

ALOHA(Areal Locations of Hazardous Atmospheres)

Ver. 5.4.1.2

テクニカルガイダンス

【概要】

ALOHA は、米国環境保護庁(EPA)および米国海洋大気庁(NOAA)により開発された、可燃物質や有害物質などの漏えいや放出を評価するための影響評価ソフトウェアです。2006 年末に公開された Ver. 5.4.1 から、**可燃物質の火災・爆発を評価できるモデルが追加されています**。大気放出される化学物質の毒性、物理的特性、気象情報などにに基づき風下における化学物質による影響を求めることができ、**ALOHA** の評価結果は、**MARPLOT** を用いて地図上に投影することができます。

I : **ALOHA** について

1. 目的

ALOHA は、化学物質の放出事故などが発生したとき、または危機管理や防災訓練に対応できるように設計されたプログラムです。

ALOHA を使用することにより、有害ガスの蒸気雲や火災・爆発を含めた、有害な化学物質の放出による危険地域の予測が出来ます。

2. 基本的手順

ALOHA を使用するには、幾つかの基本的な手順に従います。

- 1) 化学物質放出が起きた都市と日時を入力する。
- 2) 化学物質を **ALOHA** ライブラリから選ぶ。(CAMEO から情報を得る)
- 3) 化学物質放出発生時の気象状況を入力する。
- 4) 貯蔵庫から化学物質が流れ出た状況を説明する。
- 5) **ALOHA** に危険地域を示すように危険値を設定する。

この手順を行った結果、

ALOHA は、毒性、可燃性、輻射熱、あるいは爆風圧によるハザードを、LOC (Levels of Concern) の設定値を越えた領域について表示します。

3種類のレベルを設定すれば、**ALOHA** はそれぞれ、赤、オレンジ、黄色で表示します。赤のゾーンは、最も危険性が高いことを示し、オレンジと黄色のゾーンは、各々危険性がより低いことを示します。

ALOHA で得られたこの危険地域のデータを **MARPLOT** に送り、実際の地図に重ね合わせて表示することが出来ます。

3. メニューバー

ALOHA の基本的操作は、メニューバーにある7つの項目で行います。

1) **File**

- a) ファイルの新規作成、開閉、保存
- b) 印刷、印刷設定
- c) **ALOHA** の終了

2) **Edit**

Undo Cut Copy Paste Clear などの操作

3) **SiteData**

- a)日時 b)場所 c)有害ガス放出源の風下にあるビルのタイプの設定

4) **SetUp**

事故についての基本設定

- a)化学物質一覧による化学物質特定 (Chemical) b)気象条件選択 (Atmospheric) c)化学物質の放出源情報 (Source) の設定
- d) **ALOHA** で予測する拡散タイプの設定

5) **Display**

情報の表示方法の設定

6) **Sharing**

MARPLOT とのデータ共有

7) **Help**

ALOHA についての情報、操作手順ガイド

4. **ALOHA** の限界

正確な情報がなければ、**ALOHA** は正しく予測することが出来ません。もし信頼できないデータしかないのなら、最悪の場合を想定するか、いろいろなシナリオを想定して結果を比べたほうが良いでしょう。迷ったらヘルプやリファレンスを参考にしてください。

ALOHA のモデルは、気象情報に基づいて化学物質の大気拡散を予測しています。もし気象情報（風速など）が変わったら直ぐに正しい情報を入力して新しい危険地域を求めてください。

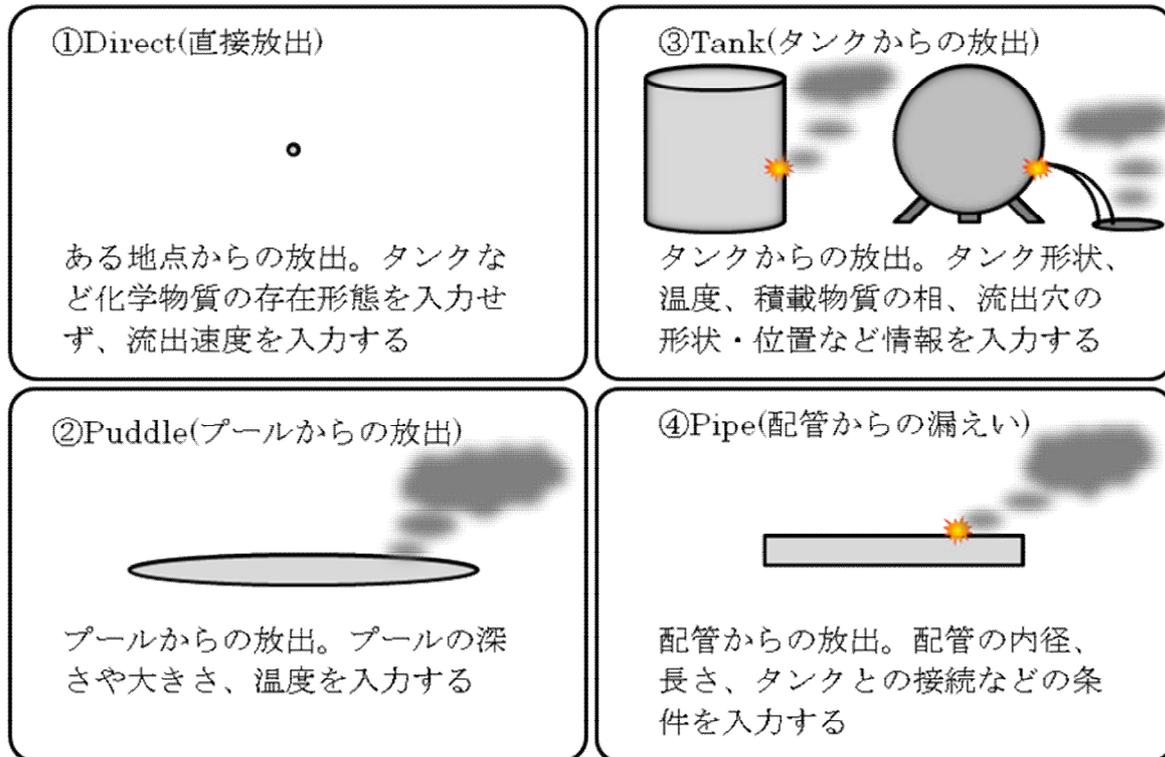
さらに、正確な情報を入力したとしても **ALOHA** モデルは入力条件のわずかな違いによりいくつもの異なった結果を予測します。

