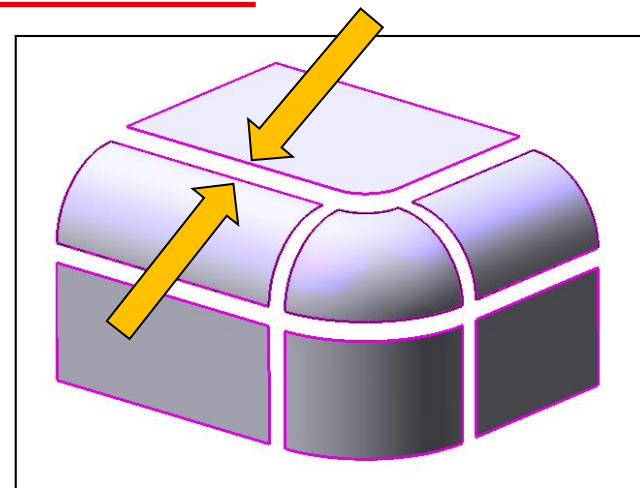


# ThinkDesign トレランス (Tolerance)

---

- トレランスの種類
- 要素のトレランス
  - 幾何計算するためのトレランス
  - 位相維持のためのトレランス
  - トレランスの持ち方
  - ThinkDesign における設定と実際の動作
    - 数値入力で要素を作成する場合
    - 他の要素を参照して要素を作成する場合
    - 複数の要素から別の要素を作成する場合
    - コマンド内で明示的にトレランス値を指定する場合
    - データ変換
    - データ変換時の問題
  - トレランス確認ツール
  - 注意事項



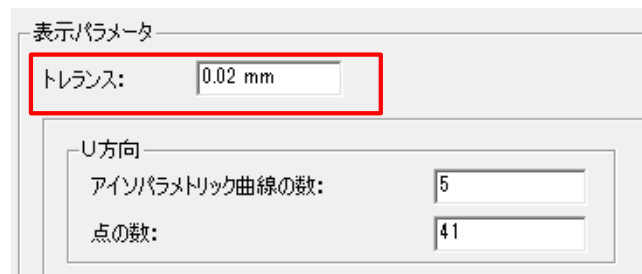
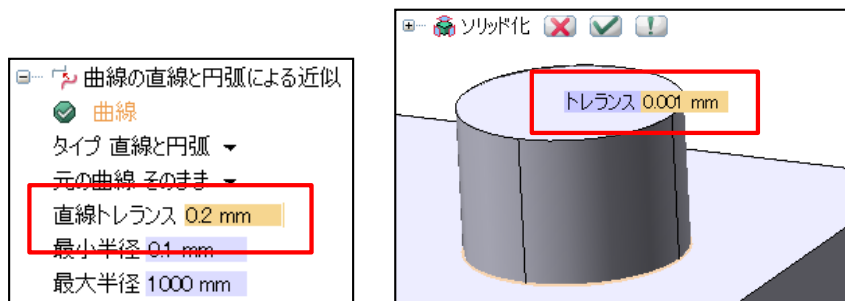
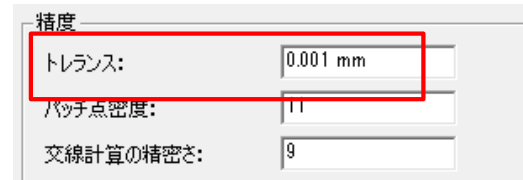
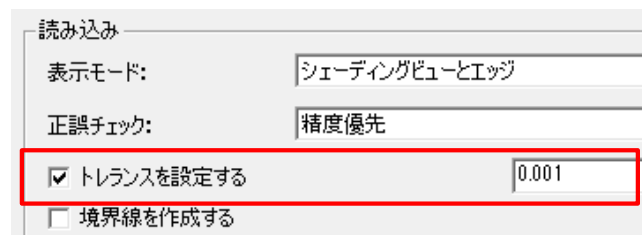
- 要素の近似誤差を表すトレランス
  - ある要素を別の要素に変換する時の元の要素との差違
  - 円弧を直線で近似するトレランス
- 表示トレランス
  - 線の表示精度
  - シェーディングの精度

# トレランスの種類

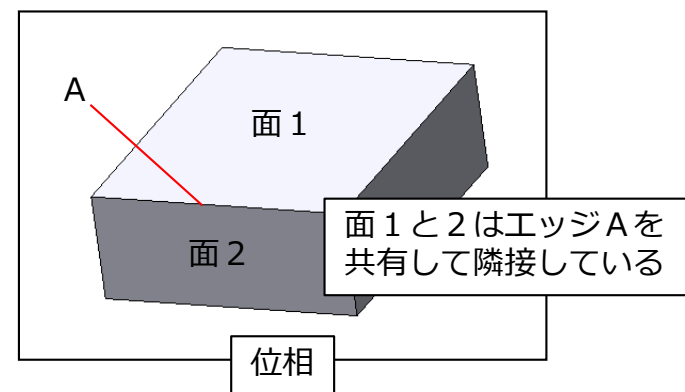
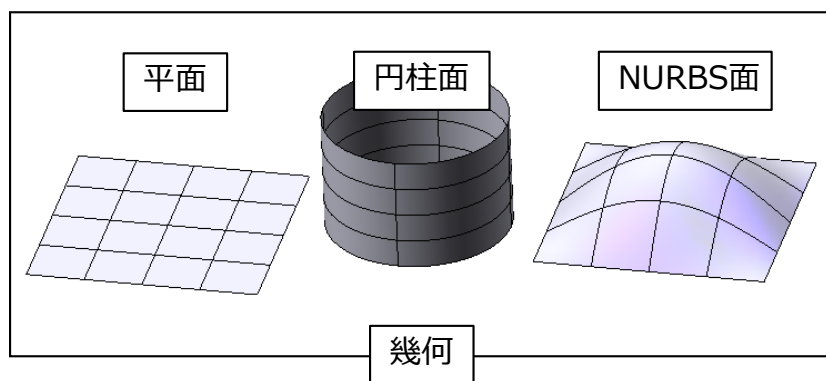
- 「トレランス」という言葉には使われる場面によっていくつかの種類があります。大きく分けると次の3種類です。

