

有機ハイドライド方式の水素スタンドの 環境影響評価について

ヒトへの急性曝露影響

ヒトへの急性曝露影響

トルエンの急性曝露ガイドラインレベル (AEGL; Acute Exposure Guideline Level)

AEGL-1 (顕著な不快感、刺激、無症状・無知覚の影響) 相当	250mg/m ³
AEGL-2 (中枢神経系への明確な影響) 相当	2,900mg/m ³
AEGL-3 (急性致死) 相当	20,000mg/m ³

NRC, Acute Exposure Guideline Level for Selected Airborne Contaminants, National Research Council, 17, pp.1-472 (2014)

メチルシクロヘキサンの急性影響

AEGL-1 (顕著な不快感、刺激、無症状・無知覚の影響) 相当 690mg/m³と設定
(ラットの無毒性濃度は20,600mg/m³)

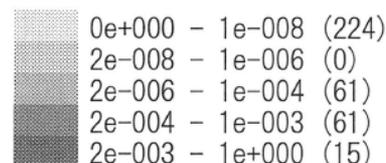
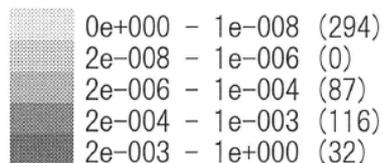
シミュレーション条件 (ソフトウェア; 産総研で開発中の急性影響ツール)

	化学物質漏洩拡散
化学物質	トルエン、メチルシクロヘキサン (MCH)
発生源 (液だまりから蒸発拡散)	・トルエン: 40KLタンクから7m/secの線速で漏洩 ・MCH: 配管からポンプ吐出圧力0.28MPaで漏洩
漏洩時間	30分間
気象条件	近隣観測所の風向・風速・大気安定度出現頻度データ
解析グリッドポイント	観察点: 発生点から半径100、200m 10mメッシュ、地上1.5m

ヒトへの急性曝露影響

急性毒性影響（顕著な不快感）のリスク分布

ステーションおよび20～50m周辺で年間のリスクが 10^{-3} を超えたが、顕著な不快感といった比較的軽微な影響であり、中枢神経系への影響や急性致死のリスクはまったく無かった。



化学物質の漏洩拡散によるヒトへの急性毒性影響（顕著な不快感）のリスク分布

左：トルエン 右：メチルシクロヘキサン

（単位：/年、中央が水素ステーション、凡例の括弧内数字は該当する10mメッシュの数を示す）

ヒトへの慢性健康影響

シミュレーション条件

化学物質	メチルシクロヘキサン (MCH) 、トルエン
排出源	地下タンク通気管, 高さ4m
排出量	MCH: 575kg/年 トルエン: 223kg/年 ※1ステーションで60台/日充てんした場合のMCH受入量及びトルエン払出量を基に、各物質の分子量及び蒸気圧等により計算
気象条件	AMeDAS(2009年)
計算点	5m間隔(排出点から25m範囲), 20m間隔(排出点から500m範囲)