II : ALOHA の評価に必要な物性値

各流出源モデルおよび選択された流出後のガス拡散モデルによって、**ALOHA** の評価では以下の物性値が必要となります。

物性値	流出源モデル				ガス拡散モデル	
	Direct (直接)	Puddle (プール)	Tank (タンク)	Pipeline (配管)	Heavy Gas モデル	Gaussian モデル
物質名	○	○	○	○	○	○
物質質量	○	○	○	○	○	○
標準沸点	◇	○	○	○	○	
臨界圧力	◇	○	○	○	□	
臨界温度	◇	○	○	○	□	
気体密度					○	
標準凝固点		○	○			
気体熱容量		○	○	○	○	
液体熱容量		○	○			
燃焼熱	F	F	F	F		
蒸気圧					**	
<p>○ 必要となる物性値 ◇ 流出速度および流出量を体積単位で表記する場合必要になります。 □ 蒸気圧が入力されていない場合必要になります。 F 火災・爆発のシナリオを評価する場合必要になります。 ** 臨界圧力および臨界温度が入力されていない場合必要になります。</p>						
<p>注:フラッシュ火災の可燃性領域を計算するためには、爆発下限界濃度(LEL)を入力する必要があります。また、蒸気雲爆発では爆発下限界濃度(LEL)と爆発上限界濃度(UEL)の情報が必要になります。</p>						

Ⅲ：流出源モデル



Direct: 直接流出モデル

化学物質がタンクや配管から流出した場合、流出される物質が気体の場合は大気に拡散する一方、液体の場合はプールを形成し、プールから気化したものが大気に拡散していきます。流出源がタンクや配管の場合、流出によってタンクおよび配管内の圧力が低下し流出速度も変化します。直接流出モデルは、タンクや配管からの流出とは異なり、瞬間的に放出される場合や、連続的に一定の速度で流出がおこる場合に用います。また、流出源の情報が少なく、他のモデルを使用するための情報が不十分な場合に、直接流出モデルを適用し様々な流出速度を仮定して評価することができます。プールから一定速度で気化し、化学物質が大気に放出される場合も想定して使用することができます。

このモデルでは、気体の流出のみを想定しています。入力の際に、化学物質の状態に液相を指定できますが、液体の体積を気体の体積に換算し、指定した流出速度で放出された液体が瞬間的に気体となるものと仮定して計算されます。

大気放出された化学物質は、毒性および可燃性の蒸気雲を形成します。可燃性蒸気雲は、フラッシュ火災および蒸気雲爆発を生じます。

Puddle: プールモデル

液体の化学物質が地面にプールを形成する場合のモデルです。プールより、蒸発した化学物質が大気に放出されます。大気放出された化学物質は、毒性および可燃性の蒸気雲を生じるとともに、プールが可燃性物質によって形成される場合プール火災を生じることがあります。よって、プールモデルでは、毒性および可燃性蒸気雲による影響評価だけでなく、プール火災も評価されます。

Tank: タンクモデル

タンクより化学物質が流出する際に、タンク内の化学物質が気体の場合大気拡散していきますが、液体の場合地面にプールを形成します。タンクモデルでは非着火放出によって、毒性・可燃性蒸気雲を生じる場合に加えて、着火放出によってジェット火災、プール火災を生じます。

さらに、液化ガスなどを入れたタンクが火災などによって高温にさらされ過熱状態にあるときに、開口部を生じるとタンク内の液体は激しく沸騰蒸発し、膨張しながら爆発を起こします。この現象をBLEVE(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)と呼び、この際に生じる蒸気雲に着火するとファイヤボール、もしくは噴出した内容物がプールを形成した場合はプール火災を生じ、輻射熱による被害をもたらします。

Gas Pipeline: ガス配管モデル

ガス配管より化学物質の流出が発生する場合のモデルです。非着火放出の場合、流出したガスによって毒性および可燃性の蒸気雲を形成します。一方、着火放出の場合ジェット火災を生じます