1. 要素のトレランス
2. 要素の近似誤差を表すトレランス
3. 表示トレランス

- 本ドキュメントでは、これらを順番に説明していきます。



- 「要素のトレランス」には次の2種類があります。
  1. 幾何計算するためのトレランス
  2. 位相維持のためのトレランス
- ここで「幾何」とは要素の形状自体、「位相」とは要素と要素の繋がり方の情報を表します。

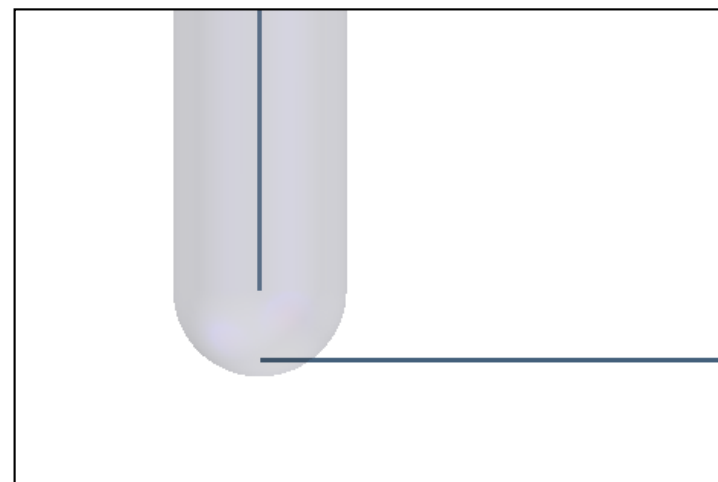
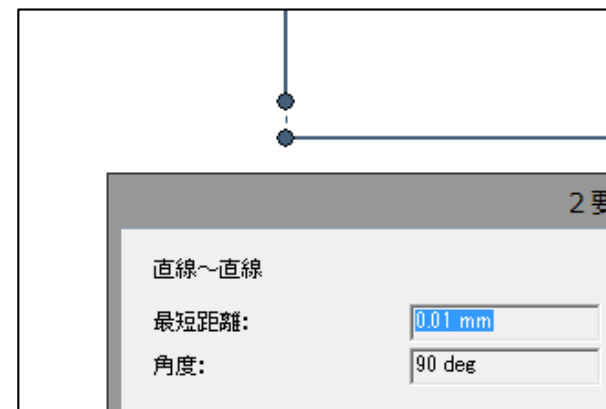


# 幾何計算するためのトレランス 1



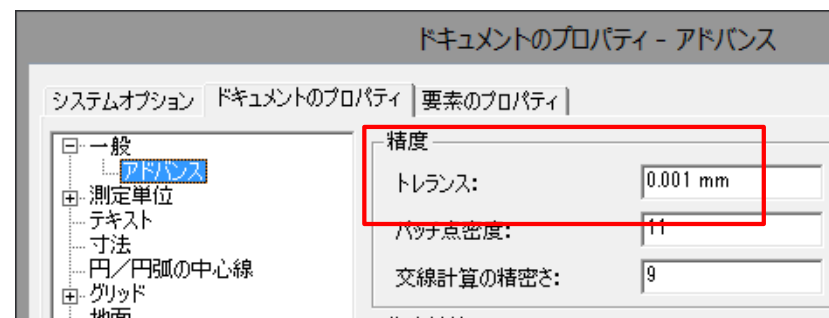
Tolerance1.e3

- 微少要素トレランス 1
  - 2点を同一点かどうか判断するしきい値。
    - 2点間の距離がトレランス値以下の場合、その2点は一致しているとみなされます。
  - 右の例では要素間には 0.01mm のすき間がありますが、要素のトレランスが 0.01mm より大きければ、この2つの要素は繋がっているとみなされます。
  - これは、要素（線）を太さのない「線」ではなく、トレランス分の半径を持つパイプのように考えて処理しているようなものです。
    - トレランス値以下の長さの要素は認識できません。



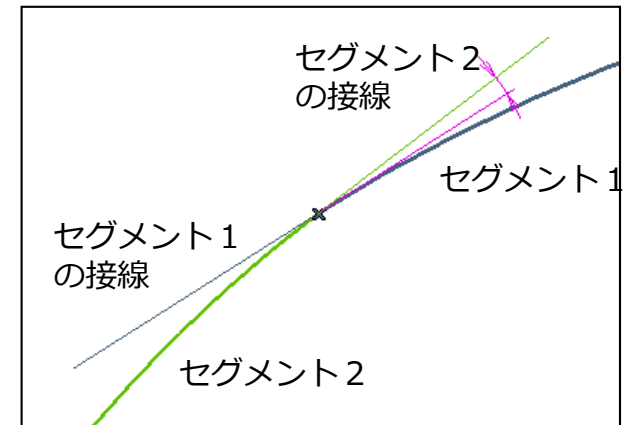
# 幾何計算するためのトレランス 2

- 微量要素トレランス 2
  - 値の指定には「絶対トレランス」「相対トレランス」の 2 種類があります。
    - 絶対トレランスは値を直接指定します。
      - 例：0.001mm
    - 相対トレランスはモデル全体の大きさから自動的に決定されます。
      - 例：モデルサイズの 0.0012 倍
        - 「相対トレランス」は Pro/ENGINEER で使用されています。
- ThinkDesign では、次の場所で指定します。
  - オプション／プロパティ
    - ドキュメントのプロパティ
    - 一般 → アドバンス → 精度 の「トレランス」欄
  - ThinkDesign は「絶対トレランス」です。

