ECETOC TRA を用いる
（推定ばく露濃度の算出を含む）
労働者リスクアセスメントマニュアル

2016 年 6 月

一般財団法人化学物質評価研究機構
安全性評価技術研究所

厚生労働省労働基準局安全衛生部化学物質対策課

目　　次

1. 本マニュアルについて 1

2. 操作手順 1
2.1 ツールの入手 1
2.2 モデルの起動 2
2.3 シート全体の概要 4
2.4 労働環境における推定ばく露濃度の算出 5
2.5 数理モデルの使用事例 （メチルイソブチルケトン を用いた加工作業） 13

3. 使用上の注意 18

1. 本マニュアルについて

本マニュアルは、事業者がばく露推定モデルの一つであるECETOC TRAを用いて、労働環境における個人ばく露量（吸入経路）を、作業別の 8 時間-TWA（Time Weighted Average ； 時間荷重平均値）として算出し、労働者のリスクアセスメントを実施するための方法を説明したものである。

ECETOC TRA の概要を表 1 に示す。

表 1 ECETOC TRA の概要

モデルの名称	ECETOC TRA （ver. 3.1）
開発者	ECETOC (European Centre of Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals；欧州化学物質生態毒性・毒性センター)
入手方法	http://www.ecetoc.org/tools/targeted-risk-assessment-tra/ 無償で入手可能
モデルの概要	ECETOC が REACH 対応を目的として開発したリスク評価モデル。 9 個の Excel ファイルが連動して動くマクロプログラムであり、メインで使用するファイル（ecetocTRAM）の INTERFACE シートに必要項目を入力し、計算（Run）すると他の Excel ファイル上の計算式によりばく露量の計算とリスク判定を行い、結果を INTERFACE シートに戻して出力結果が 1 つの画面上に色別表示される。
ばく露対象	労働者 （消費者、環境リスク評価も可能）

2. 操作手順

2.1 ツールの入手

Web 上で「ECETOC TRA」の検索語で web 検索し、図 1 に示す ECETOC TRA のホームページ[http://www.ecetoc.org/tools/targeted-risk-assessment-tra/]へアクセスする。画面をスクロールして下方にある「Download Integrated Tool」（2 つあるツールの下段の緑色のボタン）をクリックし、ダウンロードのための画面（図 2）へ進む。

図 2 のダウンロードのための画面では、氏名、メールアドレス等の情報を入力し、「Submit」ボタンをクリックして情報を送信する。ECETOC よりダウンロード用の web ページを知らせるメールが届き、当該ページへアクセスし、ZIP ファイル形式で、ツールをダウンロードする。

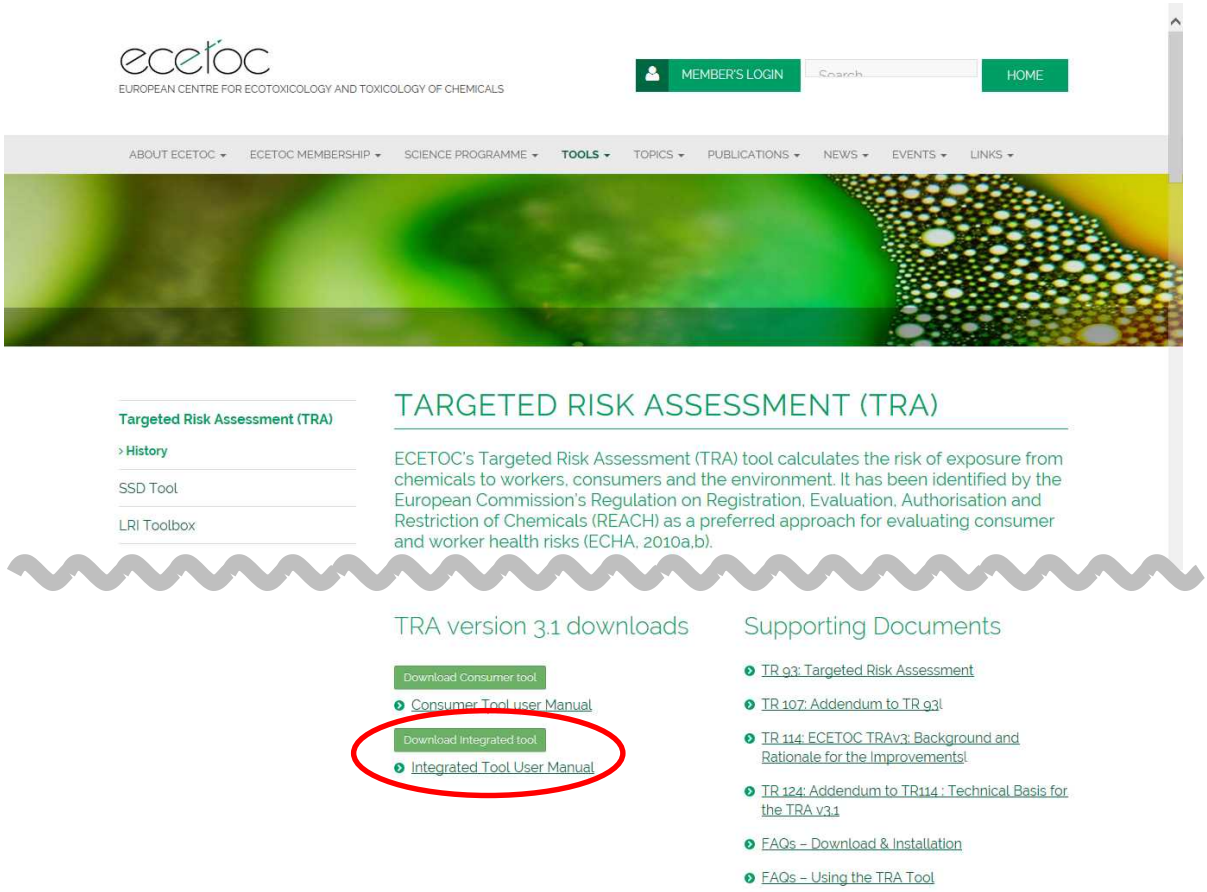


図 1　ECETOC TRA のホームページ

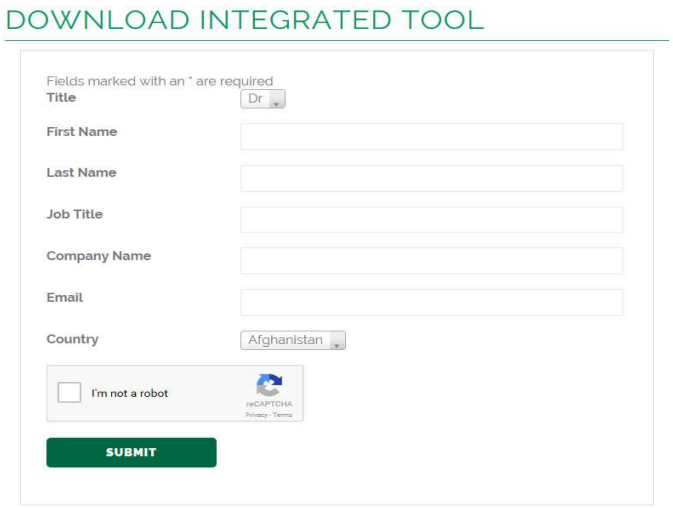


図 2　ツールを入手するための、氏名、メールアドレス等の登録画面

2.2　モデルの起動

入手した ZIP ファイルを解凍する。図 3 に示す 9 つの Excel ファイル（内容は表 2 参照）のうち、一番名前の短い Excel ファイル「ecetocTRAM.xls」をクリックすると、9 つの Excel ファイルが連動して起動する。全てが開いたら、マクロを有効にする。