《流出源モデルの種類と評価が可能なシナリオ一覧》

流出源モデル Source	有害性シナリオ Toxic Scenarios	火災シナリオ Fire Scenarios	爆発シナリオ Explosion Scenarios
Direct(直接)			
直接漏洩 (Direct Release)	毒性曝露 Toxic Vapor Cloud	可燃性領域(フラッシュ火災) Flammable Area (Flash Fire)	蒸気雲爆発 Vapor Cloud Explosion
Puddle(プール)			
蒸発 (Evaporating)	毒性曝露 Toxic Vapor Cloud	可燃性領域(フラッシュ火災) Flammable Area (Flash Fire)	蒸気雲爆発 Vapor Cloud Explosion
プール火災 (Pool Fire)		プール火災 Pool Fire	
Tank(タンク)			
非着火放出 (Not Burning)	毒性曝露 Toxic Vapor Cloud	可燃性領域(フラッシュ火災) Flammable Area (Flash Fire)	蒸気雲爆発 Vapor Cloud Explosion
着火放出 (Burning)		ジェット火災およびプール火災 Jet Fire or Pool Fire	
BLEVE		BLEVE(ファイヤボールおよび プール火災) BLEVE (Fireball and Pool Fire)	
Gas Pipeline(配管)			
非着火放出 (Not Burning)	毒性曝露 Toxic Vapor Cloud	可燃性領域(フラッシュ火災) Flammable Area (Flash Fire)	蒸気雲爆発 Vapor Cloud Explosion
着火放出(ジェット火災) Burning (Jet Fire)		ジェット火災 Jet Fire	

IV : ALOHA の手順

0. ALOHA の前に：情報整理

ALOHA を始める前に、事故情報について以下の項目をまとめておくと操作がスムーズにできます。

- 1) 化学放出が発生した都市と日時
- 2) 化学物質の名称
- 3) 発生時の気象状況
天候、風速、風向、地形、雲量、大気安定度、逆転層の高さ、湿度など
気象庁の値はもちろん、現地気象観測塔による値、3メートルの現地簡易観測にも対応しています。
- 4) 流出状況
流出元（タンク、パイプラインなど）、形状（円筒形、球形など）、大きさや容量
穴の大きさ、形状、穴の高さ
- 5) ALOHA に表示させる条件
LOC の設定など

1. ALOHA プログラムをスタート

- 1) Windows では「スタート」→「すべてのプログラム」の中から「ALOHA」を選ぶか
デスクトップの「 ALOHA」のアイコンを選ぶ
- 2) プログラムが起動するとバージョン情報が表示される
- 3) ALOHA の評価対象の制限が表示される
- 4) 確認したのち「OK」をクリック

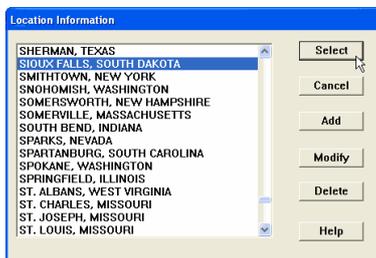
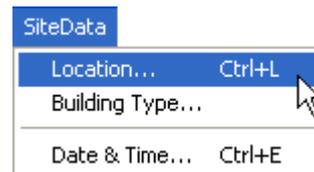
2. 環境設定

- 1) ALOHA が自動計算するよう設定する
メニュー欄より「SetUp」→「Calculation Options」を選択
「Let ALOHA decide」を選択し、「OK」をクリック
- 2) 計測単位を設定する
メニュー欄より「Display」→「Display Options」を選択
「Metric units」（グラム、メートル単位）を選択し、「OK」をクリック

3. 都市と日時の指定

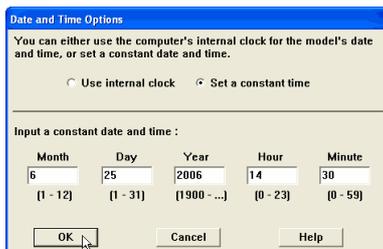
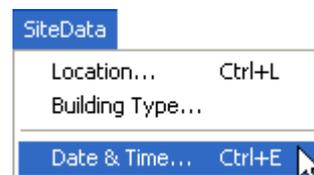
1) 都市を指定¹

メニュー欄の「SiteData」→「Location」をクリック
現れた ALOHA 地名一覧より都市を選択
「Select」をクリック



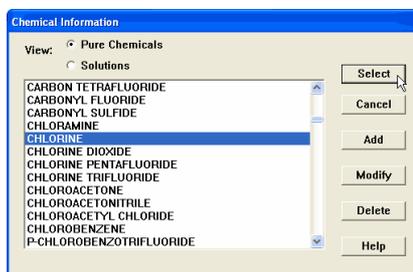
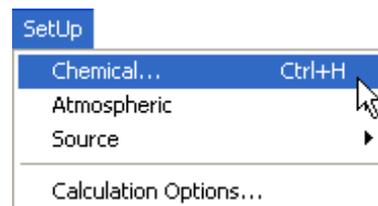
2) 日時を指定

メニュー欄の「SiteData」→「Date&Time」をクリック
「Set a constant time」をクリックすると、
「Date and Time Options」が現れるので、指定する日時を入力



4. 化学物質を選択

メニュー欄の「SetUp」→「Chemical」をクリック
物質一覧が表示されるので、化学物質を選択し
「Select」をクリック



¹ 日本の地名入力：「Site Data」→「Location」→「Add」から Latitude（緯度）、Longitude（経度）等を入力

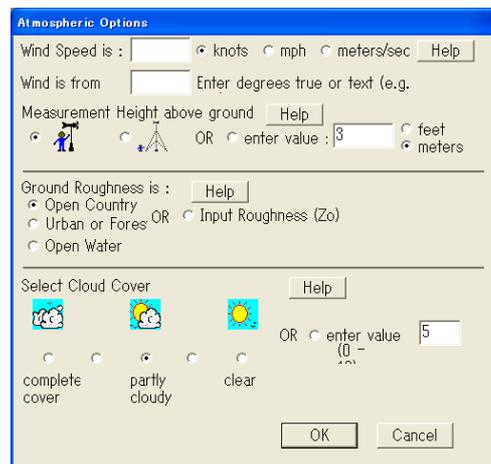
5. 気象状況を設定

メニュー欄の「SetUp」→「Atmospheric」→「User Input」をクリック

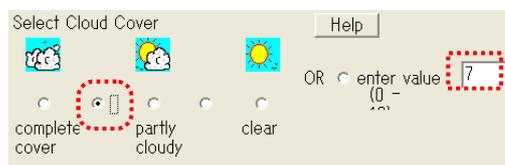


1) [Atmospheric Options]画面が表示される

- ① 「Wind Speed」(風速)の欄に数値を入力
単位「meters/sec」をクリック
- ② 「Wind is from」(風向)の欄に入力
例)「南西」は「SW」(South West)
- ③ 風速を計測した高さを入力
「meter」を左クリック。右欄に「10」が自動的に入り、
「meter」にチェックが入る