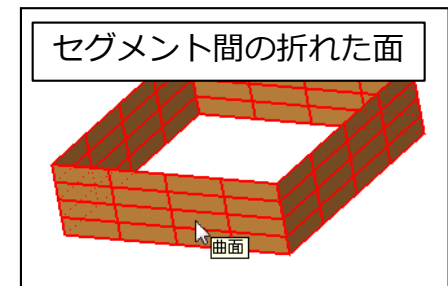


- 折れトレランス

- 1つの曲線／曲面内のセグメント間が折れているかどうかを判断するしきい値。
  - 主にプログラムの内部でのみ使用され、ユーザーの目には触れないことも多い。
- セグメント間の折れはプログラムによって扱い方に以下のような違いがあります。



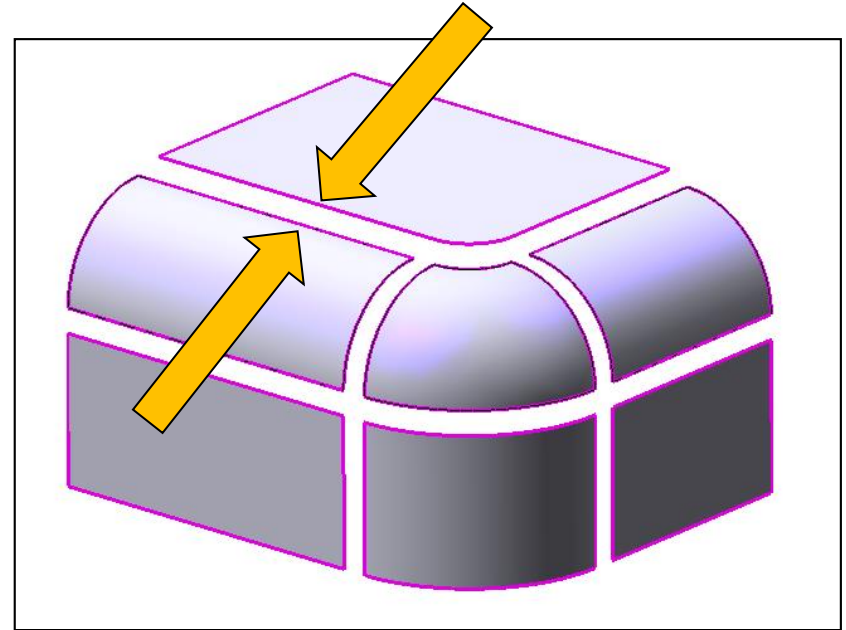
- 折れを許容しない
  - セグメント間の折れ判定に「折れトレランス」が使われます。セグメント間が折れていると判断された場所で要素を分割する処理を行うことが多いようです。また、ある程度までの折れは許容する（折れていないと判断する）ものもあるようです。
- 折れを許容する
  - セグメント間の折れた面を扱うことができます。
    - ThinkDesign はセグメント間の折れを許容します。



- ソリッドを構成する面の境界線間のすき間を許容するしきい値。

- 通常、ソリッドを構成する面の境界線は隣接する面の同じ場所にある境界線と、完全には一致しません。
- ある程度の誤差を許容し、面を縫合してソリッドを構成しています。この際の許容誤差が「位相維持のためのトレランス」です。
- この値には幾何計算用のトレランスと同じ値が使用されることも多いようです。

また、両者を区別する場合は幾何計算用トレランスの 10～100 倍の値がとられることが多いようです。



- ThinkDesign では幾何計算用トレランスと位相維持のためのトレランスの区別はありません。面の境界線のトレランスを調整するなどの処理で位相を維持しています。



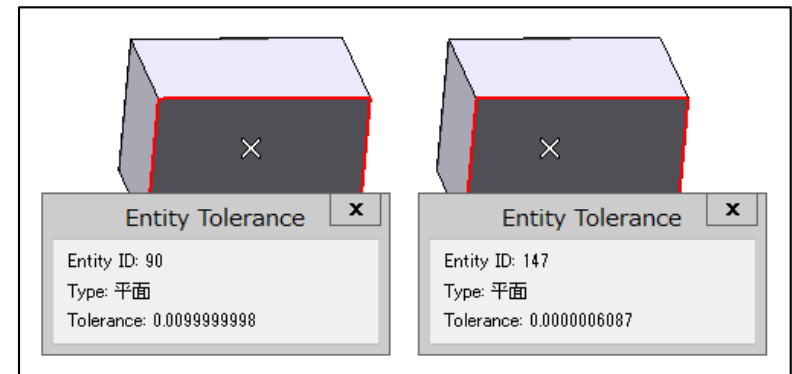


Tolerance2.e3

- 一般的に、トレランスは次のように設定されます。
  1. システムで値を固定。変更不可。
  2. システムで値を固定。変更可能。
  3. 要素ごとに異なった値を持つ（持てる）。
  - 1, 2 の場合、作成されるすべての要素は同一トレランスになります。
  - 3 のようなシステムを「トレラントモデラー」と呼びます。

トレラントモデラーでは、低い精度で作成されたモデルを取り込んでもモデル全体の精度を下げなくて済む反面、モデル中に精度の低い要素があるかもしれないことを気にかけておく必要があります。（ThinkDesign はトレラントモデラーです。）

- トレラントモデラーの例：
  - 同じような形状でも要素のトレランス値が異なる

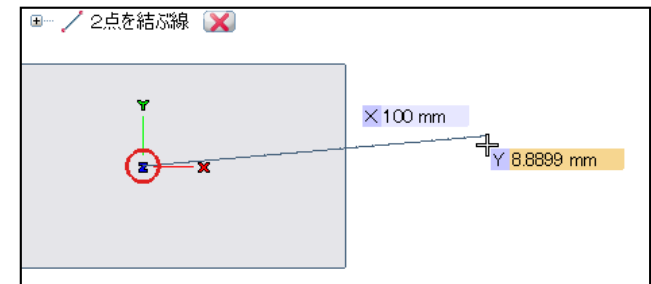


- ThinkDesign におけるトレランス（幾何計算用トレランス）のデフォルト値は 0.001 ですが、すべての要素が 0.001 のトレランスを持って作成されるわけではありません。原則、次のように動作します。