名前	種類	更新日時	サイズ
ecetocTRAM	Microsoft Excel 97-2003 ワークシート	2016/02/...	21,917 KB
ecetocTRAMcons	Microsoft Excel 97-2003 ワークシート	2016/02/...	1,284 KB
ecetocTRAMenv	Microsoft Excel 97-2003 ワークシート	2016/02/...	602 KB
ecetocTRAMwork	Microsoft Excel 97-2003 ワークシート	2016/02/...	500 KB
EUTGDsheet-TRAM	Microsoft Excel 97-2003 ワークシート	2016/02/...	2,138 KB
SimpleBox-TRAM	Microsoft Excel 97-2003 ワークシート	2016/02/...	2,889 KB
SimpleTreatC-TRAM	Microsoft Excel 97-2003 ワークシート	2016/02/...	124 KB
SimpleTreatL-TRAM	Microsoft Excel 97-2003 ワークシート	2016/02/...	124 KB
SimpleTreatR-TRAM	Microsoft Excel 97-2003 ワークシート	2016/02/...	122 KB

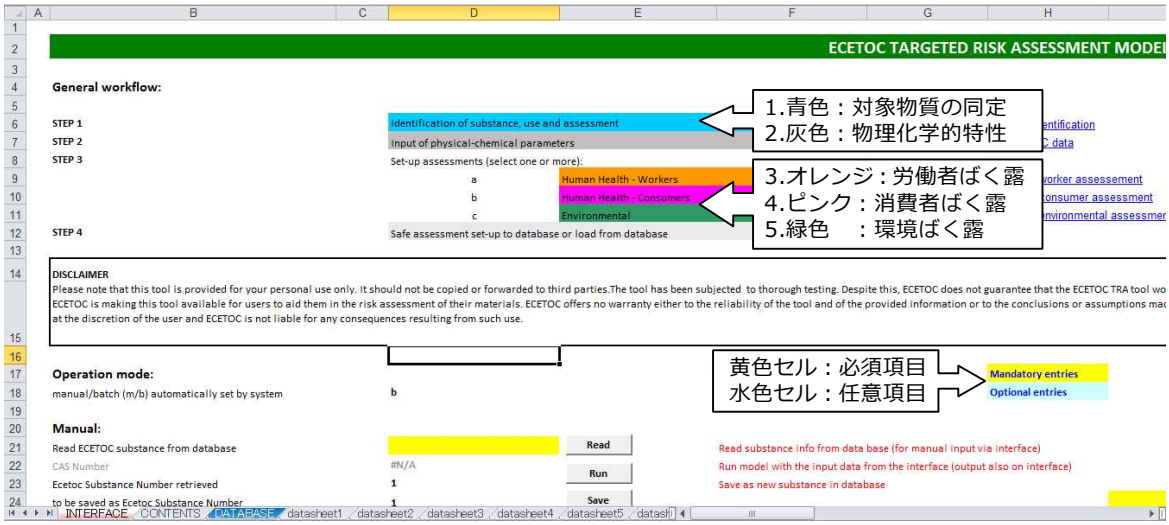
図 3　入手した ZIP ファイルを解凍したところ

表 2　ECETOC TRA の各 Excelファイル

	ファイル名	内容
1	**ecetocTRAM.xls**	**メイン評価シート（入力及び計算結果表示）**
2	ecetocTRAMcons.xls	消費者ばく露評価シート
3	ecetocTRAMenv.xls	環境経由ヒト及び環境生物ばく露評価シート
4	ecetocTRAMwork.xls	労働者ばく露評価シート
5	EUTGDsheet-TRAM.xls	環境経由ヒト及び環境生物ばく露計算シート
6	SimpleBox-TRAM.xls	多媒体モデル
7	SimpleTreatC-TRAM.xls	廃水処理場濃度推算シート（大陸）
8	SimpleTreatL-TRAM.xls	廃水処理場濃度推算シート（局所）
9	SimpleTreatR-TRAM.xls	廃水処理場濃度推算シート（地方）

＊実際の入出力操作で使用するのは「ecetocTRAM.xls」のみである。

2.3 シート全体の概要



ecetocTRAM.xls ファイルを開くと、図 4 のような画面となる。ECETOC TRA では、実際に入力を行う画面はこの ecetocTRAM.xls ファイルの INTERFACE 画面のみである。

黄色のセルは必須項目、水色のセルは任意項目である。

INTERFACE シート全体は、上から、大きく 5 つの部分に色分けされている(図 5 参照)。

1. **（青色）対象物質の同定**
2. **（灰色）物理化学的特性**
3. **（オレンジ）　ヒト健康影響評価：労働者**
4. （ピンク）　ヒト健康影響評価：消費者
5. （緑色）　環境影響評価：環境中生物、環境経由のヒトを含む

労働環境における推定ばく露濃度の算出及び労働者のリスクアセスメントで用いるのは、上記のうち 1～3 の部分である。

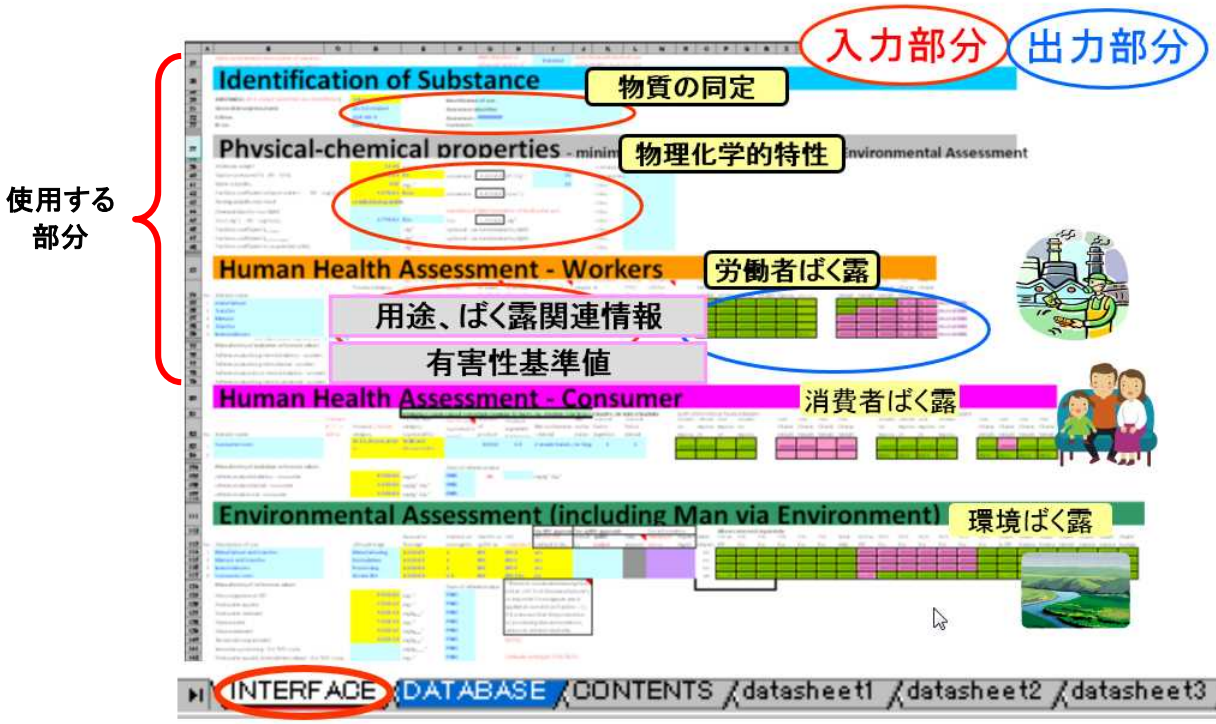


図 5　INTERFACE 画面の構成

2.4　労働環境における推定ばく露濃度の算出とリスクアセスメント

図 6 に、ECETOC TRA による労働者ばく露濃度の算出方法の概要を示す。

推定ばく露濃度は、①作業の種類を特定するプロセスカテゴリー、②対象物質の性状と発生の程度(発塵性の程度、又は揮発性の程度)、③換気条件(屋内外、局所排気装置の有無)、④作業形態(工業的、又は専門業者使用)の組合せにより決定する「初期ばく露濃度」に、⑤作業時間、⑥取扱製品中の対象物質含有量、⑦保護具の使用状況に基づく係数を考慮して算出される。

