

240. スチレン

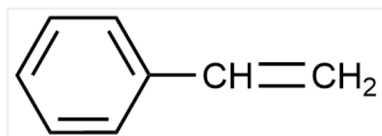
別 名: スチロール、スチレンモノマー、エテニルベンゼン、フェニルエチレン、フェニルエテン、ビニルベンゼン、シンナメン、スチロレン、シンナモール

管 理 番 号: 240

PRTR 政令番号: 1-275 (化管法施行令(2021年10月20日公布)の政令番号)

CAS 登録番号: 100-42-5

構 造 式:



性 状: 無色透明から黄色の液体 甘い香り

水にやや溶ける(水溶解度 10 mg/L~10,000 mg/L (10 g/L)) 揮発性物質

- ・スチレンは、ポリスチレンなどの合成樹脂、合成ゴムや合成樹脂塗料の原料などとして使われています。食品トレイなどに使われる発泡スチロールは、スチレンを原料としてつくられたポリスチレンを発泡させて製造したものです。
- ・2022年度のPRTRデータでは、環境中への排出量は約2200トンでした。多くは事業所から排出されたもので、ほとんどが大気中に排出されました。

■用途

スチレンは、主に合成樹脂の原料として使われ、この用途で消費量の75%程度を占めます。また、10%弱が合成ゴムの原料として使われているほか、エポキシ樹脂塗料、アクリル樹脂塗料などの合成樹脂塗料の原料としても使われています。

スチレンからつくられる合成樹脂には、ポリスチレン樹脂、ABS樹脂、AS樹脂、不飽和ポリエステルなどがありますが、これらのうちポリスチレン樹脂は、スチレンの需要全体の60%程度を占めています。

ポリスチレン樹脂は、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、塩ビ樹脂について4番目に生産量の多い合成樹脂です。軽量で成形加工が容易であり、断熱性、緩衝性にすぐれているため、家電製品のキャビネットや部品、冷蔵庫の内張り、事務機器、台所容器、玩具などに使われています。発泡加工されたポリスチレン(発泡スチロール)は、断熱材、梱包材料、食品トレイなどに使われています。プラスチック材質識別マークで、マークの真ん中の数字が6と書かれているほか(), PSと書かれているものがポリスチレンです。

ABS樹脂は、アクリロニトリルとブタジエン、スチレンを重合した合成樹脂で、家電製品や自動車の内外装、OA機器、電話機などに利用されています。

AS樹脂は、アクリロニトリルとスチレンを重合した合成樹脂で、ポリスチレンよりも耐熱性、

耐衝撃性、耐化学薬品性にすぐれ、化粧品容器などに使われています。

不飽和ポリエステルは、主にガラス繊維強化プラスチックの主原料として使用されています。

■排出・移動

2022年度のPRTRデータによれば、わが国では1年間に約2,200トンが環境中へ排出されたと見積もられています。プラスチック製品製造業や化学工業の事業所ほか、自動車やオートバイなどの排気ガスに含まれて、そのほとんどが大気中に排出されました。都道府県別では、排出量が多かった地域は静岡県、千葉県、愛知県、茨城県、三重県などのさまざまな地域でした。

また、化学工業などの事業所から、下水道や廃棄物に約1,600トンが移動されました。

■環境中での動き

大気中に排出されたスチレンは、光化学的に生成される OH ラジカル、オゾン、硝酸ラジカル により分解され、それぞれ1.1～11時間、2.9～18時間、5.4年で半分の濃度になると算出されています（反応速度定数の測定値を用いて推算）¹⁾。水中に排出された場合は、国の化学物質安全性点検による分解度試験では、微生物分解はされやすいことが報告されています²⁾。また、加水分解はされにくいと報告されています¹⁾。

■PRTR 対象物質選定の根拠(有害性)

発がん性 スチレンは、国際がん研究機関 (IARC) によりグループ 2A（人に対しておそらく発がん性がある）に分類されています³⁾。

変異原性 スチレンは、マウス骨髄細胞の小核試験、マウス臓器を用いたコメットアッセイなどの変異原性に関する in vivo 試験 で陽性を示したとの報告があります⁴⁾。また、GHS 分類結果 における生殖細胞変異原性は区分 2 に分類されています⁴⁾。