1. 数値入力で要素を作成する時

例：(0,0,0) から (100,0,0) へ線を書く

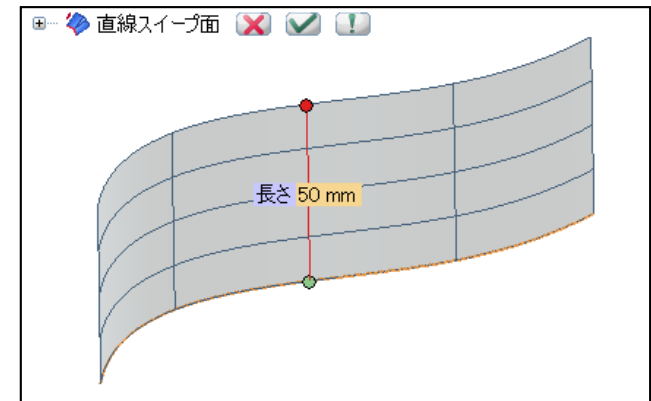
- 0 ≡ 無限小のトレランス値が割り当てられます。



2. 他の要素を参照して要素を作成する時

例：端点をスナップする、曲線から面を作成する、など

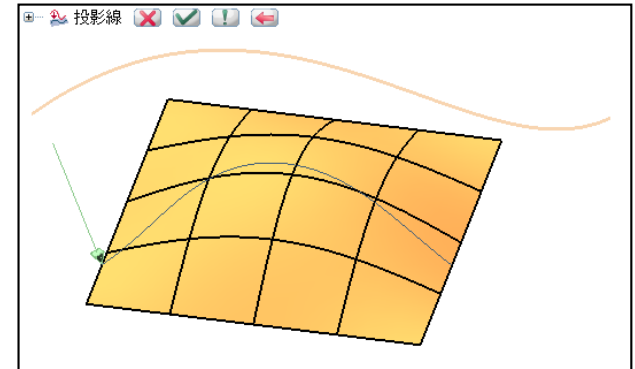
- 参照した要素のトレランス値が引き継がれます。



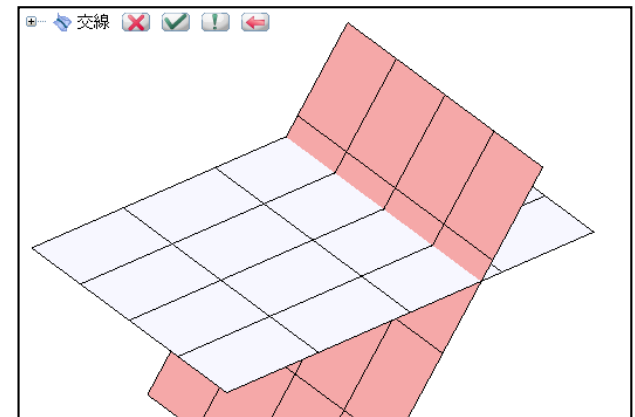
## 3. 複数の要素から別の要素を作成する場合 1

例：曲面間の交線、曲線の曲面への投影など

- 基本的にはドキュメントのプロパティで指定されたトレランス値が割り当てられます。



- 平面对平面のように、厳密に解が求められるものは無限小のトレランス値が割り当てられます。

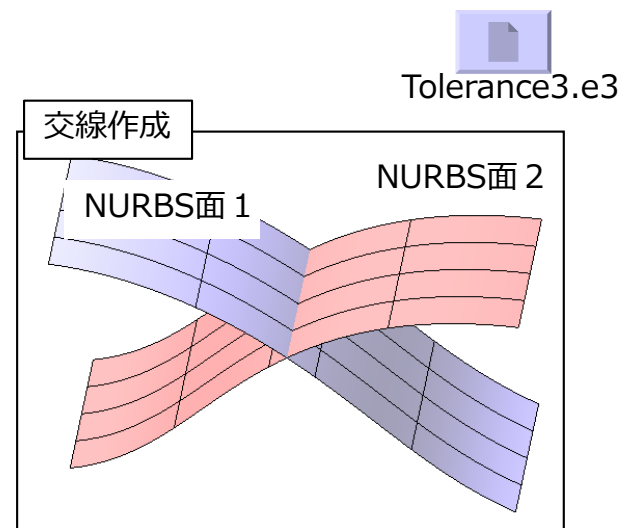


## 3. 複数の要素から別の要素を作成する場合 2

- 選択した要素固有のトレランス値がドキュメントのプロパティで指定したトレランス値などより大きかった場合、選択した要素固有のトレランス値が引き継がれます。

例： 作成される交線のトレランス値

ドキュメントのプロパティ	0.001	0.001	0.01
NURBS面 1 のトレランス値	0	0	0.001
NURBS面 2 のトレランス値	0	0.01	0.001
交線のトレランス値	0.001	0.01	0.01