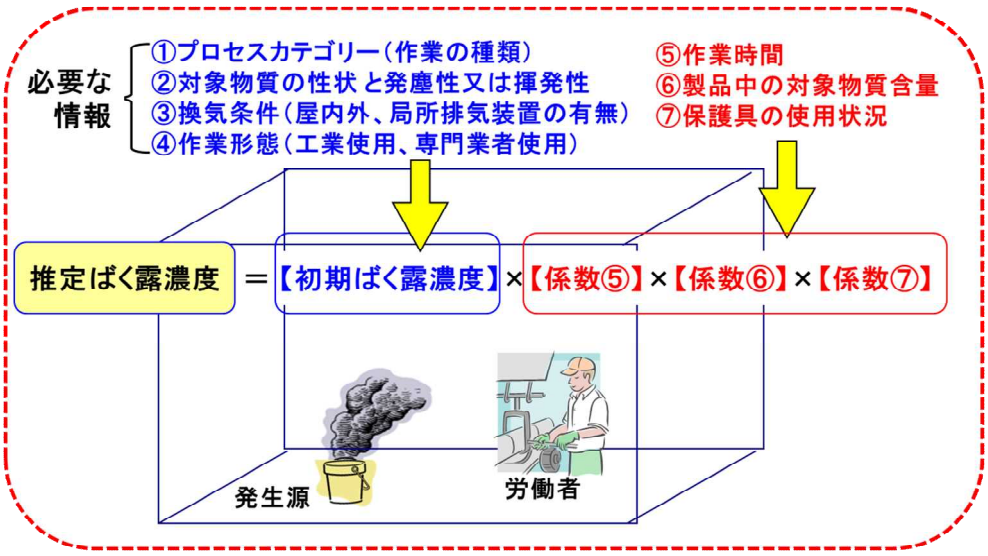


図 6　ECETOC TRA の労働者ばく露濃度の算出法

2.4.1 対象物質の同定情報の入力

図 7　対象物質の同定画面

2.3 に示した 5 つの部分のうち、1 番上、「対象物質の同定」（青色）部分に、評価対象物質名、CAS 番号、その他の情報を入力する。

黄色のセル（必須）に入力する「対象物質名」は、計算ファイルの名称となるため、物質名称だけではなく、計算ファイルを識別できるような名称（例えば、評価年月日、事業場名、対象製品等の名称を付与する等）が望ましい。

2.4.2 物理化学的特性

2.3 に示した 5 つの部分のうち、2 つめの「物理化学的特性」（灰色）部分に、評価対象物質の物理化学的特性に関する情報を入力する（図 8 参照）。

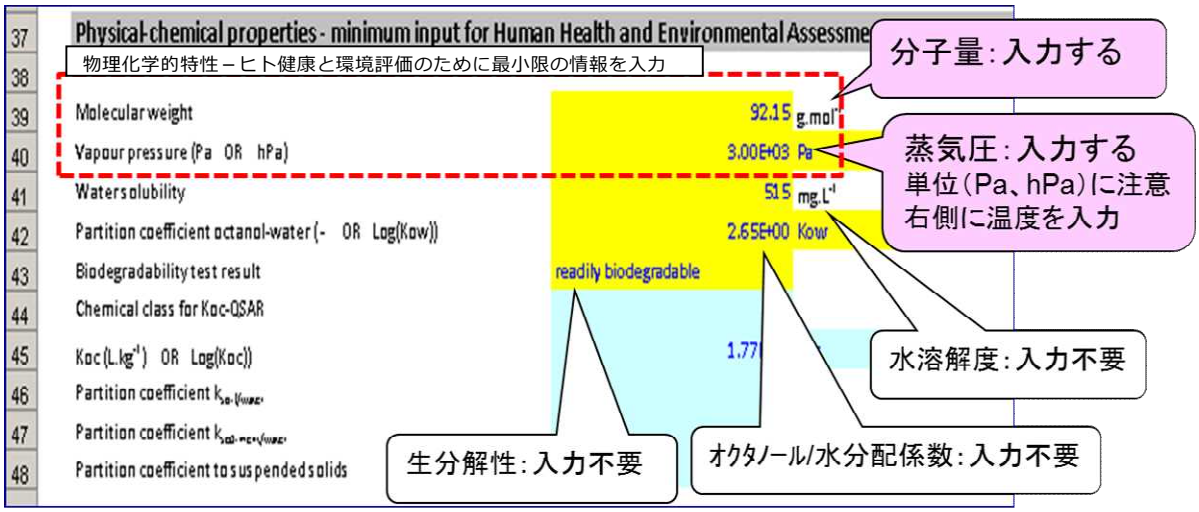


図 8　物理化学的特性の入力画面

黄色のセル（必須）は、分子量、蒸気圧、水溶解度、オクタノール/水分配係数、生分解性の 5 項目であるが、作業者リスクアセスメントに必要な項目は、「分子量」及び「蒸気圧」の 2 項目のみであり、その他の項目は入力しなくても計算にはさしつかえない。蒸気圧は単位がプルダウンにより選択できる（Pa 又は hPa）ため、入力単位に注意する。また、蒸気圧は温度により変化するため、右側のセルに何℃における蒸気圧かを入力する。

なお、物理化学的特性に関する情報の参照先の例を以下に示す。

・手元の製品の SDS 又は職場のあんぜんサイト掲載のモデル SDS（項目９）

・(独)製品評価技術基盤機構：「化学物質の初期リスク評価書」[1)]

・（財）化学物質評価研究機構・(独)製品評価技術基盤機構：「化学物質有害性評価書」[1)]

・環境省環境リスク評価室：「化学物質の環境初期リスク評価」[2)]

2.4.3 労働者ばく露に関するリスクアセスメントのための条件の入力

2.3 に示した 5 つの部分のうち、3 つめの「ヒト健康影響－作業者」（オレンジ色）部分に、推定ばく露濃度算出のための作業内容・条件に関する情報を入力する（図 9 参照）。