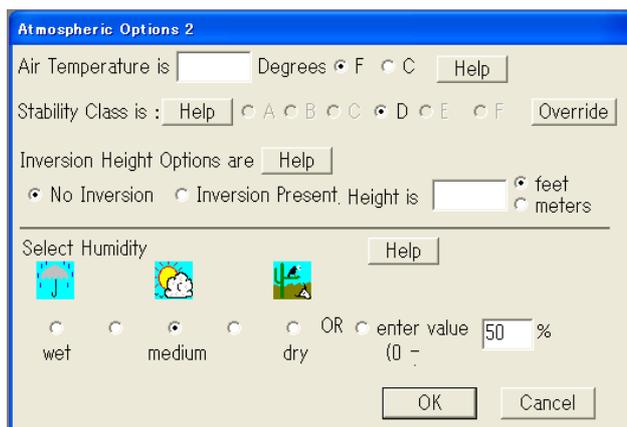


- ④ 「Ground Roughness」(表面粗度)を選択入力
- ⑤ 「Select Cloud Cover」(雲量)を選択
右の箱に数値が自動的に表示
良ければ「OK」をクリック



2) [Atmospheric Options 2]画面が表示される

- ① 「Air Temperature」(気温)の欄に入力
摂氏を示す「C」をクリック
- ① 「Stability Class is」(大気安定度)の欄が自動的に指定されていることを確認
- ② 「Inversion Height Options are」(逆転層の高さ)の欄を選択
- ③ 「Select Humidity」(湿度)を入力



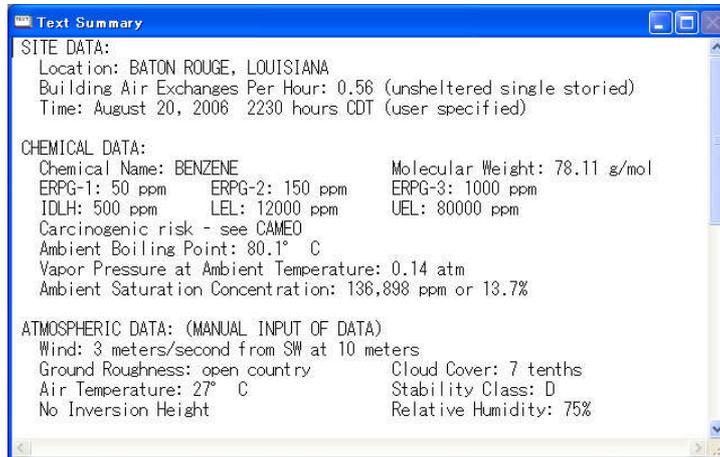
天気マークを選ぶと右欄に数字が自動的に入ります。良ければ「OK」をクリック
あるいは、直接湿度を入力して、「OK」をクリック



3) 入力条件の要約の確認

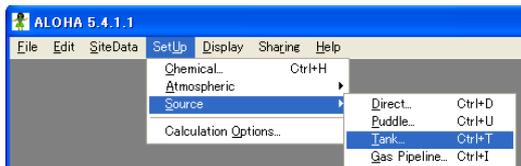
以上の操作により、[Text Summary]がすべて入力されていることを確認する。

条件の入力が完了すると、新たに「Source Strength」の項目が[Text Summary]内の「Atmospheric data」の下に現れる。



6. 化学物質の容器・配管等からの放出源情報の入力(Source Strength)

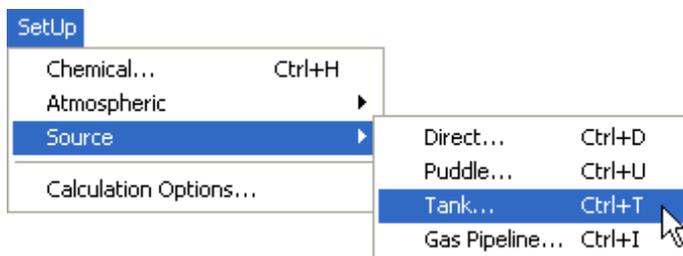
上部のメニューより、「SetUp」→「Source」より選択



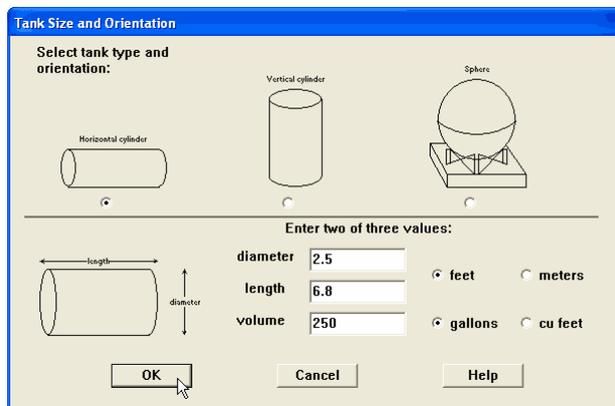
指示に従ってタンクやパイプライン、パドル（液体プール）の詳細を選択しながら指定（各項目を指定すると、自動的に次の項目が現れる。）

