

推定ばく露濃度の算定方法

令和5年4月27日公示「化学物質による健康障害防止のための濃度の基準の適用等に関する技術上の指針」（資料1）において、

「事業者は、リスクアセスメントによる作業内容の調査、場の測定の結果及び数理モデルによる解析の結果等を踏まえ、均等ばく露作業に従事する労働者のばく露の程度を評価すること。その結果、労働者のばく露の程度が8時間のばく露に対する濃度基準値（以下「八時間濃度基準値」という。）の2分の1程度を超えると評価された場合は、確認測定を実施すること。」

「確認測定の実施の基準として、八時間濃度基準値の2分の1程度を採用する趣旨は、数理モデルや場の測定による労働者の呼吸域における物質の濃度の推定は、濃度が高くなると、ばらつきが大きくなり、推定の信頼性が低くなることを踏まえたものであること。」と規定された。

この規定を本ツールに適用するにあたり、「数理モデルによるばく露濃度の推定値」について明確にしておく必要がある。本ツールでは「推定ばく露濃度範囲」を導出し、その上限値と管理目標濃度との大小関係からリスクレベルを決めている。職業ばく露限界濃度（OEL）の値がある場合は、これを管理目標濃度とし、先の濃度基準値と等価となる。

この「推定ばく露濃度範囲」は、使用量レベルと揮発性／飛散性レベルから求められ、各レベルは所定の範囲でレベル分けされている。使用量レベルは「極微量、微量、少量、中量、大量」に分けられ、例えば少量は「100ml～1000ml / 100g～1000g」の範囲がある。揮発性／飛散性レベルについても「極低、低、中、高」に分けられ、例えば使用温度が20℃以下の場合には、沸点50℃以上～150℃未満を「中」レベルとし、使用温度が20℃を超える場合は、各レベルの沸点の範囲を使用温度から決めている。一方、本ツールでは物質の沸点をデータベース化しており、また、「実験条件」で使用量や使用温度の具体的な数値を入力しているため、推定ばく露濃度範囲内のポジション「推定ばく露濃度」を求めることが出来る。以下にその算出方法を示す。

○推定ばく露濃度の算出

1. 使用量レベル内ポジションの決定

使用量レベル内ポジションは揮発性／飛散性の大きさと推定ばく露濃度範囲により、以下の表内に示した式を使って決定した。

【液体】

極低揮発性	低揮発性	中揮発性	高揮発性	推定ばく露濃度範囲 [ppm]
10mL 未満 $\frac{\log U - \log 0.1}{\log 10 - \log 0.1}$ U<0.1→UP=0	—	—	—	0.005~0.05
1L 未満 $\frac{\log U - \log 10}{\log 10^3 - \log 10}$	10mL 未満 $\frac{\log U - \log 0.1}{\log 10 - \log 0.1}$ U<0.1→UP=0	—	—	0.05~0.5
1L 以上 $\frac{\log U - \log 10^3}{\log 10^9 - \log 10^3}$	1L 未満 $\frac{\log U - \log 10}{\log 10^3 - \log 10}$	100mL 未満 $\frac{\log U - \log 0.1}{\log 10^2 - \log 0.1}$ U<0.1→UP=0	10mL 未満 $\frac{\log U - \log 0.1}{\log 10 - \log 0.1}$ U<0.1→UP=0	0.5~5
—	1L 以上 $\frac{\log U - \log 10^3}{\log 10^9 - \log 10^3}$	100mL~1L $\frac{\log U - \log 10^2}{\log 10^3 - \log 10^2}$	10mL~1L $\frac{\log U - \log 10}{\log 10^3 - \log 10}$	5~50
—	—	1L 以上 $\frac{\log U - \log 10^3}{\log 10^9 - \log 10^3}$	1L~1kL $\frac{\log U - \log 10^3}{\log 10^6 - \log 10^3}$	50~500
—	—	—	1kL 以上 $\frac{\log U - \log 10^6}{\log 10^9 - \log 10^6}$	500~

U : 使用量 (ml)

【固体】

低飛散性	中飛散性	高飛散性	推定ばく露濃度範囲 [mg/m ³]
10g 未満 $\frac{\log U - \log 0.1}{\log 10 - \log 0.1}$ U<0.1→UP=0	—	—	0.001~0.01
10g~1kg $\frac{\log U - \log 10}{\log 10 - \log 10^3}$	1kg 未満 $\frac{\log U - \log 0.1}{\log 10^3 - \log 0.1}$ U<0.1→UP=0	100g 未満 $\frac{\log U - \log 0.1}{\log 10^2 - \log 0.1}$ U<0.1→UP=0	0.01~0.1
1kg 以上 $\frac{\log U - \log 10^3}{\log 10^9 - \log 10^3}$	—	100g~1kg $\frac{\log U - \log 10^2}{\log 10^3 - \log 10^2}$	0.1~1
—	1kg~1t $\frac{\log U - \log 10^3}{\log 10^6 - \log 10^3}$	1kg~1t $\frac{\log U - \log 10^3}{\log 10^6 - \log 10^3}$	1~10
—	1t 以上 $\frac{\log U - \log 10^6}{\log 10^9 - \log 10^6}$	1t 以上 $\frac{\log U - \log 10^6}{\log 10^9 - \log 10^6}$	10~