経口慢性毒性 スチレンは WHO 水道水質ガイドラインの水質基準値が 0.02 mg/L とされています⁵⁾。

生殖発生毒性 スチレンは、欧州 (EU) における CLP 規則 において Repr. 2 に分類されています⁶⁾。

妊娠したラットにスチレンを含む空気を呼吸によって取り込ませた実験では、胎児で開眼や立ち直り反射など成長の遅れや、神経機能と平衡機能の発達の遅れなどが認められました⁴⁾。妊娠したマウスにスチレンを呼吸によって取り込ませた実験では、250 ppm の濃度において胎児で奇形などが認められました⁴⁾。

生態毒性 スチレンは、藻類（緑藻）の生長阻害に基づく 96 時間 NOEC（無影響濃度） が 0.063 mg/L、96 時間 EC₅₀（半数影響濃度） が 0.72 mg/L と算出されています¹⁾。（藻類の NOEC は後述「生態（有害性・リスク評価）」示すデータと同じです。）

■人健康

有害性評価 雌雄のラットに2年間、スチレンを含む飲み水を与えた実験では、0.025%の濃度において雌で体重増加の抑制が認められました¹⁾。この実験結果から求められる口から取り込んだ場合の NOAEL (無毒性量) は体重1kg 当たり、雄で1日14mg、雌で1日12mg でした¹⁾。(雌ラットのNOAELは、後述「リスク評価」の根拠となっています。)

雄のラットに60日間、体重1kg 当たり1日200mgのスチレンを口から与えた実験では、精巣への影響などが認められました²⁾。この実験結果から求められる口から取り込んだ場合のNOAELは体重1kg 当たり1日100mg でした²⁾。(この試験結果は、後述「リスク評価」の根拠となっています。)

工場の労働者を対象として、スチレンを呼吸によって取り込んだ場合の影響を調べた疫学調査では、高濃度のスチレンを取り込むほど色覚異常になる確率が高くなることが認められました³⁾。この調査結果から求められる呼吸によって取り込んだ場合のNOAELは3.4mg/m³ (ばく露状況を考慮した補正後) でした³⁾。(この知見は、後述「リスク評価」の根拠となっています。)

ラットに8週間、スチレンを含む空気を呼吸によって取り込ませた実験では、30ppmの濃度において鼻腔粘膜の過剰な分泌などが認められました⁴⁾。この実験結果から求められる呼吸によって取り込んだ場合の LOAEL (最小毒性量) は130mg/m³ でした⁴⁾。雄のラットに3ヵ月間、スチレンを含む空気を呼吸によって取り込ませた別の実験では、320ppmの濃度において神経系への影響が認められました⁵⁾。この実験結果から求められる呼吸によって取り込んだ場合のNOAELは390mg/m³ でした⁵⁾。(これらの試験結果は、後述「リスク評価」の根拠となっています。)

ラットに11週間、スチレンを含む空気を呼吸によって取り込ませた実験では、脳や肝臓への影響が認められました⁶⁾。この実験結果から求められる呼吸によって取り込んだ場合のLOAELは1,260mg/m³ でした⁶⁾。(このLOAELは、後述「リスク評価 室内空気中濃度の指針値」の根拠となっています。)

体内への吸収と排出 人がスチレンを体内に取り込む可能性があるのは、呼吸などによると考えられます。ラットにスチレンを口から与えた実験によると、投与後24時間以内に尿(約90%)、ふん(約2%)に含まれて排せつされたことが報告されています⁷⁾。

リスク評価 環境省の「化学物質の環境リスクの初期評価 (2015年)」では、口からスチレンを取り込んだ場合の雌ラットのNOAELが体重1kg 当たり1日12mg であること(このデータは「有害性評価」にて示したデータと同じです。)に基づいて、口から取り込んだ場合の 無毒性量等 を体重1kg 当たり1日12mg としています⁸⁾。同報告書では、飲料水の測定データからスチレンを取り込む量を、最大で体重1kg 当たり1日0.0000016mg (=1.6ng) 程度と予測し、無毒性量等が動物実験から得られた知見であること、及び発がん性を考慮して、MOE (ばく露マージン) を150,000と算出しています⁸⁾。また、公共用水域・淡水の測定データからスチレンを取り込む量を、最大で体重1kg 当たり1日0.0000016mg 未満 (<1.6ng) 程度と予測し、MOEを150,000超と算出しています⁸⁾。また、化管法に基づく公共用水域・淡水への届出排出量に基づき推定した高排出事業