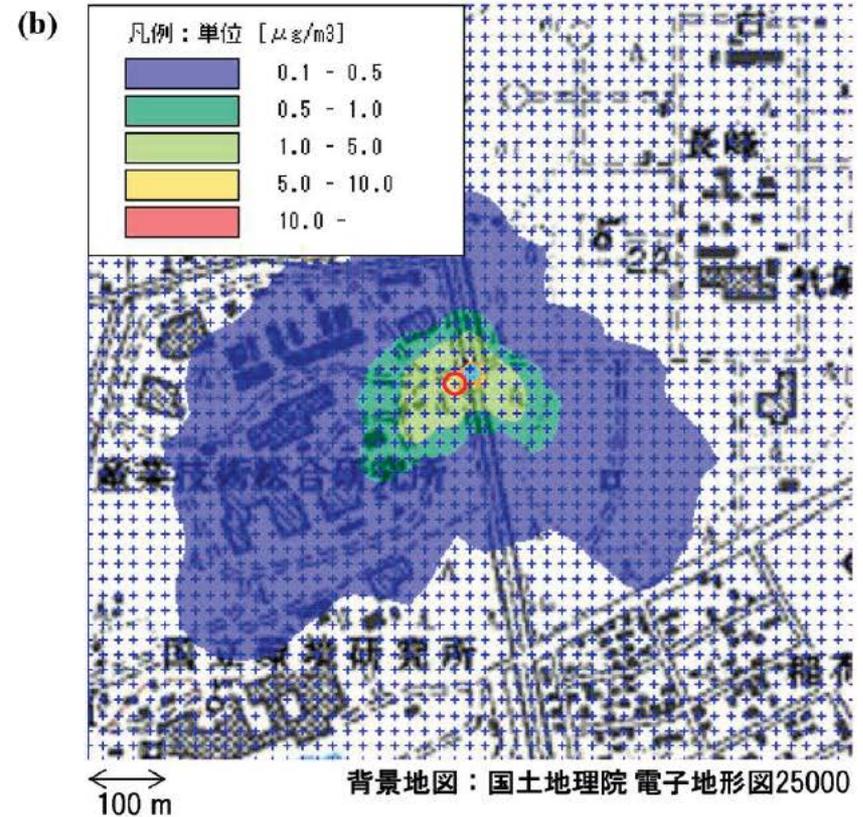
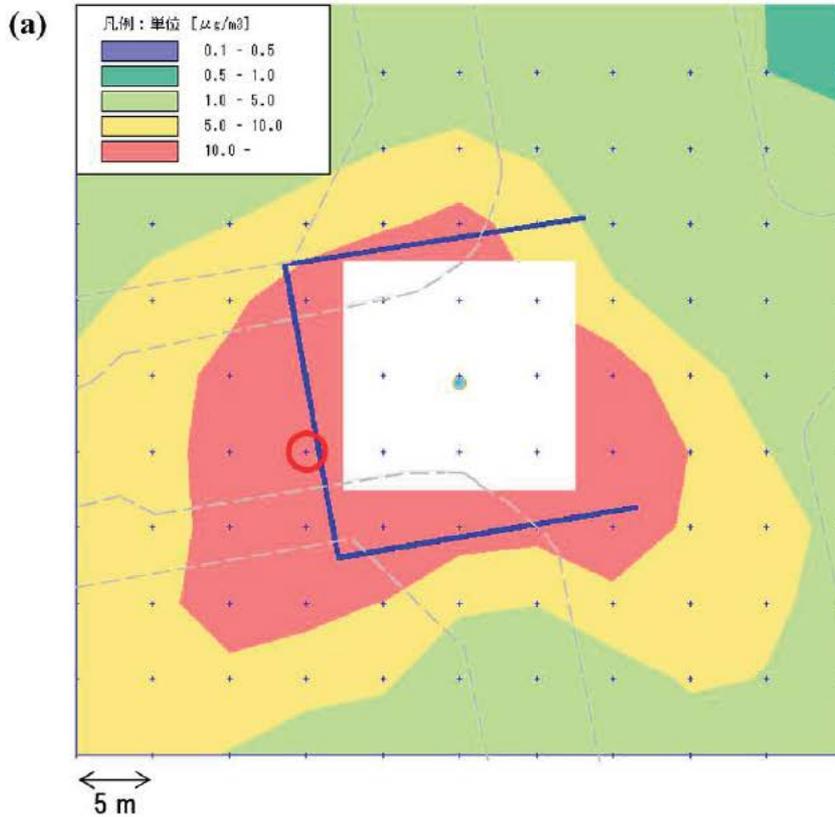
ヒトへの慢性健康影響

対象物質	メチルシクロヘキサン (MCH) 、トルエン	
評価方法	ハザード比(HQ ; Hazard Quotient) EHE(ヒトへの推定暴露量)とTDI(耐容一日摂取量)の比 1を超える場合はリスクあり、1を超えない場合はリスクなしと評価する*1。	ハザード指数(HI ; Hazard Index) 同じ標的器官に影響を与える複数の化学物質のハザード比(HQ)の合計値 1を超える場合はリスクあり、1を超えない場合はリスクなしと評価する*1。
エンドポイント (有害性を示す事象)	両物質の影響が共通に見られた「中枢神経系」、「血液」、「腎臓」への影響、および物質固有の影響が見られた「体重減少」および「器官重量」(MCH)、「鼻部」(トルエン)への影響を選択	両物質の影響が共通に見られた「中枢神経系」、「血液」、「腎臓への影響」を選択
ヒト無毒性濃度	MCH: 生殖毒性併合試験結果をPBPKモデルにより経路間外挿、ラット試験結果より設定 トルエン: 米EPA、労働者を対象とした疫学研究結果、ラット試験結果より設定	