- コマンド内部で交線の作成、投影などが行われている場合、作成される要素のトレランス値は上表の動作に従います。

例： フィレット、集合演算など

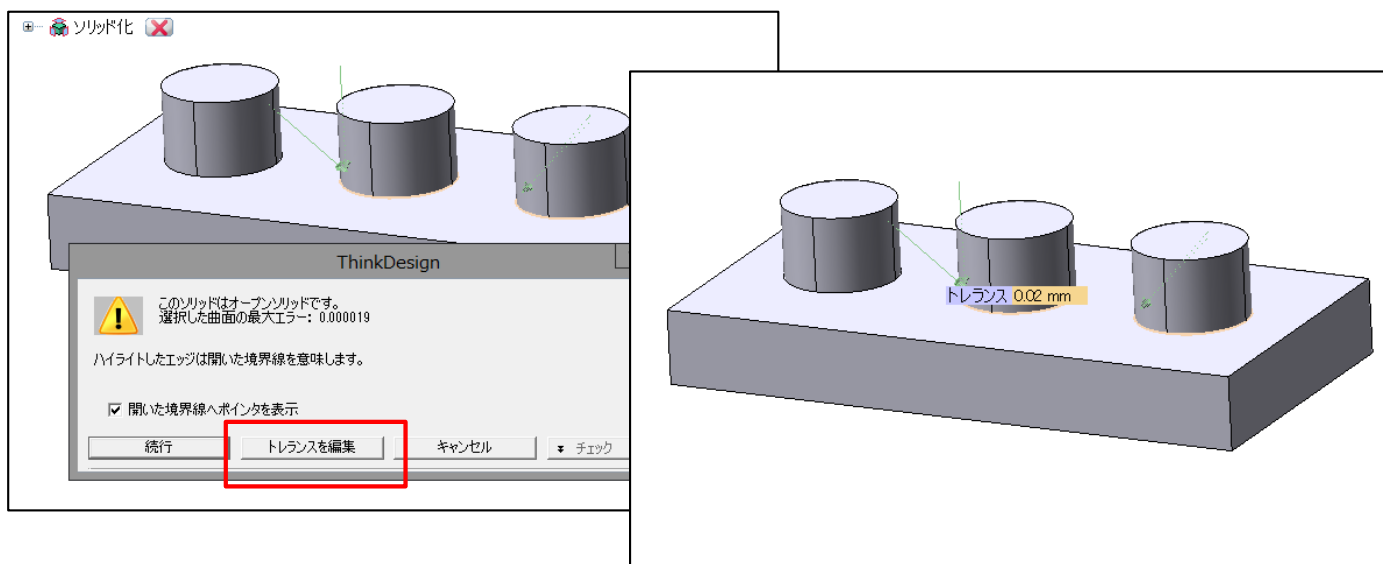


Tolerance4.e3

4. コマンド内で明示的にトレランス値を指定する場合 1  
通常の操作は、前記 1～3 の動作に従いますが、  
ユーザーが明示的に値を指定できるコマンドがいくつかあります。

## 1. ソリッド化コマンド

- 面をソリッド化する場合に、縫合できなかった境界線に他とは異なったトレランス値を割り当てて縫合することができます。入力したトレランス値を面の境界線に割り当て、位相を維持するためのトレランスとして使用します。





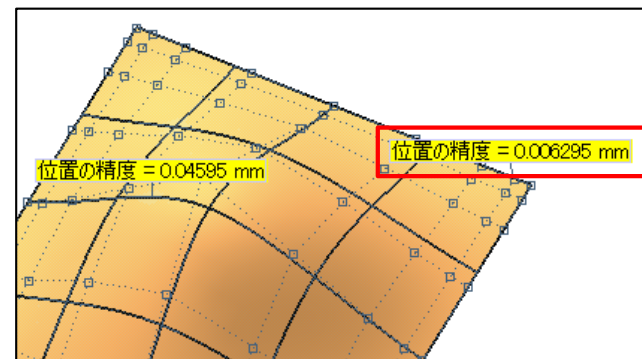
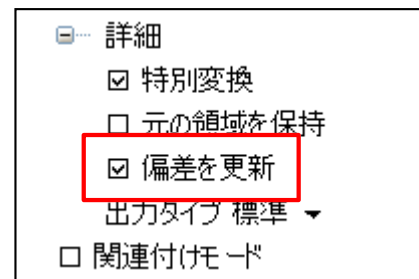
Tolerance5.e3

## 4. コマンド内で明示的にトレランス値を指定する場合 2

### 2. NURBS 変換コマンド

#### トレランス／アドバンスモードの「偏差を更新」オプション

- チェックしない → 元面のトレランス値が引き継がれる
- チェックする → 要素トレランス値は次のように更新される
  - トレランスモード： 元面のトレランス値が
    - 0.001 以下のとき → 0.001 (固定)
    - 0.001 以上のとき → 元面のトレランス値
  - アドバンスモード：  
元面のトレランス値に境界線の到達精度（位置の精度）の倍を加えた値が割り当てられる。右の例だと  
 $0.006295 \times 2 + \text{元面のトレランス値}$   
が割り当てられます。



### 3. G S Mコマンド内の NURBS 変換

- NURBS 変換コマンドのアドバンスモードと同じ



Tolerance6.e3

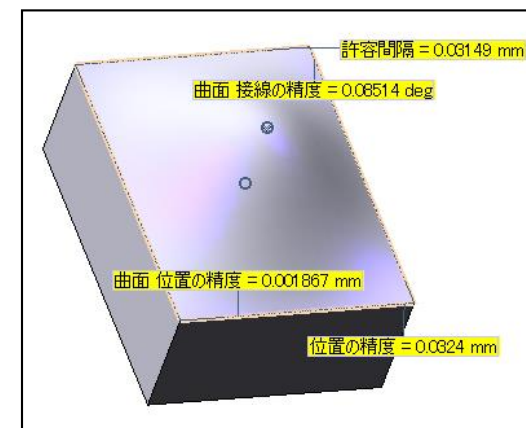
## 4. コマンド内で明示的にトレランス値を指定する場合 3

### 4. ゾーンモデリング

- 次のようにまとめられます。

	NURBS 変換無し	NURBS 変換あり	
		偏差を更新しない	偏差を更新する
面のトレランス	元面のトレランスを引き継ぐ	曲面 位置の精度の倍 + 元面のトレランス	
境界線のトレランス	許容間隔、位置の精度、元面のトレランスのうち最大のもの	許容間隔、位置の精度、作成される面のトレランスのうち最大のもの	

- ゾーンモデリングでは、ソリッドの位相を維持するため、境界線のトレランス値が調整されます。
- 境界線で「許容間隔」「位置の精度」を採用する場合、実際には少し（5%程度）増した値が使用されます。