例) タンクの場合

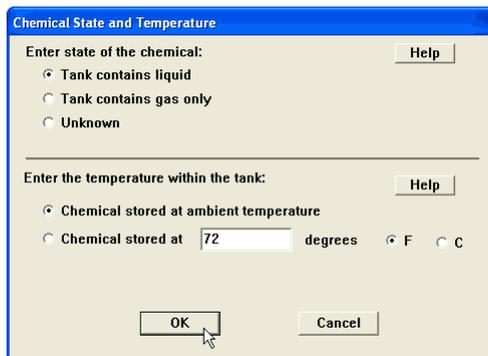
「Source」で Tank を選択



(ア) Tank 形状、大きさを入力（直径と容量から高さを自動設定することも可）



(イ) 化学物質の状態を設定（液体、固体、保存温度など）



(ウ) タンクに入っている容量を指定

Liquid Mass or Volume

Enter the mass in the tank OR volume of the liquid

pounds
 tons(2,000 lbs)
 kilograms

The mass in the tank is: 1

OR

Enter liquid level OR volume

The liquid volume is: 170

gallons
 cubic feet
 liters
 cubic meters

67.9 % full by volume

OK Cancel Help

(エ) 穴の大きさや形状を指定

Area and Type of Leak

Select the shape that best represents the shape of the opening through which the pollutant is exiting

Circular opening Rectangular opening

Opening diameter: 0.5

inches
 feet
 centimeters
 meters

Is leak through a hole or short pipe/valve?

Hole Short pipe/valve

OK Cancel Help

(オ) 穴の開いた位置を指定

Height of the Tank Opening

The bottom of the leak is: 1.25

in ft cm m

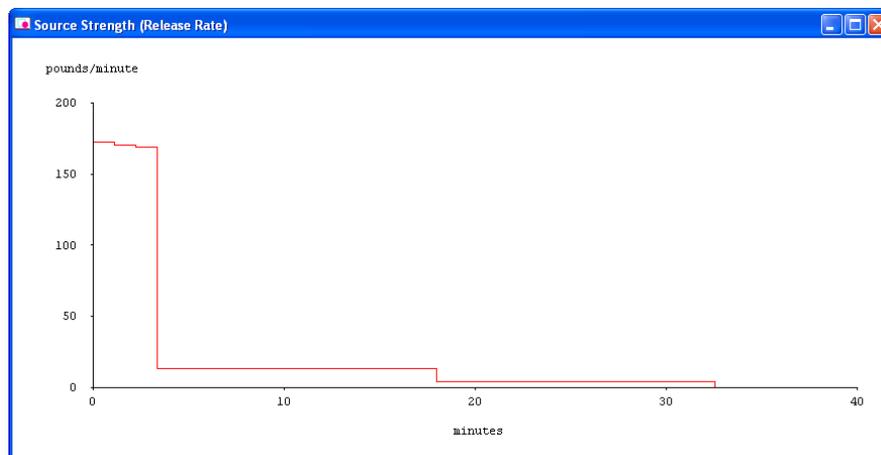
above the bottom of the tank

OR

50 % of the way to the top of the tank

OK Cancel Help

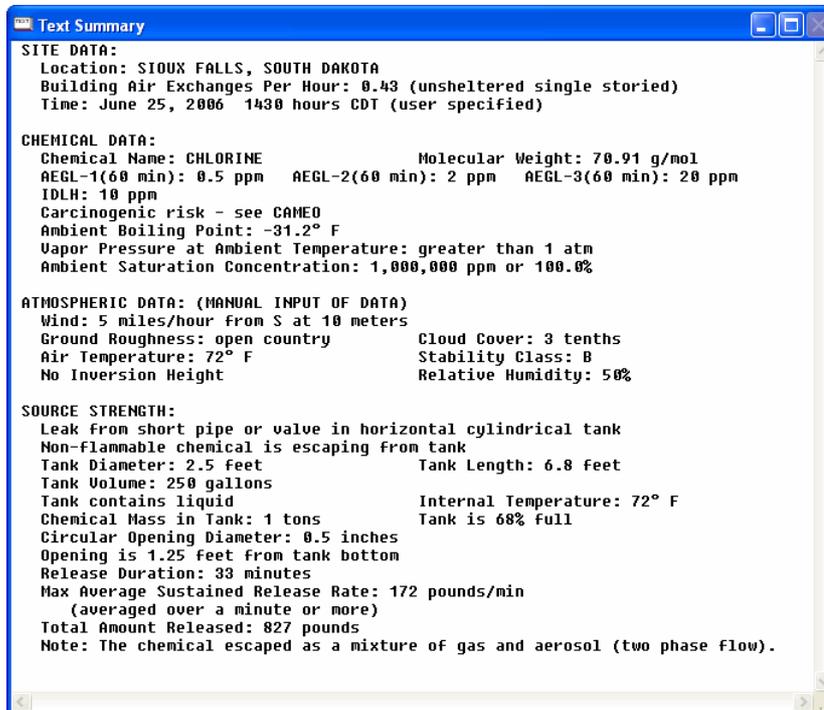
「Display」 → 「Source Strength」を選択すると、放出開始後の流量変化がグラフで表される。