*1: 独立行政法人製品評価技術基盤機構 “化学物質のリスク評価について”より

ヒトへの慢性健康影響

水素ステーション周辺の大気中MCH濃度の分布



水素ステーション周辺の大気中MCH濃度の分布

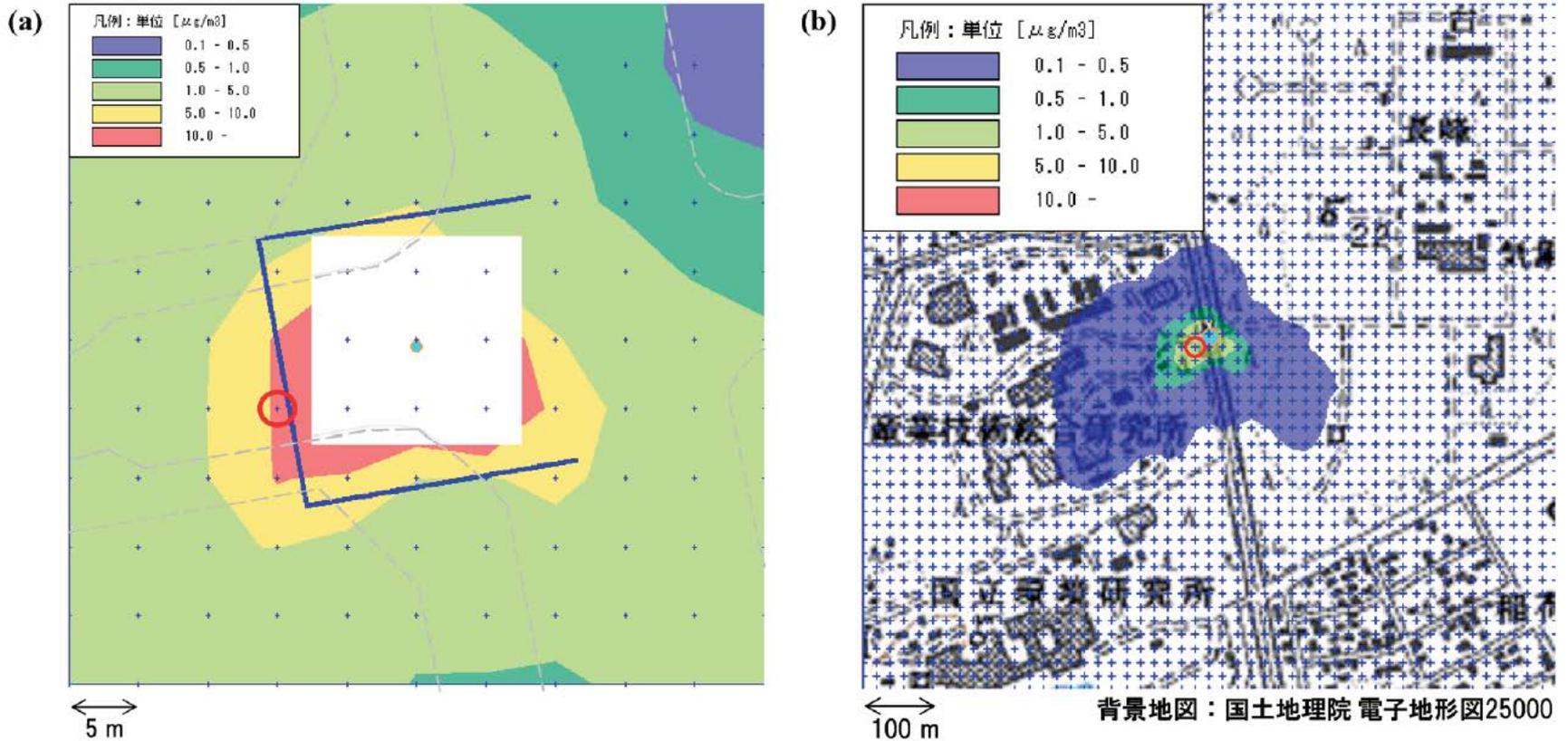
(a)5m間隔で計算点を設定 (b)20m間隔で計算点を設定

●は排出源の位置，○は最高濃度の計算点を示す。

(a)の青線は防火壁の位置を示し、排出源を中心とする色なしの部分は建物ダウンウォッシュを考慮した場合に計算対象外となる部分

ヒトへの慢性健康影響

水素ステーション周辺の大気中トルエン濃度の分布



水素ステーション周辺の大気中トルエン濃度の分布

(a)5m間隔で計算点を設定 (b)20m間隔で計算点を設定

●は排出源の位置，○は最高濃度の計算点を示す。

(a)の青線は防火壁の位置を示し、排出源を中心とする色なしの部分は建物ダウンウォッシュを考慮した場合に計算対象外となる部分

ヒトへの慢性健康影響

算出された神経、血液および腎臓への影響に対するHI(ハザード指数), さらにその他の影響に対するHQ(ハザード比)はいずれも0.1未満と小さく, 水素ステーションから排出されるメチルシクロヘキサンとトルエンによる周辺住民への慢性健康影響のリスクは懸念されないレベルであると判定された。

