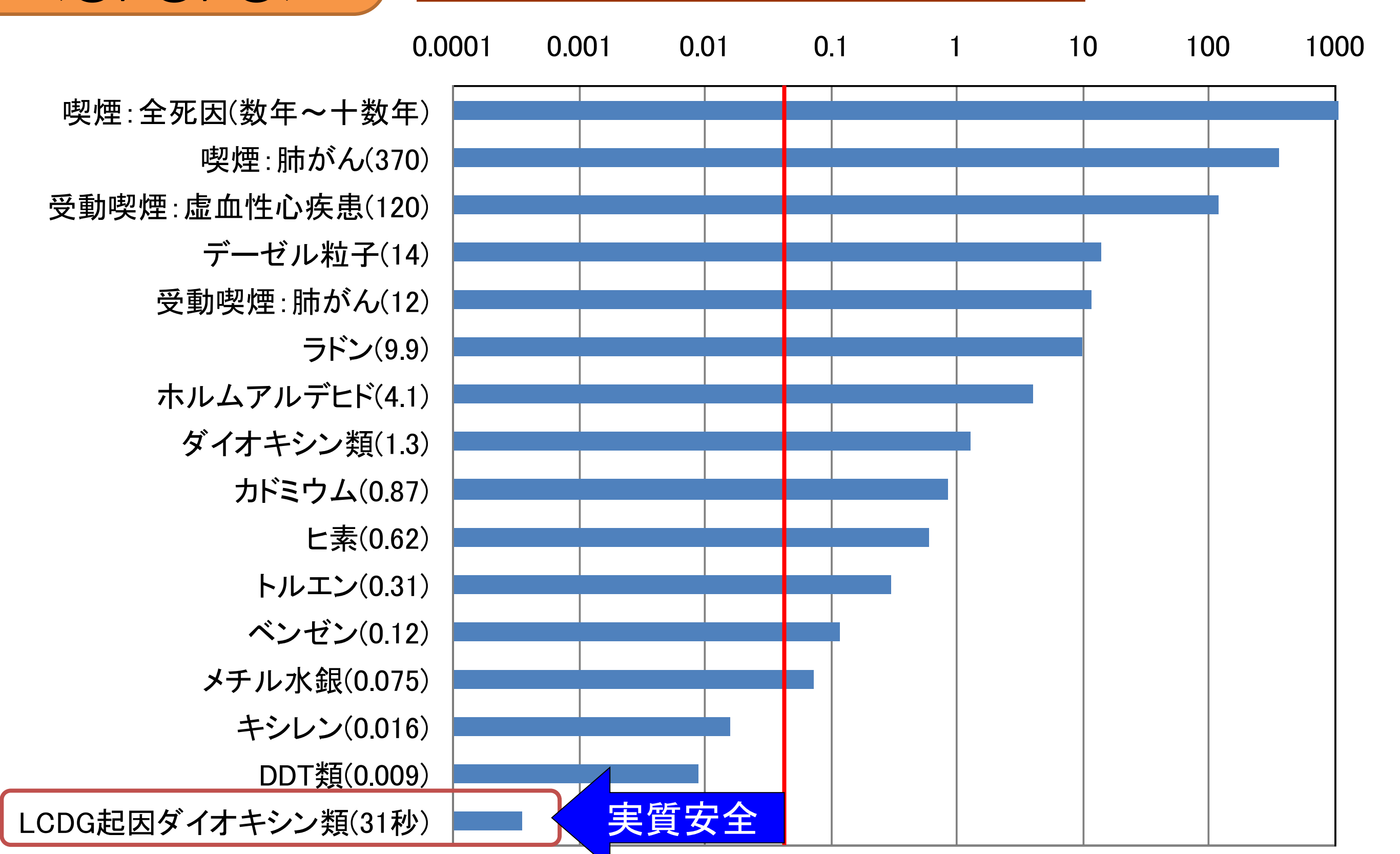
排気量の最も多い2030年時の排出量を抽出

ワーストケースの設定でも全体の0.084%以下

(平成20年の日本全体のダイオキシン類の排出量は215~223 g-TEQ/year) [8]

ダイオキシン類によるヒト健康リスク (③, ④, ⑤)

発がんリスク: 7.82×10^{-8}
→損失余命: 31秒



損失余命によるヒト健康リスクの比較 [年] [11]

参考文献 [1] JEITA: 統計資料, 入手先, <http://www.jeita.or.jp/japanese/stat/> [2] 田崎智宏 他: 廃棄物学会論文誌 12(2) 49-58 (2001) [3] 小口正弘: 博士論文 (2007) [4] 田崎智宏 他: 廃棄物資源循環学会研究発表会, 名古屋大学 A2-4 (2009) [5] H. G. Rigo, et al.: ASME Research Report 36 (1995) [6] H. Mattila, et al.: Chemosphere 25(11) 1599-1609 (1992) [7] Frankenfaeuse, et al.: Chemosphere 27(1-3) 309-316 (1993) [8] 環境省: ダイオキシン類の排出量の目録 (2009) [9] 環境省: ダイオキシン類の蓄積・ばく露状況及び臭素系ダイオキシン類の調査結果について (2009) [10] 国立環境研究所: 公開データ, 入手先, <http://www.nies.go.jp/risk/public/museum.html> [11] Gamo, et al.: Chemosphere 53(4) 277-284 (2003) [12] 国立環境研究所: 国立環境研究所研究報告, 第191号 (2006) [13] 中西準子ら: 詳細リスク評価書, 9 (2006) [14] 及川智: 東京都環境科学研究所年報 p.129-135 (2003) [15] Fiedler H et al.: Chemosphere 20(10-12) 1597-1602 (1990) [16] Rordorf BF, et al.: Chemosphere 18(1-6) 783-788 (1989) [17] Rordorf BF, et al.: Chemosphere 15(9-12) 1325-1332 (1986) [18] Burkhard LP, et al.: Chemosphere 15(2) 163-167 (1986) [19] TOXNET HSDB (Hazardous Substances Data Bank) (<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>) [20] Handbook of environmental degradation rates (1991) [21] Illustrated handbook of physical-chemical properties and environmental fate for organic chemicals (1992-1997) [22] Sinkhonen S, et al.: Chemosphere 40(9-11) 943-949 (2000)