7. 入力条件の要約に入力データが全て表示されることを確認

この要約を用いて、いつでも入力条件を検証し、**ALOHA** の計算結果を再検討できます。
もし、変更があっても、いつでも訂正して再計算することが可能です。

※各数値について、単位に注意してください。米国のプログラムなので、インチやガロン、華氏など、日本ではあまり使用しないものがあります。



```
Text Summary
SITE DATA:
Location: SIOUX FALLS, SOUTH DAKOTA
Building Air Exchanges Per Hour: 0.43 (unsheltered single storied)
Time: June 25, 2006 1430 hours CDT (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: CHLORINE Molecular Weight: 70.91 g/mol
AEGL-1(60 min): 0.5 ppm AEGL-2(60 min): 2 ppm AEGL-3(60 min): 20 ppm
IDLH: 10 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO
Ambient Boiling Point: -31.2° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5 miles/hour from S at 10 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 3 tenths
Air Temperature: 72° F Stability Class: B
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Non-Flammable chemical is escaping from tank
Tank Diameter: 2.5 feet Tank Length: 6.8 feet
Tank Volume: 250 gallons
Tank contains liquid Internal Temperature: 72° F
Chemical Mass in Tank: 1 tons Tank is 68% full
Circular Opening Diameter: 0.5 inches
Opening is 1.25 Feet from tank bottom
Release Duration: 33 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 172 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 827 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).
```

8. 危険領域の作成

危険領域の予測をするには、少なくとも1つの LOC (Level of Concern) を設定し、ひとつのシナリオについて3つの LOC を設定することができます。

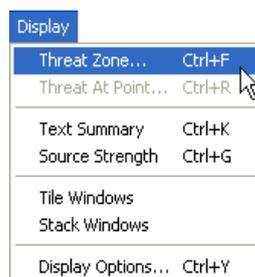
LOC を設定することにより、有害物質濃度が高いと予測される地域を表示でき、3種類の LOC をひとつにまとめて表示できます。このとき、最も大きい危険なハザードを赤で表示し、以下、オレンジ色、黄色で危険レベルごとに色を変えることができます。

*LOC を設定するときの注意

LOC では、有害か無害かの条件を厳密に定義することは出来ません。それは、化学物質や危険性 (ハザード) に対する敏感さは、ヒトによって違うからです。たとえば、老人、病人、幼児などは、健康な大人よりも化学物質に敏感です。つまり、ある LOC は、ヒトによっては妥当な値かもしれませんが、他のヒトには高すぎる値かも知れません。ALOHA の LOC を設定するとき、より多くのヒトにとって適切な数値を入力し、得られた危険ゾーンは、現実には化学物質の放出が発生したときの危険ゾーンよりも不確実性を含んだ結果であるとして扱ってください。

1) 「Display」 → 「Threat Zone」を選択

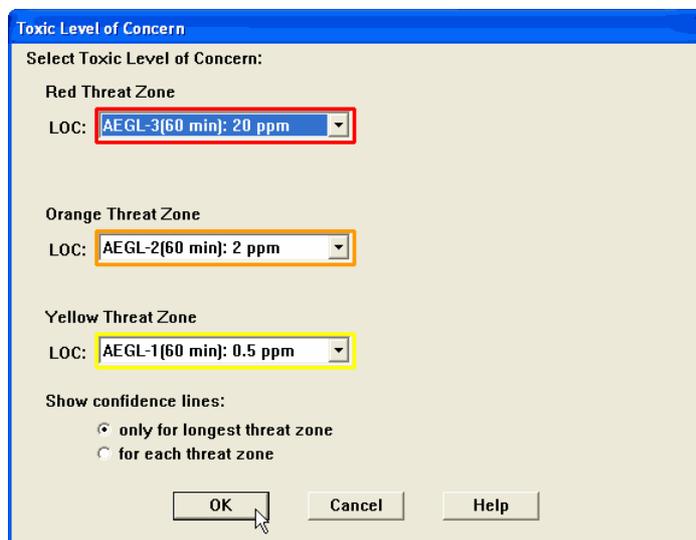
「Toxic Level of Concern」ダイアログボックスを表示



2) LOC を設定

危険領域について設定する。

初期値として、AEGL (Acute Exposure Guideline Level : 急性曝露ガイドラインレベル) の60分の数値が設定されている。また、多くの有害物質について AEGL の値が設定されている。