## 5. データ変換 1

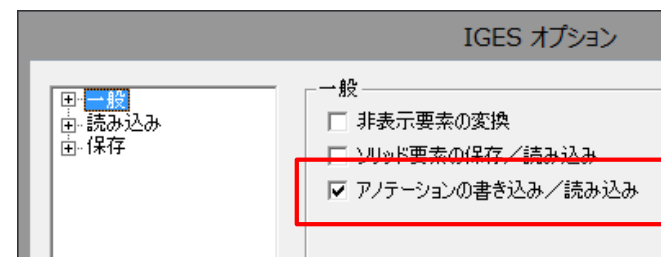
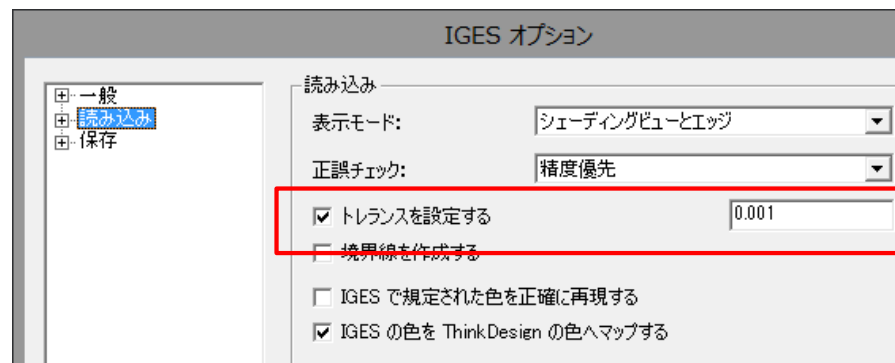
- IGES/STEP/VDA

- 読み込むファイル中で指定されているトレランス値が要素に割り当てられます。
  - 読み込まれたすべての要素に同じトレランス値が割り当てられます。
- 変換オプションで任意の値に変更することが可能です。

- 注意（IGES の場合）：

- 変換オプションの「アノテーションの書き込み／読み込み」にチェックすると、IGES の 322 番要素を使用して、要素個別のトレランス情報を IGES ファイルに保存する、あるいは読み込むようになります。

ただしこの情報は ThinkDesign でしか有効ではありません。





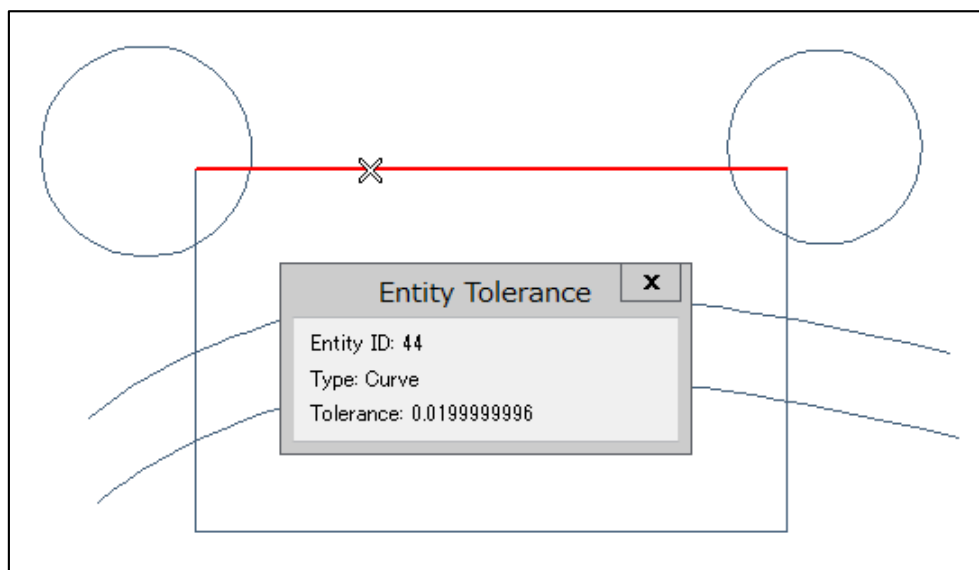


12.e2

## 5. データ変換 2

- DXF/DWG

- 保存時： 指定する場所はありません。
- 読み込み時
  - 直線／円弧 0.0001 固定。
  - 曲線 現在のドキュメントのプロパティの設定値が割り当てられる。





Tolerance7.e3

## 6. データ変換時の問題

異なったシステム間でデータを受け渡す場合、両システムで使用するトレランスが異なっているとデータ交換に問題が発生することがあります。

### 1. 緩いトレランスで作成されたモデルを厳しいトレランスで取り込む

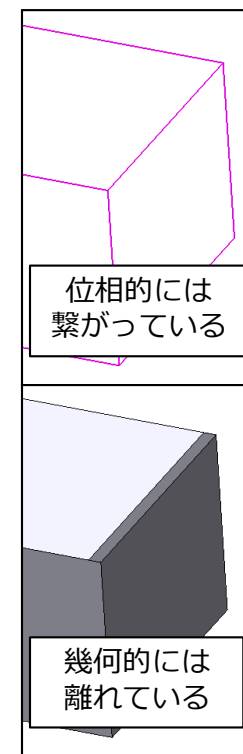
- 出力側では縫合されていたエッジにすき間が空いたり、エッジがオーバーラップしたりすることがあります。
- 一度面に分解し、再度ソリッド化してもマニホールドにならない、、、

### 2. 厳しいトレランスで作成されたモデルを緩いトレランスで取り込む

- 出力側で認識できていたエッジや面が認識できない（消滅する）ことがあります。

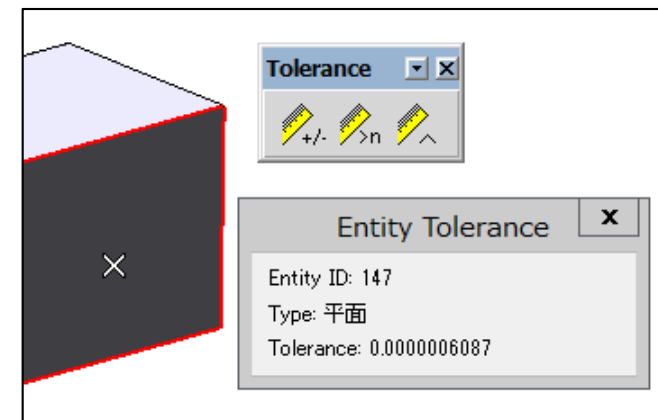
### ・ 位相と幾何の不一致

- このような問題のあるモデルでは「位相的には繋がっているが幾何的にはすき間がある」という状態になっています。これはソリッド変換時、位相変換と幾何変換が別々に行われることに起因しています。
- 出力側システムで、ソリッドを作成している時に認識（使用）しているトレランス値よりも小さな値でファイル出力してしまった場合など、このような現象が発生します。トレラントモデラーで作業している時などご注意ください。