各入力項目を表 3 に、その中のプロセスカテゴリーの一覧を表 4 に示す。

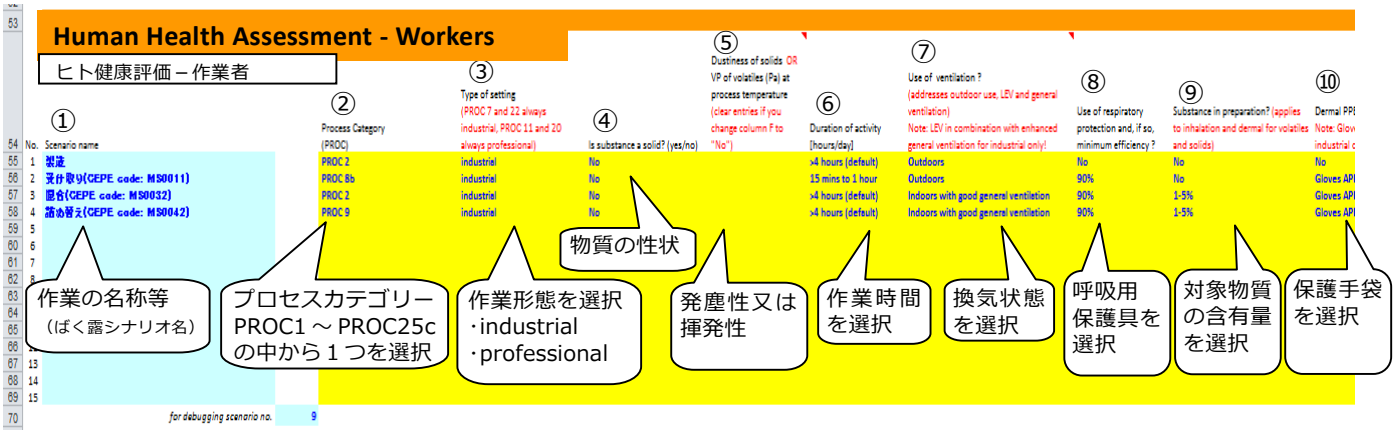


図 9 労働者ばく露評価のための入力画面

表 3 労働者ばく露評価のための入力項目

	表示	内容	入力方法
①	Scenario Name	シナリオ名	作業等の名称を自由入力（漢字も入力可能）
②	Process Category (PROC)	プロセスカテゴリー	PROC1～25　の中から選択（表 4 参照）
③	Type of Setting (PROC 7 and 22 always industrial, PROC 11 and 20 always professional)	作業形態	工業的使用は Industrial 専門業者使用は Professional　を選択 ※PROC 7 と 22 は必ず Industrial を選択、PROC 11 と 20 は必ず Professional を選択

1） 以下のサイトを参照。[http://www.safe.nite.go.jp/japan/sougou/view/IntrmSrchIntlRskList_jp.faces]

2） 以下のサイトを参照。[http://www.env.go.jp/chemi/risk/]

	表示	内容	入力方法
④	Is substance a solid? (yes/no)	対象物質の性状 (固体であるか)	固体であれば(Fugacity を決定する項目は発塵性となる)Yes を選択する。 液体であれば(Fugacity を決定する項目は蒸気圧となる)No を選択する。 **但し、固体の場合には、ダストと蒸気の両方の可能性があるため、Yes と No の両方の設定について計算を行い、安全側(高い方)を採用する。**
⑤	Dustiness of solid or VP of volatiles (Pa) at process temp. (clear entries if you change column F(④) to "No")	発塵性又は作業温度における蒸気の揮発性(Pa)	固体の場合: Dustiness(発塵性)を「高、中、低」から選択 液体の場合: ④で「No」とした場合、原則入力不要であるが、常温でない作業では取扱温度における蒸気圧を Pa 単位で入力
⑥	Duration of activity (hours/day)	作業時間 (時/日)	一日当たりの作業時間を下記より選択 4 時間以上 1 時間～4 時間 15 分～1 時間 15 分未満
⑦	Use of ventilation? (addresses outdoor use, LEV and general ventilation)	換気の状況 ※屋外、局所排気装置、自然換気を選択	下記 7 つの選択肢より選択 屋外 屋内(換気なし) 屋内で局所排気装置(LEV)あり 屋内で良好な自然換気 屋内で強制換気 屋内で局所排気装置(LEV)＋自然換気 屋内で局所排気装置(LEV)＋強制換気
⑧	Use of respiratory protection and if so, minimum efficiency?	呼吸用保護具の有無と効率	下記の 3 つの選択肢より選択 No(マスクを使用せず) 90%(捕集効率) 95%(捕集効率)
⑨	Substance in preparation? (applies to inhalation and dermal for volatiles and solids)	製品中の対象物質の含有量 ※蒸気と粉じんの吸入又は経皮ばく露に適用	下記の 5 つの選択肢より選択 No(純物質の場合) 1%未満 1～5% 5～25% 25%以上
⑩	Dermal PPE/ Gloves	手袋の使用	下記の 3 つの選択肢より選択 No(手袋を使用せず) APF*1 5 APF 10 APF 20

＊1　APF;Assigned Protection Factor　(指定防護係数)

表 4-1 プロセスカテゴリー一覧（1）

記述子	プロセスカテゴリー	例及び説明
PROC1	ばく露の可能'性のない閉鎖系プロセス	物質や混合物の製造における作業。化学工業と同程度の閉鎖系連続プロセスも含まれる。閉鎖系でのサンプリングを含む閉鎖系での物質の移し替えは含まれるが、開放系での物質の供給や排出は含まれない。
PROC2	管理された状態での一時的なばく露の可能性がある閉鎖系連続プロセス	物質や混合物の製造における（限定的な手作業が介在する連続プロセスでの）作業。化学工業と同程度の閉鎖系連続プロセスも含まれる。 閉鎖系でのサンプリングを含む閉鎖系での物質の移し替えは含まれるが、開放系での物質の供給や排出は含まれない。
PROC3	管理された状態での一時的なばく露の可能性がある閉鎖式バッチプロセス	物質や混合物の製造における（限定的な手作業が介在するバッチプロセスでの）作業。化学工業と同程度の閉鎖系連続プロセスも含まれる。 閉鎖系でのサンプリングを含む閉鎖系での物質の移し替えは含まれるが、開放系での物質の供給や排出は含まれない。
PROC4	ばく露の可能性のある化学製品の製造	物質や混合物の製造における（ばく露の可能性がない設計にはなっていない）作業。 閉鎖系でのサンプリングを含む閉鎖系での物質の移し替えは含まれるが、開放系での物質の供給や排出は含まれない。
PROC5	バッチプロセスにおける混合、撹拌	最終使用を含んだ製造・調合工程での固体又は液体の混合及び混和。混合容器への供給、排出は当該プロセスには含まれない。
PROC6	カレンダー作業(ロール機による延伸)	大きな表面積における、昇温条件での処理。例えば、繊維、ゴム、或いは紙のカレンダー処理。
PROC7	工業的なスプレー作業	空中分散技術。表面コーティング、接着剤、つや出し/洗浄剤、エアケア製品、砂の吹き付けのためのスプレー。物質はエアロゾルとして吸入される。 エアロゾル粒子のエネルギーは、特別なばく露管理を必要とすることがある。コーティングの場合、過度のスプレーは廃水と廃棄物を生じる。
PROC8a	専用設備を伴わない物質又は混合物の移し替え(充填や排出)	専用設備以外でのサンプリング、積み込み、充填、移送、荷降ろし、袋詰め。粉塵、蒸気、エアロゾル、こぼし、及び機器の清掃に関連したばく露が予期される。
PROC8b	専用設備を用いる物質又は混合物の移し替え(充填や排出)	専用設備でのサンプリング、積み込み、充填、移送、荷降ろし、袋詰め。粉塵、蒸気、エアロゾル、こぼし、及び機器の清掃に関連したばく露が予期される。
PROC9	小さな容器への物質又は混合物の移し替え(専用の充填ライン、計量を含む)	充填ラインは、排出される蒸気とエアロゾルを吸収し、こぼす量を低減するように具体的に設計されている。
PROC10	ローラー塗布、刷毛塗り	例えば、コーティング剤のローラーや刷毛塗りでの塗布作業。表面の前洗浄を含む。物質は蒸気として吸入される可能性があり、液滴、噴霧、拭き取り作業、処理面の取り扱いを介して皮膚接触が生じる可能性がある。
PROC11	非工業的なスプレー作業	空中分散技術。表面コーティング、接着剤、つや出し/洗浄剤、エアケア製品、砂の吹きつけのためのスプレー。物質はエアロゾルとして吸入される可能性がある。エアロゾル粒子のエネルギーは、特別なばく露管理を必要とすることがある。

