

## Rhinoの精度について

自由形状の作成ができるモデラーの多くは、製造、技術的な解析において、十分な精度がありません。Rhinoも自由に形状をデザインできるモデラーなので、モデリングや解析に必要な精度を十分に備えていないと思い込む人が多くいます。しかし、実際は、RhinoはほとんどのCADソフトと同等、またはそれ以上の精度を持っています。詳細は次の通りです。

コンピュータに3次元モデルを保存する方法には、一般的に次の2つがあります。

一つ目の方法は、レンダリング、アニメーション、コンセプトデザインの時に主に使われるメッシュ(ファセットと呼ばれることもあります)を使う方法です。メッシュモデラーは、多くの場合、球、ボックス、スプライン、またはNURBSでさえも正確に作成するテクニックを持っているように見えますが、実際は見えないところで結局全てをメッシュに変換しています。メッシュは、単に平面的な三角形の集合体であるゆえに、本質的に正確ではありません。メッシュモデラーは、サーフェスが曲がっている場合(曲面)でも、複数の平面の三角形で表現します。ほとんどのレンダリング、アニメーション、ゲームではそれで申し分が無いのですが、製造現場においてはそうではありません。Rhinoはモデリングにおいてメッシュは使いません。異なるタイプのファイルへの書き出しやレンダリングにおいて必要な時に、メッシュへの変換を行なうだけです。

2つ目の方法は、NURBSを使う方法です。Rhinoを含むほとんどのCAD、CAM、CAE、CAIDのモデラーは、自由形状をNURBSとして表現します。NURBSのインプリメンテーションがしっかりとしたNURBS製品(モデラー)は、精密さを厳しく要求する作業にも充分対応する正確な自由形状を表現できる可能性があります。アプリケーションの主目的が機械設計で自由形状作成でない場合、NURBSのインプリメンテーションは、要求の厳しい自由形状モデリングが主目的のアプリケーションほど強力でない場合がほとんどです。これは、今日の主流であるミッドレンジフィーチャーベースパラメトリックソリッドモデラによく見られます。

Rhinoの主目的は、自由形状のNURBSモデリングなので、RhinoのNURBSのインプリメンテーションは、今日手に入る最も強力なものの中のひとつです。モデラーが十分な精度を持つかどうかを評価する時、主に考慮することは次の通りです。

- **座標値**: ほとんどのCAD製品と同じように、Rhinoは座標値を倍精度の浮動小数点値で表現します。どんな点でのXYZ座標値も、最大 $\pm 10^{308}$ から最小 $\pm 10^{-308}$ までの範囲

で値を持つことが出来ます。Rhinoを含むほとんどのCADソフトは、倍精度浮動小数点で計算します。

32ビットコンピュータ(全ての最新のコンピュータ)の限界で、計算の精度は、 $\pm 10^{20}$ から $\pm 10^{-20}$ までの範囲で15桁の精度となります。この限界は全ての最新のCAD製品で見られます。

古いCAD製品では、元々が精度の落ちるコンピュータ上で開発されたため、限界がもっと低い場合があります。例えば、多くのCADモデラーは、原点を中心として $1000 \times 1000 \times 1000\text{m}$ の大きさのボックスの中に制限される図形の計算を行なうように作られます。(数学に詳しい人へ:普及しているある既製のモデリングカーネルは、曲線の導関数の値の長さが1/10と10の間にあることを要求しています。)Rhinoはこれらの古い製品に見られるような制限はありません。

- **入力**: Rhinoでは、2つの自由曲面が交差している時、**ユーザが指定した**正確さで交差カーブが計算されます。Rhinoの**デフォルト**精度(許容差)は、 $1/100\text{mm}$ です。多くのCADシステムでは、定義されている精度をユーザが設定しなおすことはできません。

他のモデラーが、自由曲面の交差や、自由フィレット作成、自由曲面のオフセットから作り出した形状を注意深く見てみれば、広告で $10^{-8}$ の精度(単位はm)を持っていると言っている場合でも、実際は、この形状は $10^{-2}$ から $10^{-4}\text{m}$ の間の精度で計算されていることが分かるでしょう。

- **連続性**(継ぎ目での曲率変化の整合性): ほとんどのCAD製品には、識別力のある設計者をきちんと満足させられるような、曲率を一致させるツールはありません。翼、水中翼、レンズ、反射面のような滑らかな自由曲面が要求される場合は、このようなツールは、Rhinoと、CATIAやAliasのようなハイエンドサーフェスマデリング製品にしかありません。

他に考慮することは、以下の通りです。

- **単位**: Rhinoでは、ユーザが単位を指定することができます。単位は、実際に変更され、全ての計算はその単位を使って行なわれます。多くのCAD製品では、単位は表示属性に過ぎません。例え、mmを指定したとしても、全ての計算は実際はmで行なわれます。「単に小数点を動かすだけではないか。」と思うことは間違っています。続き

を読んでみてください。

- **単位の変更**: 単位の変更や変換は、CAD/CAMにおいて最も一般的に見逃されがちな、正確さを損なう要因のひとつです。インチ系からメトリック系へ変換すると、値がいくらか不正確になることについては考えても、ミリからメートルへの変換によって値が不正確になることについては思いつきません。それはなぜでしょう？それは、私たちが10進法で考えるからです。しかし、コンピュータは違います。コンピュータは10進法ではなく、2進法で計算するのです。ミリからメートルへの変換(浮動小数点の除算)によって起こる不正確さは、ミリからインチへの変換によって起こる不正確さと同じです。

要約すると、Rhinoは今日市場に出ているどのようなCAD製品とも同程度またはそれ以上の正確性を持っています。さらに、Rhinoは、精度や単位を設定するツールはもちろん、ほとんどのCAD製品が持っていない連続性のコントロールや評価のためのツールも備えています。Rhinoは、古いCAD製品にある制限は持ちません。