- * AEGL は、危険性が上がるにつれてレベルが上がります。つまり **ALOHA** では AEGL-3 で最も危険性が高い赤が表示されます。

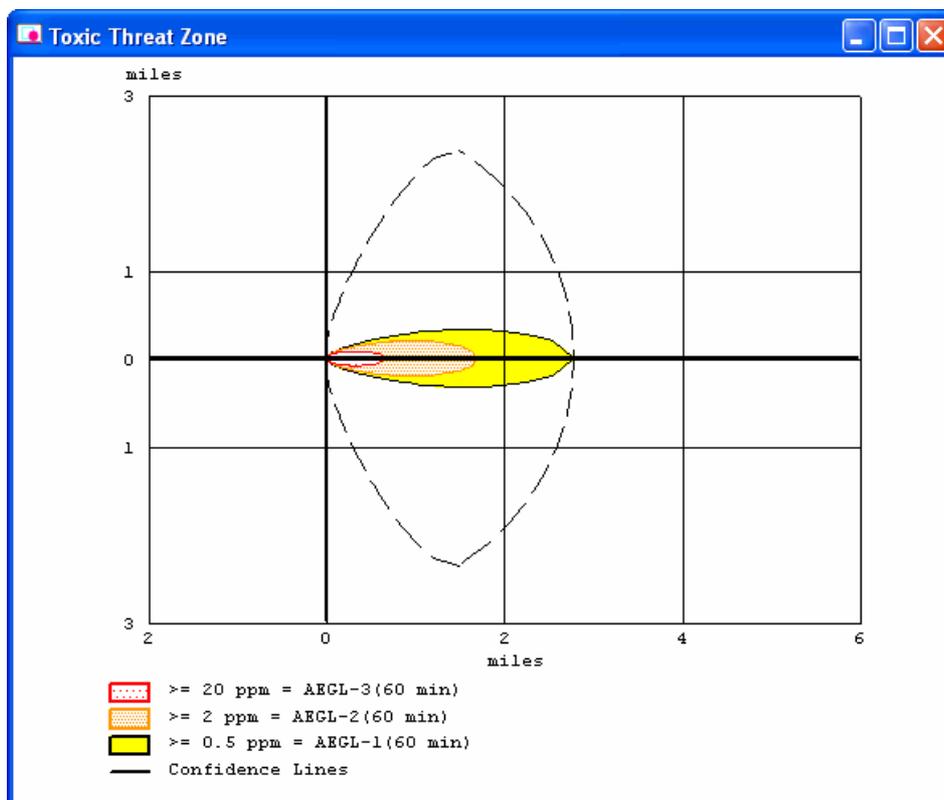
AEGL のレベル (ある物質の気中濃度 ppm または mg/m3 で表す)

レベル	対象	症状
1	感受性の高いヒトも含めた一般住民	著しい不快、刺激、あるいはある種の無症候性非感覚的作用が予測される
2	感受性の高いヒトも含めた一般住民	これらの影響は身体の障害にはならず、一時的なもので暴露の中止と同不可逆的かまたは他の重篤な長期にわたる有害な健康障害、または避難能力の欠如を抱くと予測される
3	感受性の高いヒトも含めた一般住民	生命が脅かされる健康影響、または死亡すると予測される

境界線の定義を選ぶ。

3) 結果の表示

設定した結果を、グラフで示し、「設定条件の要約 (Text Summary)」を文字で表示します。



```

THREAT ZONE:
Model Run: Heavy Gas
Red : 1124 yards --- (20 ppm = AEGL-3(60 min))
Orange: 1.7 miles --- (2 ppm = AEGL-2(60 min))
Yellow: 2.8 miles --- (0.5 ppm = AEGL-1(60 min))

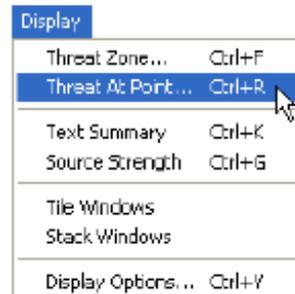
```

9. 特定の場所の危険レベルを決定する

ALOHA は、特定の事故によりリスクが発生する領域の境界線（危険領域）を予測するだけでなく、いろいろな場所にある特定の建物について、放出の発生直後から数時間内の建物の室内・室外濃度を予測することもできます。

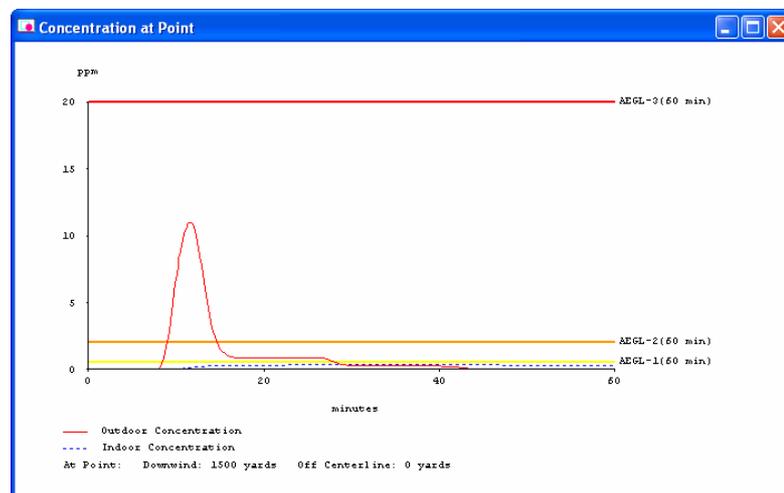
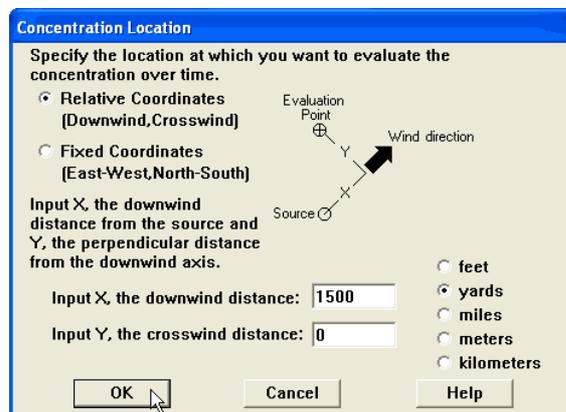
1) 「Display」 → 「Threat At Point」 をクリック