U : 使用量 (g)

2. 揮発性／飛散性レベル内ポジションの決定 (注)

2. 1 揮発性レベル内ポジション

(1) 20℃以下での作業の場合

揮発性レベ ル	沸点範囲 (°C)	レベル内ポジション
極低	蒸気圧 < 0.005 hPa	$(\log Vp - \log 0.00005) / (\log 0.005 - \log 0.00005)$ Vp<0.00005 → VP=0
低	≥ 150	$(250 - Bp) / 100$
中	50 ~ 150	$(150 - Bp) / 100$
高	< 50	$(50 - Bp) / 100$

Bp : 沸点 (°C)

(2) 20℃超での作業の場合

揮発性レベル	沸点範囲 (°C)	レベル内ポジション
極低	蒸気圧 < 0.005 hPa	$(\log Vp - \log 0.00005) / (\log 0.005 - \log 0.00005)$ $Vp < 0.00005 \rightarrow VP=0$
低	> 5T+50	$(5T + 150 - Bp) / 100$
中	> 2T+10	$(5T + 50 - Bp) / (5T + 50 - 2T - 10)$ $= (5T + 50 - Bp) / (3T + 40)$
高	≤ 2T+10	$(2T + 10 - Bp) / (T + 10)$ ※

Bp : 沸点 (°C), T : 作業温度 (°C)

※ 沸点と 2T+10 が等しい時は 0、作業温度が沸点の時は 1 になるように設定

(3) 「揮発性評価に蒸気圧使用」にチェックを入れた場合

揮発性レベル	蒸気圧範囲 (hPa)	レベル内ポジション
極低	< 0.005	$(\log Vp - \log 0.00005) / (\log 0.005 - \log 0.00005)$ $Vp < 0.00005 \rightarrow VP=0$
低	0.005~5	$(\log Vp - \log 0.005) / (\log 5 - \log 0.005)$
中	5~250	$(\log Vp - \log 5) / (\log 250 - \log 5)$
高	> 250	$(\log Vp - \log 250) / (\log 1013 - \log 250)$

Vp : 蒸気圧 (hPa)

2. 2 飛散性レベル内ポジション

飛散性レベル	固体の形状	レベル内ポジション
低	壊れないペレット状	1
中	結晶状・顆粒状	1
高	微細な軽い粉体	1

注) レベル内ポジションが 1 を超える場合は 1 に設定し、0 を下回る場合は 0 に設定した。

3. 推定ばく露濃度の算出

推定ばく露濃度は下記の式から算出した。

$$\text{対数相対位置 LOG_POS} = (\log(\text{UPPER}) - \log(\text{LOWER})) \times (\text{UP} + \text{VP}) / 2$$

$$\text{対数推定ばく露濃度 LOG_EC} = \log(\text{LOWER}) + \text{LOG_POS}$$

$$\text{推定ばく露濃度} = 10^{\text{LOG_EC}}$$

得られた推定ばく露濃度に対して、換気状況による補正、作業方法による補正、作業時間・作業頻度による補正、物質の含有率による補正、呼吸用保護具着用による補正を行った。

<記号の説明>

UPPER：推定ばく露濃度範囲の上限

LOWER：推定ばく露濃度範囲の下限

UP：使用量レベル内ポジション

VP：揮発性／飛散性レベル内ポジション

4. 短時間推定ばく露濃度の算出

短時間推定ばく露濃度は、作業時間・頻度の補正を行わないこと以外は、3の推定ばく露濃度と同様に算出した。

本ツールでは、職業ばく露限界値のデータベースに濃度基準値を適用した後に、推定ばく露濃度（8時間平均 or 15分平均）が濃度基準値（8時間 or 短時間）の2分の1を超える場合には、リスクアセスメント結果の「総評」の最後に

「推定ばく露濃度（8時間加重平均値）が8時間濃度基準値の1/2を超えているため、実測による確認が必要です。」

「推定ばく露濃度（15分間加重平均値）が短時間濃度基準値の1/2を超えているため、実測による確認が必要です。」

と表示する。

なお、後者の短時間推定ばく露濃度に係る実測については、先述の技術上の指針には規程されていない（CREATE-SIMPLEが短時間推定ばく露濃度に対応していないためと思われる）。

資料1：<https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/001091556.pdf>