表 4-2 プロセスカテゴリー一覧 (2)

記述子	プロセスカテゴリー	例及び説明
PROC12	発泡体の製造における発泡剤の使用	混合液よりガスにより泡を発生させ、発泡体を製造するための物質(発泡剤)の使用。連続プロセス、バッチプロセスいずれでも適用可能。
PROC13	浸漬又は注ぎ込みによる成型品の処理	浸漬、注ぎ込み、水浸(ソーキング)、物質の洗い出し、或いは物質中での洗浄による部品又は製品の処理、冷成型又は樹脂タイプマトリックスを含む。処理した目的物の取扱いを含む(例えば、染色及びメッキ後)。物質は、槽に製品を浸したり、或いは表面に調剤を注ぎ込んだりするような手法によって表面に塗布される。
PROC14	打錠、加圧、押し出し、ペレット化、造粒	調剤、物質(液体及び固体)の調剤或いは部品又は製品への加工。化学品に含まれた物質は、力学的、熱的に高いエネルギー状態に曝されると、揮発性、或いは煙霧、粉塵を発生する。
PROC15	試験研究用途	試験研究施設での少量(1L 又は 1kg 以下)の使用。研究開発設備における大規模な使用は、工業プロセスとして扱うべきである。品質管理プロセスでの使用が含まれる。
PROC16	燃料の使用	未燃焼の状況で限定的なばく露の可能性がある固体及び液体燃料(添加剤を含む)の使用。閉鎖系プロセスを介する移し替えを含み、その場合 PROC8 及び PROC9 を別途考慮する必要はない。燃焼ガスへのばく露は含まれない。
PROC17	金属加工プロセスにおける高エネルギー状態での潤滑剤の使用	潤滑油が高温、高摩擦状態に曝される金属加工プロセス、例えば金属の圧延、発泡金属体の製造、掘削や研削などを含む。当該プロセスは、潤滑油の移し替え作業は含んでいない。
PROC18	高エネルギー条件における潤滑油の使用、給脂作業	手作業を含む、高エネルギー条件での潤滑油やグリースの使用。潤滑油の充填作業は含んでいない。
PROC19	手の接触を含む手作業工程	手や腕へのばく露の可能性がある、個人用保護具以外のばく露管理が無い場合が該当する。例えば、手作業によるセメントの混合や施行工事、毛髪用染料や漂白剤の混合作業などが該当する。
PROC20	小規模設備での機能性液体の使用	熱媒体や圧力媒体などの機能性液体の定期的な供給及び排出作業(閉鎖系への機能性液体の移し替えを含む)。例えば、モーター及びエンジンオイル、ブレーキ液等の家庭用品での充填や排出。PROC8-9 を別途考慮する必要はない。
PROC21	材料、成型品に関連した物質の低エネルギー状態での取扱作業	材料や成型品の手作業による切断、冷間圧延、組み立て/分解など。塊状の金属の取扱いはこのプロセスに含まれる。
PROC22	高温条件での鉱物、金属の製造・加工プロセス	製錬所、溶鉱炉、精錬所、加熱炉における作業。鋳造やタッピング(ネジ立て)、垢取りなどは含まれない。低温状態での作業は PROC21 や 26 に含まれる。
PROC23	高温条件における開放系での加工及び移し替えプロセス	製錬所、溶鉱炉、精錬所、加熱炉における作業;鋳造やタッピング(ネジ立て)、垢取りなど。溶融亜鉛メッキ、舗装における溶融固体のかきならし、水砕作業などが含まれる。 低温状態での作業は PROC21 や 26 に含まれる。
PROC24	材料、部品又は製品に関連した物質の高エネルギーを伴う(機械)作業	物質に大きな熱エネルギー又は物理的エネルギーを加える作業。例えば、熱間圧延/加熱形成、研削、機械的切断、掘削、研磨又は剥離作業など。
PROC25	金属を用いた、上記以外の高温作業のプロセス	溶接、はんだ付け、切削、ロウ付け、フレーム切断などが含まれる。

2.4.4 有害性評価値（許容濃度等）の入力と、計算の実行

2.4.3 の項目について入力が終了したら、リスク判定に必要な、許容濃度、TLV-TWA 等のばく露限界値を、「参照値」入力欄に入力する（図 10 参照）。許容濃度などの参照先の例を以下に示す。

・手元の製品の SDS 又は職場のあんぜんサイト掲載のモデル SDS（項目８）

・日本産業衛生学会：「許容濃度の勧告」[3)]

入手した許容濃度等が ppm 単位の場合、mg/m^3 単位に換算する必要がある。

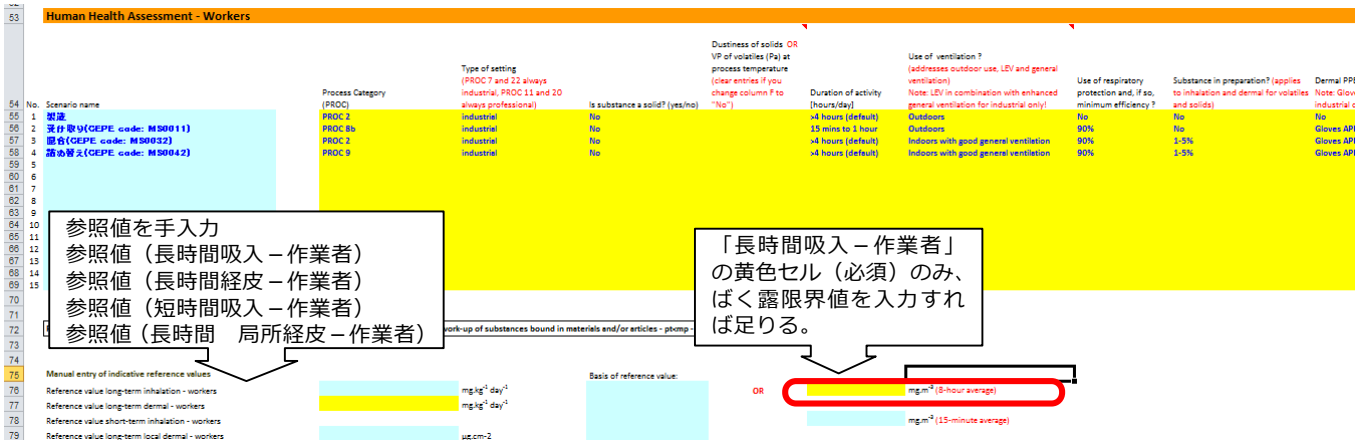


図 10　許容濃度等の入力位置

INTERFACE 画面の上方（E22～E23 セル付近）にある「Run」ボタンを押すと、マクロプログラムが実行され画面が遷移するので十数秒待つ。労働環境における推定ばく露濃度の計算及びリスク判定が実行される(図 11 参照)。