所近傍の河川中濃度から算出した口から取り込む量は、最大で体重1 kg 当たり1 日 0.000004 mg (=4 ng) であり、参考に MOE を算出すると 60,000 になりました¹⁾。また、過去の食物のデータを考慮すると、口から取り込む量は最大で体重1 kg 当たり1 日 0.0004 mg (=0.4 µg) であり、参考に MOE を算出すると 600 になりました¹⁾。以上のことから、口から取り込んだ場合の人の健康リスクについては、リスク評価時点では情報収集を行う必要はない (MOE ≥ 100) と報告しています¹⁾。

環境省の「化学物質の環境リスクの初期評価 (2015 年)」では、呼吸によってスチレンを取り込んだ場合のヒトの NOAEL が 3.4 mg/m³ (ばく露状況を考慮した補正後) であること (このデータは「有害性評価」にて示したデータと同じです。) に基づいて、呼吸によって取り込んだ場合の無毒性量等を 3.4 mg/m³ としています¹⁾。同報告書では、一般環境大気の測定データから、呼吸によってスチレンを取り込む濃度を最大で 0.0028 mg/m³ (=2.8 µg/m³) 程度と予測し、無毒性量等が動物実験から得られた知見であること、及び発がん性を考慮して、MOE を 240 と算出しています¹⁾。また、化管法に基づく大気への届出排出量に基づき推定した高排出事業所近傍の大気中濃度 (年平均値) は、最大で 0.033 mg/m³ であり、参考に MOE を算出すると 21 になりました¹⁾。また、室内空気の測定データから、呼吸によってスチレンを取り込む濃度を最大で 0.130 mg/m³ 程度と予測し、MOE を 5 と算出しています¹⁾。以上のことからリスク評価を行った時点では、一般環境大気から呼吸によって取り込んだ場合の人の健康リスクについては情報収集等を行う必要がある (10 ≤ MOE < 100) と報告しています¹⁾。また、リスク評価を行った時点では、室内空気から呼吸によって取り込んだ場合の人の健康リスクについては詳細な評価を行う候補 (MOE < 10) と報告しています¹⁾。

(独) 製品評価技術基盤機構及び (一財) 化学物質評価研究機構の「化学物質の初期リスク評価書 (2007 年)」では、「有害性評価」に示した雄ラットの口から取り込んだ場合の NOAEL (体重1 kg 当たり1 日 100 mg、換算値1 日 86 mg) と、ラットの呼吸によって取り込んだ場合の LOAEL (130 mg/m³) ならびに NOAEL (390 mg/m³) 及び、推定一日摂取量を用いてリスク評価した結果、リスク評価を行った時点では、人の健康へ悪影響を及ぼすことが示唆されると判断しています⁷⁾。

また、スチレンは、シックハウス症候群との関連性が疑われていることから、呼吸によってスチレンを取り込んだ場合のラットの LOAEL が 1,260 mg/m³ であること (このデータは「有害性評価」にて示したデータと同じです。) に基づいて、厚生労働省ではスチレンの室内空気中濃度の指針値を 220 µg/m³ と設定しています⁸⁾。

なお、スチレンは化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律 (化審法) の 2011(平成 23)年 4 月 1 日告示で人健康影響における優先評価化学物質に指定されています。

■生態(有害性・リスク評価)

環境省の「化学物質の環境リスク初期評価 (2015 年)」では、藻類 (緑藻) の生長阻害に基づく 96 時間 NOEC が 0.063 mg/L であること (「PRTR 対象物質選定根拠 (有害性)・生態毒性」にて示したデータと同じです。) を根拠とし、水生生物に対する PNEC (予測無影響濃度) を 0.00063 mg/L

(=0.63 µg/L) と算定しています¹⁾。また、公共用水域の淡水及び海水の測定データに基づき、PEC (予測環境中濃度) を淡水域、海水域ともに 0.00004 mg/L 未満 (<0.04 µg/L) 程度と算出しています¹⁾。

PEC (予測環境中濃度) と PNEC の比 (PEC/PNEC) は、淡水域、海水域ともに 0.06 未満と算出されていますが、化管法に基づく届出排出量を用いて推定した河川中濃度と PNEC の比は 0.1 を超える地点が存在する可能性も考えられるため、リスク評価を行った時点では、生態リスクについて情報収集に努める必要があります (0.1 ≤ PEC/PNEC < 1)、PRTR データを踏まえた環境中濃度の測定について検討する必要があると報告しています¹⁾。