- 要素トレランス確認ツール

- 「ユーティリティツール」に含まれます。  
ユーティリティツールはカスタマーケアサイトのダウンロードエリアからダウンロードすることができます。

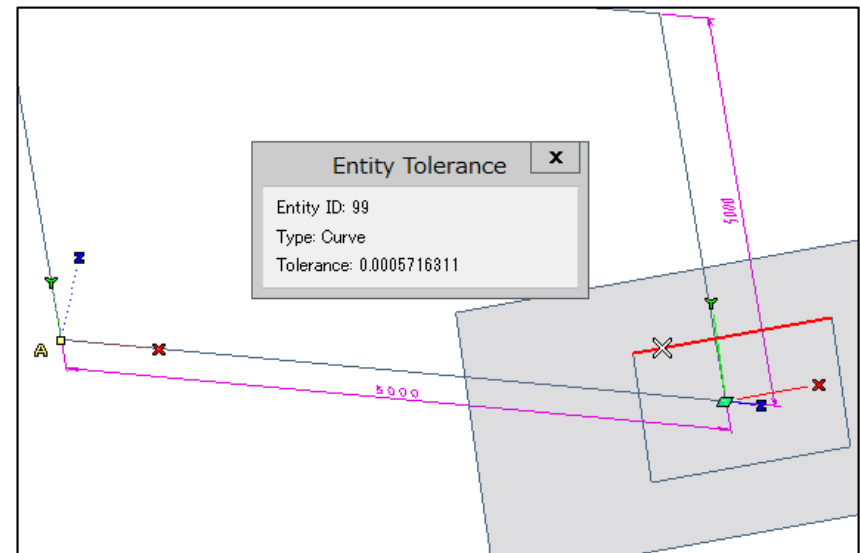


- 次の機能があります。
  - 要素のトレランス値を表示する
  - 入力した値より大きなトレランス値を持つ要素を探す
  - モデル中で最大のトレランス値を持つ要素を探す
- 次のフォルダーにインストールされます。  
C:¥Program Files¥think3¥<version>¥thinkdesign¥autoload¥ChkTol  
C:¥Program Files (x86)¥think3¥<version>¥thinkdesign¥autoload¥ChkTol
- 別のバージョンにインストールする場合は、フォルダーごと別のバージョンの autoload フォルダーにコピーしても構いません。



Tolerance8.e3

- 注意事項：
    - 要素作成時のトレランスは、例えば数値入力で要素を作成（例：(0,0,0) から (100,0,0) へ線を書く）する時などは無限小（ $\approx 0$ ）のトレランス値が割り当てられますが、次の条件がある場合、数値入力する場合でも作成される要素のトレランス値が無限小と言えるほど小さな値にはなりません。
      - ワールド座標系原点から大きく離れる
      - ワークプレーンを回転させる
- 例：
- ワールド座標系原点から 5m 程度離れた場所に要素を作成した例
- トレランス値は 0.0005716



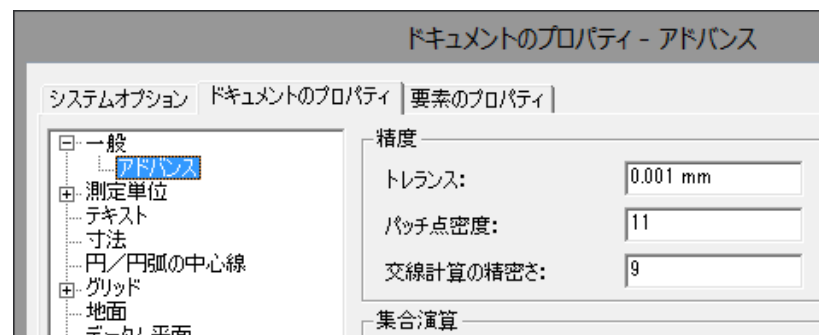
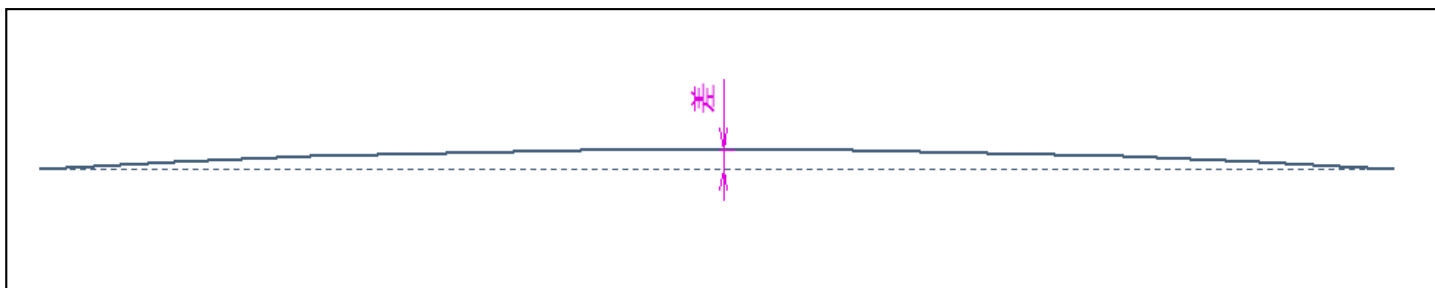
# 要素の近似誤差を表すトレランス 1