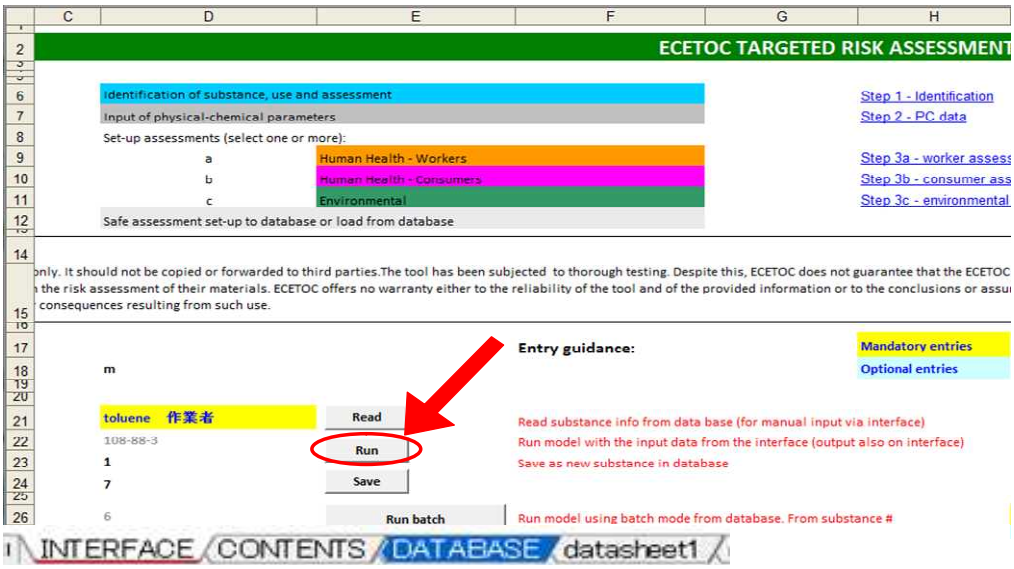
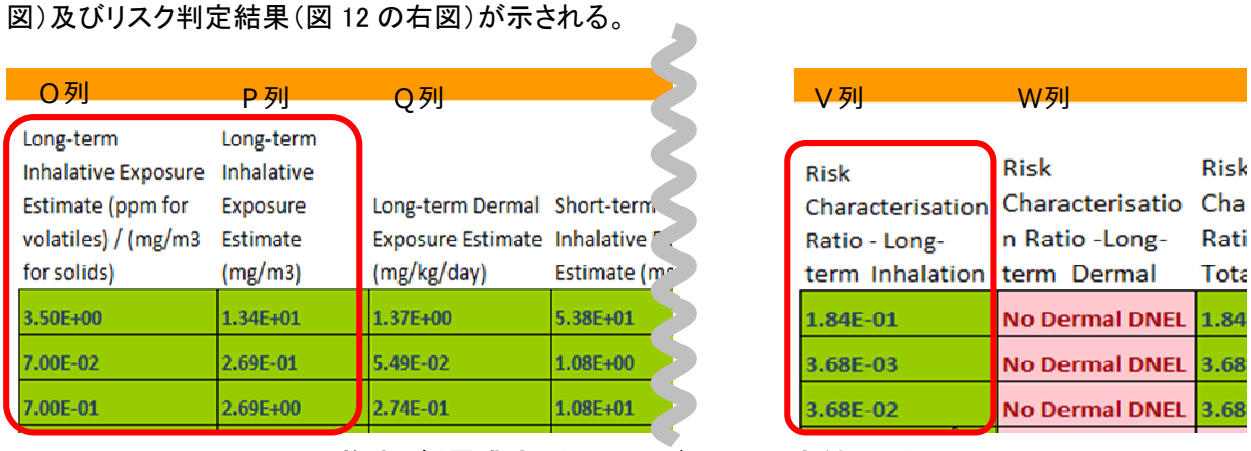


図 11　計算を実行させる「Run」ボタンの位置

2.4.5 結果の表示とファイルの保存

計算を実行したら、ばく露条件を入力した右側（O55 セル右以下）に、推定ばく露濃度（図 12 の左図）及びリスク判定結果（図 12 の右図）が示される。



O列	P列	Q列		V列	W列	
Long-term Inhalative Exposure Estimate (ppm for volatiles) / (mg/m3 for solids)	Long-term Inhalative Exposure Estimate (mg/m3)	Long-term Dermal Exposure Estimate (mg/kg/day)	Short-term Inhalative Estimate (mg	Risk Characterisation Ratio - Long-term Inhalation	Risk Characterisation Ratio -Long-term Dermal	Risk Cha Rati Tota
3.50E+00	1.34E+01	1.37E+00	5.38E+01	1.84E-01	No Dermal DNEL	1.84
7.00E-02	2.69E-01	5.49E-02	1.08E+00	3.68E-03	No Dermal DNEL	3.68
7.00E-01	2.69E+00	2.74E-01	1.08E+01	3.68E-02	No Dermal DNEL	3.68

図 12　推定ばく露濃度（左図）及びリスク判定結果（右図）

推定ばく露濃度とリスク判定の表示項目を以下に示す。

列	表示	内容
O	Long-term Inhalative Exposure Estimate (ppm for volatiles) / (mg/m^3 for solids)	吸入ばく露推定値 蒸気の場合　ppm 単位での表示、ダストの場合　mg/m^3 単位での表示
P	Long-term Inhalative Exposure Estimate (mg/m^3)	吸入ばく露推定値 mg/m^3 単位での表示
Q	Long-term Dermal Exposure Estimate (mg/kg/day)	経皮ばく露推定値
V	Risk Characterisation Ratio – Long-term　Inhalation	リスク特性比－吸入 ※ばく露限界値に対するばく露推定値の比が表示される
W	Risk Characterisation Ratio –Long-term　Dermal	リスク特性比－経皮

リスク判定結果は、V 列以降にリスク特性値（Risk Characterisation Ratio；　RCR）として示され、

- RCR＜1　のとき、リスクは管理されている（作業者への健康影響の懸念は小さい）
  ⇒セルの色は緑色
- RCR≧1　のとき、リスクは管理されていない（作業者への健康影響の懸念あり）
  ⇒セルの色はピンク色

という判定結果となる。

なお、値は指数表示で、3.50E+00 は、3.50 の意であり、1.34E+01 は 13.4 の意である。

計算結果を確認したら、「Run」ボタンの下（E24　セル付近）の「SAVE」ボタンを押し、計算結果を ecetoc　TRAM　ファイルに保存する。計算結果は対象物質名をファイル名として、データシート（datasheet1　から　20）に保存される。計算ファイルの保存状況は、ecetocTRAM　ファイルの「CONTENTS」シートで確認できる。

---

3)　以下のサイトを参照。[https://www.sanei.or.jp/images/contents/309/kyoyounoudo.pdf]

2.5 数理モデルの使用事例 （メチルイソブチルケトンを用いた加工作業）

ここでは、対象物質としてメチルイソブチルケトン（以下、MIBK とする）を用いたフィルム製造工程に関する下記の 3 つのシナリオについて、推定ばく露濃度の算出事例を示す。

① MIBK 含有原料の搬入
② MIBK 含有塗料の調合
③ 印刷機械、容器等の洗浄

上記 3 つの作業に関して、推定ばく露濃度を算出する。

MIBK の物理化学的特性に関する入力項目を表 5 に、入力した画面を図 13 に示す。

表 5 MIBK の物理化学的特性に関する入力項目

項目名	表示	入力内容
対象物質名	SUBSTANCE	MIBK
Cas番号	CAS No.	108-10-1
分子量	Molecular Weight	100.16
蒸気圧	Vapour pressure（Pa）	2,640 Pa （25℃）
水溶解度	Water solbility	（入力不要）
オクタノール/水分配係数	Partition coefficient octanol-water	（入力不要）
好気的生分解性	Biodegradability test result	（入力不要）