また、スチレンは化審法の 2015(平成 27)年 10 月 23 日告示で生態影響における優先評価化学物質に指定されています。

なお、スチレンは環境省の「内分泌かく乱作用に関する試験・評価事業 (EXTEND2022 等)」では、既存知見の信頼性評価により甲状腺ホルモン様、抗甲状腺ホルモン様、その他 (視床下部―下垂体―生殖腺軸への作用等) の作用を有することが示唆され、第 1 段階試験管内試験を実施中・実施予定とされています^{9), 10)}。

生産量等	国内生産量（2022 年）：約 1,500,000 トン ¹¹⁾ 輸出货量（2022 年）：約 320,000 トン ¹¹⁾ 【化審法：優先評価化学物質（通し番号 47）として】 製造・輸入数量（2022 年）：約 1,500,000 トン ¹²⁾				
排出・移動量 (2022 年度 PRTR データ)	環境排出量：約 2,200 トン （届出・届出外排出量 の集計結果） ※1：都道府県別構成比は 上位 5 都道府県を示す。	排出源の内訳（％）		都道府県別構成比（％）※1	
		事業所（届出）	58	静岡県	7
		事業所（届出外）	8	千葉県	6
		非対象業種	2	愛知県	6
		家庭	<0.5	茨城県	5
		移動体	32	三重県	5
	事業所（届出）における 排出量：約 1,300 トン	排出先の内訳（％）			
		大気	100	土壌	—
		公共用水域	<0.5	埋立	—
		業種別構成比（上位 5 業種、％）			
		プラスチック製品製造業			39
		化学工業			20
		輸送用機械器具製造業			14
		電気機械器具製造業			12
		その他の製造業			3
		事業所（届出）における 移動量：約 1,600 トン	移動先の内訳（％）		
	下水道への移動		<0.5	廃棄物への移動	100
	業種別構成比（上位 5 業種、％）				
	化学工業			80	
	プラスチック製品製造業			10	

		一般機械器具製造業	4
		電気機械器具製造業	3
		家具・装備品製造業	1
PRTR 対象物質選定（2021 年 10 月改正政令）の根拠（以下の欄に「○」または根拠を記載）			
	有害性	発がん性，変異原性，経口慢性毒性，生殖発生毒性，生態毒性（藻類，魚類）	
	排出量等 (2014 ～ 2017 の平均)	PRTR 排出量	PRTR 移動量
		○	○
	環境モニタリ ング結果 (2008～2017)	複数地域検出※2	※2：「御利用にあたって」に記載の該当調査で 2008～2017 年の 期間に複数地域で検出された場合に選定根拠とします。
	○		
	環境保全施策 上必要な物質 (法令等)	化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）（人健康影響／生態影 響）の優先評価化学物質（通し番号 47）、環境省「化学物質の環境リスク初期評 価」で情報収集が必要とされた物質	
環境データ※3 （～2024.3 公表 時点の最新）		大気 - 化学物質環境実態調査：検出数 59 / 63 検体（21 / 21 地点），最大濃度 0.0045 mg/m³（=4,500 ng/m³）（<u>検出下限値</u> 0.000011 mg/m³（=11 ng/m³））；[2012 年度， 環境省] 室内空気 - 室内空気中の化学物質濃度の実態調査：指針値（220 μg/m³）超過数 1 / 1,780 件； [2004 年度，国土交通省] - 室内空気環境汚染化学物質調査（全国実態調査）：指針値（220 μg/m³） 超過数 0 / 90 件，最大濃度 0.013 mg/m³（=13μg/m³）；[2020 年，厚生労働省] 公共用水域 - 化学物質環境実態調査：検出数 0 / 25 検体（地点）（<u>検出下限値</u> 0.00004 mg/L （=0.04 μg/L））；[2012 年度，環境省] 底質 - 化学物質環境実態調査：検出数 0 / 33 検体，11 地点（<u>検出下限値</u> 0.0078 mg/kg （乾）（=7.8 μg/kg（乾）））；[1997 年度，環境省] 生物（魚） - 化学物質環境実態調査：検出数 28 / 131 検体（13 / 41 地点），最大濃度 0.0023 mg/kg（=2.3 μg/kg）（<u>検出下限値</u> 0.0005 mg/kg（=0.5 μg/kg））；[1986 年度，環境 省]	
適用法令等 （2024 年 3 月時 点）		- 化学物質排出把握管理促進法（化管法）：第一種指定化学物質 - 化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）：優先評価化学物質 （人健康影響／生態影響） - 大気汚染防止法：<u>揮発性有機化合物（VOC）</u>として測定される可能性がある物 質	