エンドポイント	化学物質	最大濃度	ヒト無毒性濃度	HQ* ¹	HI* ²
中枢神経系への影響	MCH	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	5,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.0054	0.0076
	トルエン	11 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	5,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.0022	
血液への影響	MCH	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.090	0.096
	トルエン	11 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	2,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.0055	
腎臓への影響	MCH	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	15,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.00018	0.00046
	トルエン	11 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	4,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.00028	
体重減少	MCH	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.090	—
器官重量への影響	MCH	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	3,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.0090	—
鼻部への影響	トルエン	11 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	2,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.0055	—

*1:ハザード比(Hazard Quotient). EHE(ヒトへの推定暴露量)とTDI(耐容一日摂取量)の比

*2:ハザード指数(Hazard Index). 同じ標的臓器または臓器系に影響を及ぼす物質に対する複数物質のハザード比(HQ)の合計値

※1と比較し、1を超える場合はリスクあり、1を超えない場合はリスクなしと評価する。

(独立行政法人製品評価技術基盤機構 “化学物質のリスク評価について” より)

【ご参考】環境影響に関する主な法令

関連法令	対象物質	種別	必要な措置
悪臭防止法	トルエン	特定悪臭物質	知事の定める規制地域(第一種～第三種地域)における規制基準(10, 30, 60ppm ; 敷地境界線における濃度)の遵守
大気汚染防止法	トルエン	優先取組物質 (低濃度であっても長期的な摂取により健康影響が生ずるおそれのある物質)	排出量の把握・抑制の実施
水質汚濁防止法	トルエン	指定物質 (公共用水域に多量に排出されることにより人の健康や生活環境に被害を生ずるおそれがある物質)	事故発生により被害発生の恐れがある際に届出

【ご参考】用語について

HQ：ハザード比(Hazard Quotient)	HQ=曝露濃度/無毒性濃度。 または、EHE(ヒトへの推定暴露量)とTDI(耐容一日摂取量)の比で表されます。 その値を1と比較し、大きい、すなわちEHE(ヒトへの推定暴露量)がTDI(耐容一日摂取量)を超える場合はリスクあり、小さい、すなわちEHE(ヒトへの推定暴露量)がTDI(耐容一日摂取量)を超えない場合はリスクなしと評価します。
HI：ハザード指数(Hazard Index)	同じ標的器官に影響を与える複数の化学物質のハザード比(HQ)の合計値。
EHE：ヒトへの推定暴露量(Estimated Human Exposure)	化学物質の暴露量を計算する際、“呼吸や食事の量、体重などの数値が一律であると仮定し、推定した暴露量”のことです。曝露評価において環境中濃度を求める方法としては、(1) 実測値の利用、(2) 数理モデルを用いた計算の2つが挙げられます。
TDI：耐容一日摂取量(Tolerable Daily Intake)	ヒトに対する“この量以下ならば、ヒトが生涯毎日摂取(暴露)しても、病気などの有害な影響が出ない量”のことで、動物試験などで求められたNOAEL(無毒性量)をUFs(不確実係数積)で割ってヒトへの無毒性量としたものです。
NOAEL：無毒性量(No Observed Adverse Effect Level)	動物試験等で求められた、この量以下では一生涯、毎日摂取(暴露)しても、病気などの悪い影響が出ない量のことです。実際には、一定期間マウスやラット等に強制的に化学物質を与える試験を、何段階かに量を変えて行い、その結果、悪い影響の認められなかった最大の投与量をNOAEL(無毒性量)として採用します。
UF：不確実係数(Uncertainty Factor)	リスク評価では、その不確実さによりリスクが小さく見積もられることがないよう、UF(不確実係数)を設定し、より安全側に立った評価をするようにしています。 一般的には、動物とヒトの違いである種差(×10)と感受性の違いである個人差(×10)を考慮した100を最初の値とします。そのうえ、動物実験の試験期間、信頼性等の項目別に不確実なものがあれば、さらに係数を追加します。

出典

- 1) 独立行政法人製品評価技術基盤機構 “化学物質のリスク評価について”
- 2) 経済産業省 “化学物質のリスク評価のためのガイドブック”
- 3) 内閣府食品安全委員会事務局 “海外のリスク評価機関におけるガイドライン等に関する調査 報告書(株式会社三菱化学テクノロジー)”