- 「トレランス」という言葉の2つ目の意味です。
  - ある要素を別の要素に変換する時の、元の要素との差違
    - 例：
      - 非 NURBS 要素を NURBS 要素に変換する
      - 曲線を直線と円弧で近似する、など。



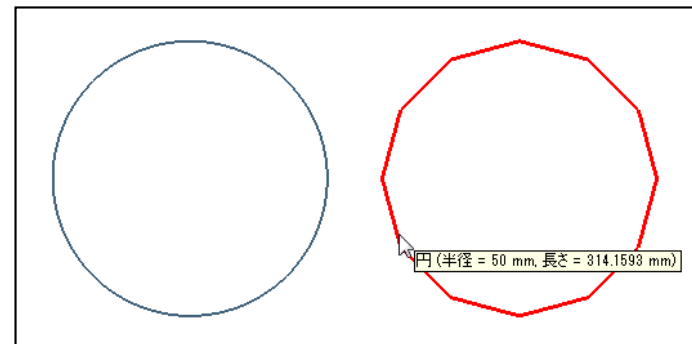
## 2. 円弧を直線で近似するトレランス

- 円弧と弦の差がトレランス値以下の場合、その円弧は直線で近似されます。
  - 下の例で示した「差」がドキュメントのプロパティで設定されている値（デフォルトでは 0.001mm）より小さくなると、この円弧は直線で近似されます。

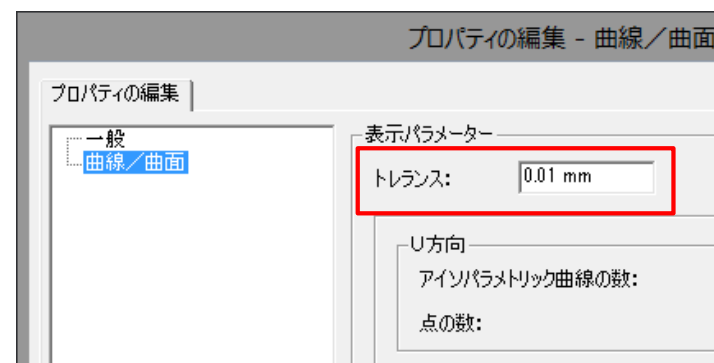


- 画面表示上の精度。要素固有のトレランス値とは関係ありません。
  - 線の表示精度（円、曲線、面の境界線やアイソパラメーター線など）
    - 例：どちらも同じ半径 50 mm の円。

右は表示トレランスを粗くした例です。



- 要素のプロパティで指定します。

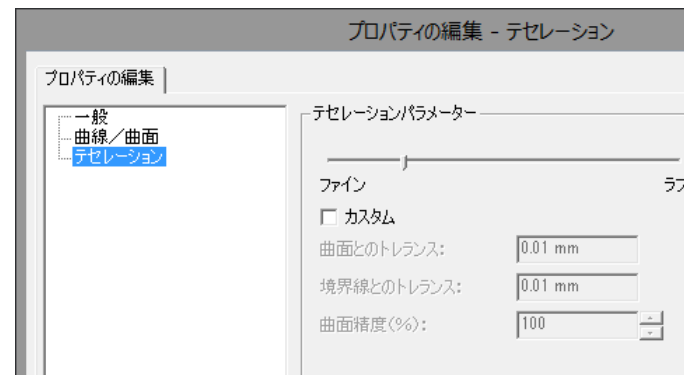


# 表示トレランス2

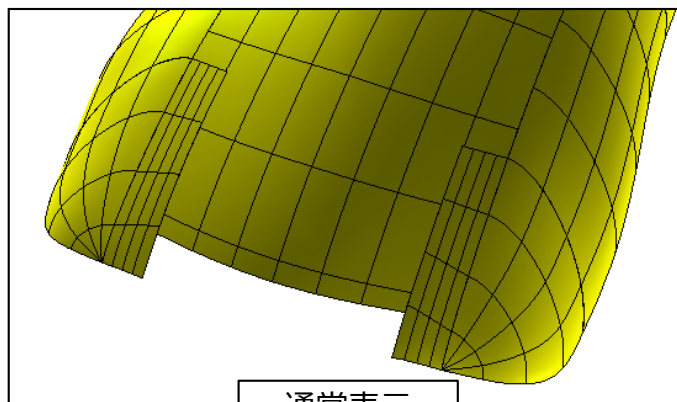


Tolerance9.e3

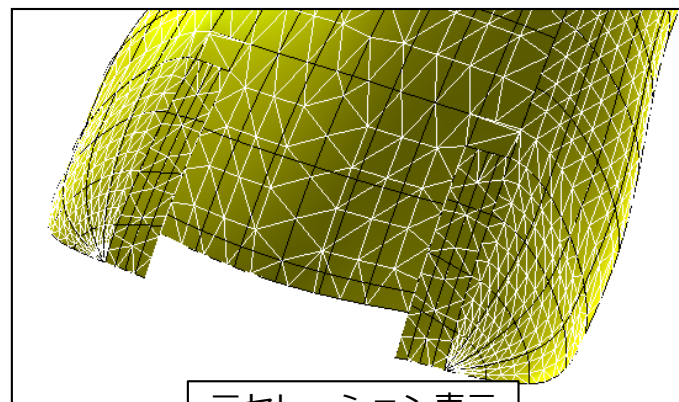
- 画面表示上の精度 2
  - シェーディングの精度
    - テセレーションの精度
      - 要素のプロパティで指定します。  
通常はスライダーで調整します。  
「カスタム」を選択して手動で値を入力することもできます。



- ツール → 情報 → テセレーション で現在のテセレーションの様子を確認することもできます。



通常表示



テセレーション表示



# 表示トレランス3



Tolerance10.e3

- 画面表示上の精度 3
  - シェーディングの精度 2
    - 「最大エッジ長さ」オプションを有効にすると、ルールド面などの表示が改善します。