	・室内空気汚染に係るガイドライン：室内濃度指針値 220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm) ・住宅の品質確保の促進等に関する法律：住宅性能表示制度における室内空気中濃度の特定測定物質 ・水道法：要検討項目（目標値 0.02 mg/L） ・悪臭防止法：特定悪臭物質 規制基準 0.4 ppm (20°C, 1 気圧換算で 1.7 mg/m³) ・海洋汚染防止法：有害液体物質 Y 類 ・労働安全衛生法：管理濃度 20 ppm (25°C, 1 気圧換算で 85 mg/m³) ・GHS 分類結果 ^{4)※4}    引火性液体 急性毒性 (吸入:蒸気) 皮膚腐食性/ 刺激性 眼に対する重 篤な損傷性/ 眼刺激性 特定標的 臓器毒性 (単回暴露) 生殖細胞 変異原性 発がん性 生殖毒性 特定標的 臓器毒性 (単回・ 反復暴露) 誤えん有害性
--	---

※3：環境データについては、PRTR 選定根拠に用いたデータと必ずしも一致しないことがあります。詳細は、「御利用にあたって」をご確認ください。

※4：2017 年までの GHS 分類結果は、対象物質選定根拠のひとつとして考慮されますが、必ずしも化管法対象物質の選定根拠になっていないことがあります。（該当する危険有害性についてピクトグラムを示します）

■ 引用・参考文献

- 1) 環境省「化学物質の環境リスク 初期評価第 13 巻」（2015 年公表）
<https://www.env.go.jp/content/900411189.pdf>
- 2) 経済産業省「化学物質安全性点検結果等（分解性・蓄積性）」
https://www.nite.go.jp/chem/jcheck/detail.action?cno=100-42-5&mno=3-0004&request_locale=ja
- 3) IARC「IARC MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS (1973) Vol. 121」
<https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Styrene-Styrene-7-8-oxide-And-Quinoline-2019>
- 4) NITE 統合版 政府による GHS 分類結果
<https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/ghs/m-nite-100-42-5.html>
- 5) 国立保健医療科学院「飲料水水質ガイドライン 第4版（日本語版）」
https://www.niph.go.jp/soshiki/suido/pdf/h24whogdwq/WHOgdwq4thJPweb_all_20130423.pdf
- 6) ECHA「REACH A table of harmonized entries is available in Annex VI of CLP」Annex Annex VI to CLP_ATP18（2023 年発効）
<https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/annex-vi-to-clp>

- 7) (独) 製品評価技術基盤機構・(一財) 化学物質評価研究機構「化学物質の初期リスク評価書 Ver.1.0」
((独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 委託事業、2007 年公表)
https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_02_001/risk/pdf_hyoukasyo/177riskdoc.pdf
- 8) 厚生労働省「シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会中間報告書－第4回～第5回のまとめについて」（2000 年公表）
https://www.mhlw.go.jp/www1/houdou/1212/h1222-1_13.html
- 9) 環境省「化学物質の内分泌かく乱作用に関する今後の対応 EXTEND2022」（2022 年公表）
<https://www.env.go.jp/content/000114063.pdf>
- 10) 環境省「信頼性評価及び試験の実施状況 結果の概要」スチレン
<https://www.env.go.jp/content/000044255.pdf>
- 11) (株) 化学工業日報社『17524 の化学商品』（2024 年1月発行）
- 12) 経済産業省「優先評価化学物質の製造・輸入数量」（2022 年度実績）
https://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kasinhou/files/information/volume/priority/volume_priority_2022FY.pdf

■ 性状・用途に関する参考文献

- ・ 環境省「化学物質の環境リスク初期評価第13 巻」（2015 年公表）
<https://www.env.go.jp/content/900411189.pdf>
- ・ National Library of Medicine「COMPOUND SUMMARY」Styrene
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/7501#section=Odor>
- ・ (独) 製品評価技術基盤機構・(一財) 化学物質評価研究機構「化学物質の初期リスク評価書 Ver.1.0」
((独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 委託事業、2007 年公表)
https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/dt/pdf/CI_02_001/risk/pdf_hyoukasyo/177riskdoc.pdf
- ・ (株) 化学工業日報社『17524 の化学商品』（2024 年1月発行）

■ 改訂履歴

版数	発行日	改訂内容
第1版	2012 年	初版発行
第2版	2025 年3月14日	2021 化管法政令改正時選定根拠情報への更新、リスク評価情報、環境データの更新等