Concentration Location ダイアログボックスが表示される



2) 「Relative Coordinates」 をクリック

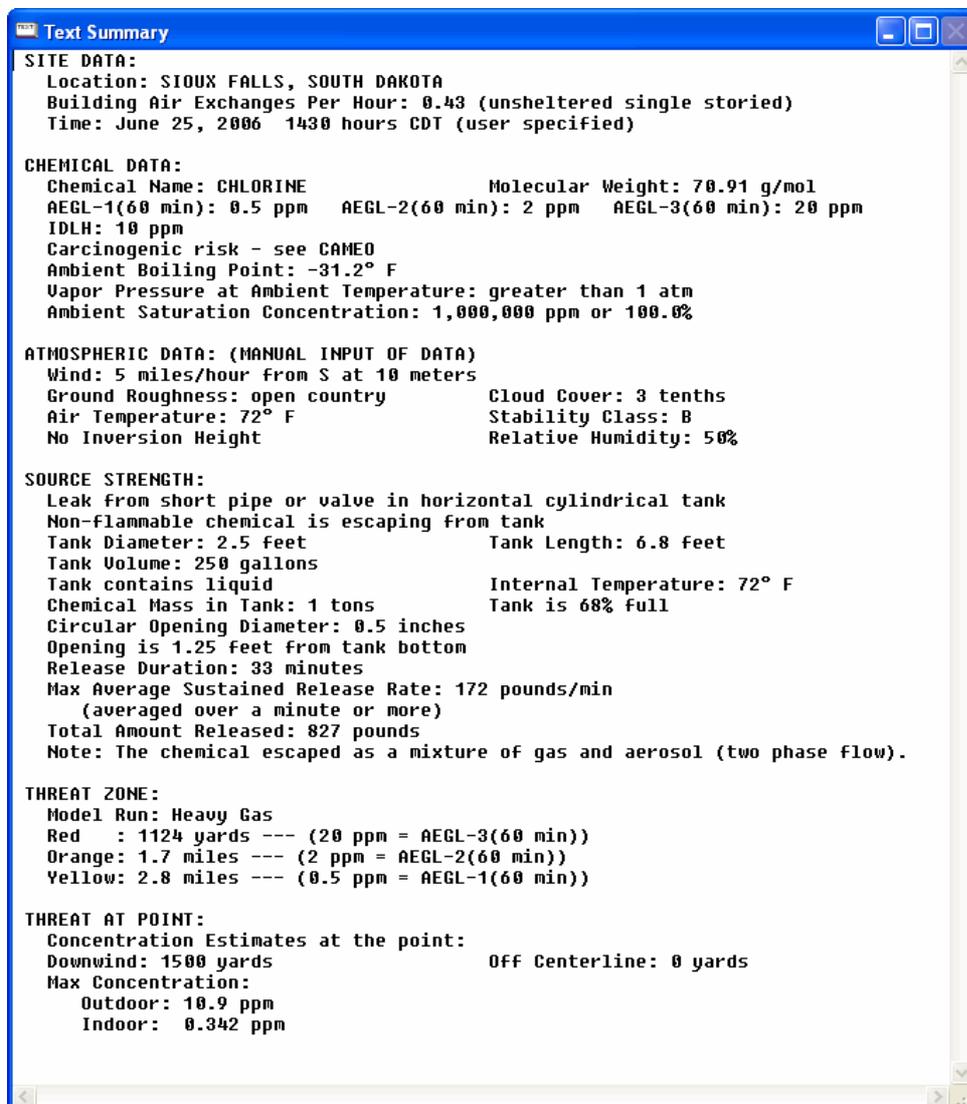
相対的位置関係、または東西南北といった固定された位置関係による座標系を設定する指定された条件により **ALOHA** が計算した結果は、事故発生直後からの濃度の経時変化を危険レベルと一緒にグラフで表示します。



10. 入力条件の要約を保存する

これらのデータの入力により、右のようなサマリーを得ることが出来ます。

この結果を、保存することによりいつでも事故の設定条件を確認することが出来ます。



```
Text Summary
SITE DATA:
Location: SIOUX FALLS, SOUTH DAKOTA
Building Air Exchanges Per Hour: 0.43 (unsheltered single storied)
Time: June 25, 2006 1430 hours CDT (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: CHLORINE Molecular Weight: 70.91 g/mol
AEGL-1(60 min): 0.5 ppm AEGL-2(60 min): 2 ppm AEGL-3(60 min): 20 ppm
IDLH: 10 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO
Ambient Boiling Point: -31.2° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5 miles/hour from S at 10 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 3 tenths
Air Temperature: 72° F Stability Class: B
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Non-flammable chemical is escaping from tank
Tank Diameter: 2.5 feet Tank Length: 6.8 feet
Tank Volume: 250 gallons
Tank contains liquid Internal Temperature: 72° F
Chemical Mass in Tank: 1 tons Tank is 60% full
Circular Opening Diameter: 0.5 inches
Opening is 1.25 feet from tank bottom
Release Duration: 33 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 172 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 827 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:
Model Run: Heavy Gas
Red : 1124 yards --- (20 ppm = AEGL-3(60 min))
Orange: 1.7 miles --- (2 ppm = AEGL-2(60 min))
Yellow: 2.8 miles --- (0.5 ppm = AEGL-1(60 min))

THREAT AT POINT:
Concentration Estimates at the point:
Downwind: 1500 yards Off Centerline: 0 yards
Max Concentration:
Outdoor: 10.9 ppm
Indoor: 0.342 ppm
```

11. ALOHA を終了する

注) 新しい影響評価を始めると、前の評価結果は消えてしまいます。

「File」 → 「Print All」 で、評価結果を印刷してください。

「File」 → 「Save As」 で、「保存場所」と「ファイル名」を入力して保存してください。

得られたデータが保存されていることを確認してから、
メニューバーの「File」から「Exit」を選んでクリックする

◆お疲れ様でした。以上で ALOHA の使い方ガイダンスを終了します。
例題を解きながら、実際に ALOHA を動かしてみてください。