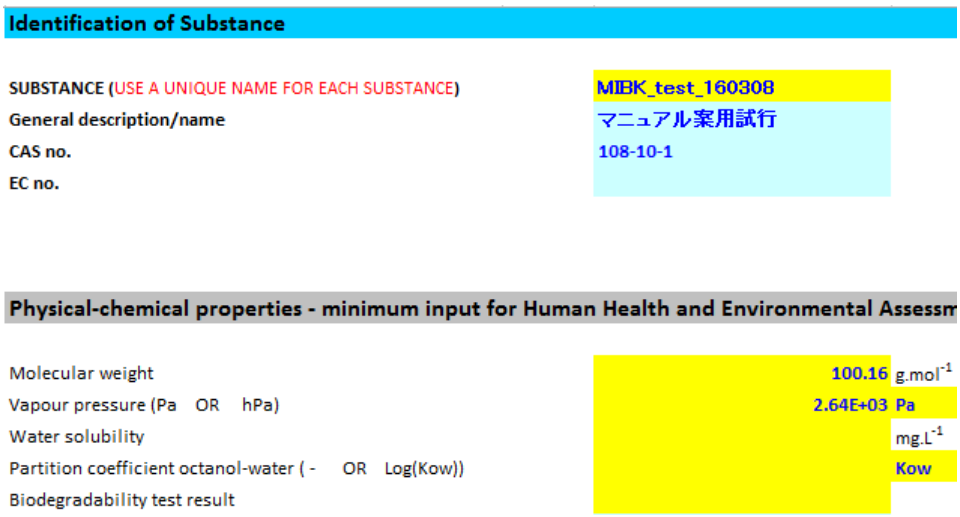


図 13 物理化学的特性の入力画面（MIBK の例）

労働者の推定ばく露濃度算出のための入力項目を表 6 に、入力画面を図 14 に示す。

表 6 労働者ばく露評価のための入力項目（MIBK の作業に関する例）

	入力内容		
内容	シナリオ①	シナリオ②	シナリオ③
シナリオ名	MIBK 含有原料の投入	塗料の調合	容器等の洗浄
プロセスカテゴリー	PROC8b （専用設備での容器/大型容器への/からの物質又は調剤の移送）	PROC5 （調剤、部品又は製品へ配合のためのバッチプロセス（混合及び混和））	PROC13 （浸漬又は注ぎ込みによる部品又は製品の処理）
作業形態	Industrial	Industrial	Industrial
対象物質の性状	No（液体）	No（液体）	No（液体）
発塵性又は作業温度における蒸気の揮発性(Pa)	— （常温作業は入力不要*）	— （常温作業は入力不要*）	— （常温作業は入力不要*）
作業時間（時／日）	15 分未満	1 時間～4 時間	15 分～1 時間
換気の状況	屋内	屋内で局所排気装置付	屋内で局所排気装置付
呼吸用保護具の有無と、効率	No（マスクを使用せず）	90% （捕集率 90%のマスクを使用）	90% （捕集率 90%のマスクを使用）
製品中の対象物質含有量	25%以上	5～25%	5～25%
手袋の使用	No（手袋を使用せず）	No（手袋を使用せず）	No（手袋を使用せず）

＊ 作業温度が常温ではない場合、蒸気圧は、実測データが得られた場合にはその実測値を採用するが、得られない場合には、沸点と常温における蒸気圧を用いて、次式より算出する。

例）25℃（298K）の蒸気圧が 2,640 Pa の物質（MIBK）を使用する作業について、作業温度 100℃（373K）の場合、沸点は 116.5℃(389.5K)、

100℃の蒸気圧

＝（101,300－常温蒸気圧）／（沸点(K)-常温(K)）×（作業温度(K)-常温(K)）+常温蒸気圧

＝（101,300-2,640）／（389.5-298）×（373-298）+2,640

＝97,660／91.5×75+2,640

＝83,509 Pa

Human Health Assessment - Workers				
No.	Scenario name	Process Category (PROC)	Type of setting (PROC 7 and 22 always industrial, PROC 11 and 20 always professional)	Is substance a solid? (yes/no)	Dustiness of solids OR VP of volatiles (Pa) at process temperature (clear entries if you
1	MIBK含有原料の搬入	PROC 8b	industrial	No	
2	塗料の調合	PROC 5	industrial	No	
3	容器等の洗浄	PROC 13	industrial	No	

Human Health Assessment - Workers						
No.	Scenario name	Duration of activity [hours/day]	Use of ventilation ? (addresses outdoor use, LEV and general ventilation) Note: LEV in combination with enhanced general ventilation for	Use of respiratory protection and, if so, minimum efficiency ?	Substance in preparation? (applies to inhalation and dermal for volatiles and solids)	Dermal PPE / Gloves Note: Gloves APF 20 for industrial only!
1	MIBK含有原料の搬入	less than 15 mins	Indoors	No	>25%	No
2	塗料の調合	1 - 4 hours	Indoors with LEV	90%	5-25%	No
3	容器等の洗浄	15 mins to 1 hour	Indoors with LEV	90%	5-25%	No

図 14　推定ばく露濃度算出のための入力画面（MIBK の例）

次に、リスク判定のために用いるばく露限界値を表 7 に、入力した画面を図 15 に示す。有害性評価値の入力部分は 4 行あるが、一番上の行（長期の吸入経路）の右側に、mg/m^3 のばく露限界値を入力する。ECETOC TRA では、ばく露限界値の入力は mg/m^3 であるため、許容濃度等の情報が ppm 単位の場合には、分子量を考慮し mg/m^3 単位に換算する必要がある（表 7、脚注＊1 参照）。

表 7　MIBK のばく露限界値

対象物質名	ばく露限界値	
MIBK	50 ppm　（205 mg/m^3 ＊1 ）	ACGIH TLV−TWA

＊1：分子量 100.16 より換算したもの

50 （ppm）×100.16／24.45＝205 (mg/m^3)

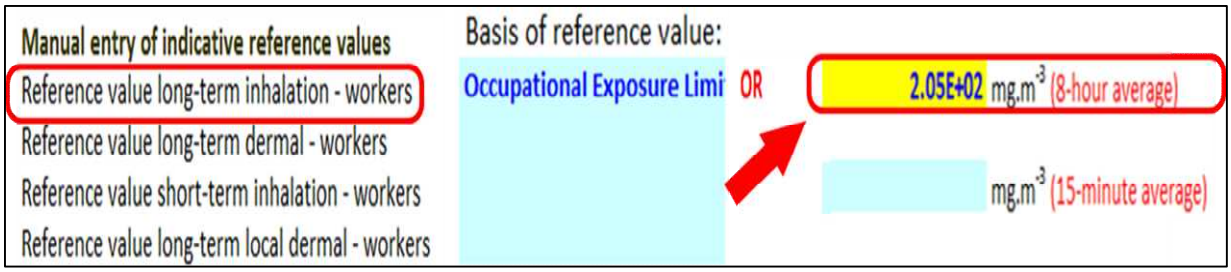


図 15　ばく露限界値の入力画面（MIBK の例、右側部分）

労働者の推定ばく露濃度算出のための入力項目と、許容濃度等の有害性評価値を入力後、「Run」ボタンにて計算を実施する。図 16 に推定ばく露濃度の計算結果を、図 17 にリスク判定結果を示す。

Long-term Inhalative Exposure Estimate (ppm for volatiles) / (mg/m3 for solids)	Long-term Inhalative Exposure Estimate (mg/m3)	Long-term Dermal Exposure Estimate (mg/kg/day)	Short-term Inhalative Exposure Estimate (mg/m3)	Local Dermal Exposure Estimate (µg/cm2)
2.50E+00	1.04E+01	1.37E+00	4.17E+02	1.00E+02
1.80E-01	7.51E-01	4.94E+00	5.01E+00	7.20E+02
6.00E-02	2.50E-01	1.65E+00	5.01E+00	2.40E+02

図 16　推定ばく露濃度の算出結果（MIBK の例）

Risk Characterisation Ratio - Long-term Inhalation	Risk Characterisation Ratio -Long-term Dermal	Risk Characterisation Ratio - Long-term Total Exposure	Risk Characterisation Ratio - Short-term Inhalation	Risk Characterisation Ratio - Local Dermal
5.09E-02	No Dermal DNEL	5.09E-02	No short-term DN	No Local Dermal DNEL
3.66E-03	No Dermal DNEL	3.66E-03	No short-term DN	No Local Dermal DNEL
1.22E-03	No Dermal DNEL	1.22E-03	No short-term DN	No Local Dermal DNEL

図 17　リスク判定結果（MIBK の例）

3 つのシナリオの推定ばく露濃度（8h-TWA）及びリスク判定結果は、下記のとおりである。

表 8　MIBK の ECETOC TRA を用いるリスクアセスメントの結果

シナリオ名	推定ばく露濃度		リスク判定結果	
	（ppm）	（mg/m^3）	RCR	リスク判定結果
①MIBK 含有原料の搬入	2.5	10.4	0.0509	リスクは低い*1
②塗料の調合	0.18	0.75	0.00366	リスクは低い*1
③容器等の洗浄	0.06	0.25	0.00122	リスクは低い*1

＊1：作業者の健康へ影響を及ぼす懸念は低い（リスクは管理されている）

上記の事例では、リスクは管理されているという結果となったが、リスクあり（RCR≧1）という結果になった場合には、下記に示すような健康障害防止措置について検討する。

・呼吸用保護具（マスク）を着用する。
・作業時間を変更する
・換気条件を変更（局所排気装置の設置等）する。
・対象物質含有量の原材料を使用する。

3. 使用上の注意

ECETOC TRA を用いた推定ばく露濃度の算出に関する注意事項は以下のとおりである。

- 推定ばく露濃度（Long-term）は、各作業の労働時間を考慮し、8 時間-TWA（8 時間に平均した濃度）として算出される。1 日の作業の中で、複数の作業を行う場合には、個別作業に関する推定ばく露濃度（8h-TWA）を算出し、その合計値を 1 日の推定ばく露濃度としてリスクアセスメントを行う必要がある。
- 計算ファイルは「対象物質名」をファイル名として保存されるため、「対象物質名」の項目には、物質の化学名のみでなく、計算ファイルを特定できるような情報（例えば計算の実施日や、作業場名など）を含む名称とすることが望ましい。
- 物理化学的特性の中で、労働者の推定ばく露濃度算出のために使用される情報は「蒸気圧」と「分子量」のみであり、特に重要な情報は、有機物（液体として扱う）の揮発性の程度を決定する「蒸気圧」である。従って、蒸気圧については 2.4.2 に示した中でも信頼性の高い情報を採用することが望ましい（引用した情報源を記録しておくと良い）。
- 労働者ばく露評価の入力項目で特に重要な項目は「プロセスカテゴリー」である。プロセスカテゴリーの選択にあたっては、作業の種類、作業温度、プロセスの閉鎖系の程度（開放の程度）などに留意し慎重に行うこと(参考資料参照)。可能であれば、海外の評価事例なども参考にすると良い。PROC の選択が難しい場合は、複数の条件による推定を行い、より安全側（より高濃度）となる PROC の推定結果を採用する。どちらの PROC が実際の作業状況を反映しているか確認できた場合には、再度その PROC によるリスクアセスメントを実施することが望ましい。

  例えば、「原料の投入」作業であっても、

  ① 開放された投入口へ、ガロン瓶等の容器から手作業で投入する場合

  ⇒PROC8a：専用でない大型容器からの移送

  ② タンクローリーを接続して液体原料を搬入し、バルブを開閉して自動投入する場合

  ⇒PROC2：閉鎖的連続プロセス、一時的なばく露あり

  のように、システムの閉鎖系の程度や、作業者へのばく露の機会によって PROC の選択は異なる。

- 局所排気装置が設置されていても、労働者（及び発生源）と局所排気装置の位置や型式によっては、有効なリスク低減対策となっていない場合がある。ECETOC TRA での推定を行う場合には、局所排気装置の有効性について考慮すべきであり、可能であれば有効性を確認し、有効性がある場合に「局所排気装置あり」の条件でリスクアセスメントを実施することが望ましい。
- リスクアセスメントを行う場合には、非定常作業も考慮する必要がある（非定常作業でもばく露の可能性が高い作業により、労働者の健康へ悪影響を及ぼす場合があるため）。例えば、閉鎖系設備を開放して実施するメンテナンス作業では、局所排気装置等の設備を停止しての設備洗浄作業や、手作業で直接フィルター等を洗浄・交換する作業など、ばく露の可能性が高い作業が含まれることがあり、注意が必要である。

【参考資料】 プロセスカテゴリーの選択について

ばく露実態調査による実証検証にて使用したプロセスカテゴリー（PROC）の分類と、対応する「有害物ばく露作業報告」での作業の例を、以下に示す。

表　プロセスカテゴリーの分類と、対応する「有害物暴露作業報告」でのばく露作業

	プロセスカテゴリー（PROC）		対応する作業名の例	有害物ばく露作業報告*1で用いる「ばく露作業の種類」で該当する作業例
閉鎖的プロセスにおける作業 （ばく露の機会は1＜2＜3と増加傾向）	1	閉鎖的連続プロセス、ばく露なし	タンクローリーからの原料の受入れ、閉鎖系プロセスにおける反応・撹拌、充填（減圧自動投入など）	33：計量、配合、注入、投入又は小分け 34：サンプリング、分析、試験又は研究 49：ろ過、混合、撹拌、今練又は加熱
	2	閉鎖的連続プロセス、一時的なばく露あり		
	3	閉鎖的バッチプロセス		
ばく露のある作業	4	ばく露の可能性がある化学品の製造	他のプロセスがあてはまらない場合	
高エネルギー作業	5	混合及び混和	混練加熱、塗料等の混合	37：成型、加工又は発泡 49：ろ過、混合、撹拌、混練又は加熱
	6	カレンダ作業（ロール伸延）	混練加熱、ロール伸延	
スプレー塗装	7	工業的スプレー	船体、車体へのスプレー塗装 回収溶媒による容器の洗浄作業	46：吹き付けの作業
物質又は調剤の移し替え	8a	専用でない容器への移し替え	搬入、添加、充填、サンプリング	33：計量、配合、注入、投入又は小分け 34：サンプリング、分析、試験又は研究 35：充填又は袋詰め
	8b	専用の容器への移し替え		
	9	小型容器への移し替え(計量を伴う)		
スプレーでない塗装作業	10	ローラー塗布又は刷毛塗り	船体、車体へのローラー塗装、刷毛塗り	42：吹き付け塗装以外の塗装又は塗布
発泡剤の使用	12	発泡体製造における発泡剤の使用	発泡作業（PUF 製造など）	37：成型、加工又は発泡

	プロセスカテゴリー（PROC）		対応する作業名の例	有害物ばく露作業報告*1で用いる「ばく露作業の種類」で該当する作業例
開放面における表面処理	13	浸漬又は注ぎ込み	浸漬、洗浄、ストレーナー交換、 表面処理、フィルター洗浄	39：接着の作業 41：洗浄、払拭、浸漬又は脱脂の作業 48：めっき等の表面処理
高エネルギー作業	14	打錠、押出、加圧、造粒	樹脂の射出成形、造粒、 製剤の打錠	37：成型、加工又は発泡
少量の使用	15	試験研究用途（1L、1kg 未満）	少量の使用（マーキングなど）	34：サンプリング、分析、試験又は研究
ばく露のある手作業	19	手の接触を含む手作業工程	製品表面の溶剤での洗浄	41：洗浄、払拭、浸漬又は脱脂の作業

＊1：有害物ばく露作業報告については、web ページを参照　[http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/070409-1k.pdf]