

曲面モデリング2

コース概要

このコースの最終的な目標は、ヨットの作成方法を習得することではなく、曲線や曲面をフィットさせる方法を学習することです。そのためには、CAD システムで、どのように曲面が記述されているかを理解する必要があります。このコースの最初の3つのステップで、NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) 曲線および曲面を重点的に学習します。この例題では、レース用ヨットのモデルを取りあげました。それは、ボートの船体には、非常に滑らかで高品質な曲面が必要だからです。自由曲面を作成後、それをソリッドに変換します。この例題にいたるストーリーは、次のとおりです。我々はヨットの船体をデザインするために、船舶エンジニアを雇いました。彼らは船体の断面用の一連の曲線群を作成しました。いつも彼らはこのようなデータを作成します。この断面がどのように計算されているかは分かりませんが、曲線データは正確なように見えます。

使用するファイル Surface_Modeling2.e3

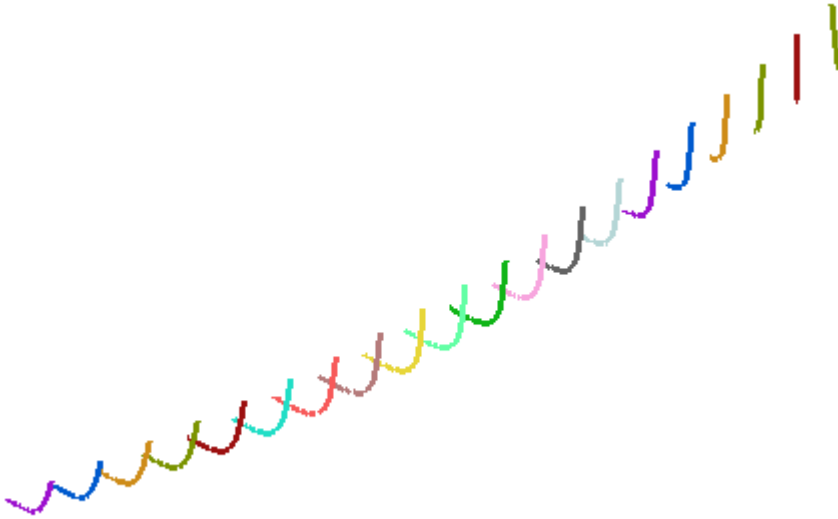
目次

Step 1: 船体の作成	3
Step 2: もうひとつのアプローチ	10
Step 3: 船首と甲板の追加	17
Step 4: ソリッド化	24
Step 5: キールの追加	26
Step 6: キャビンの作成	29

Step 1: 船体の作成

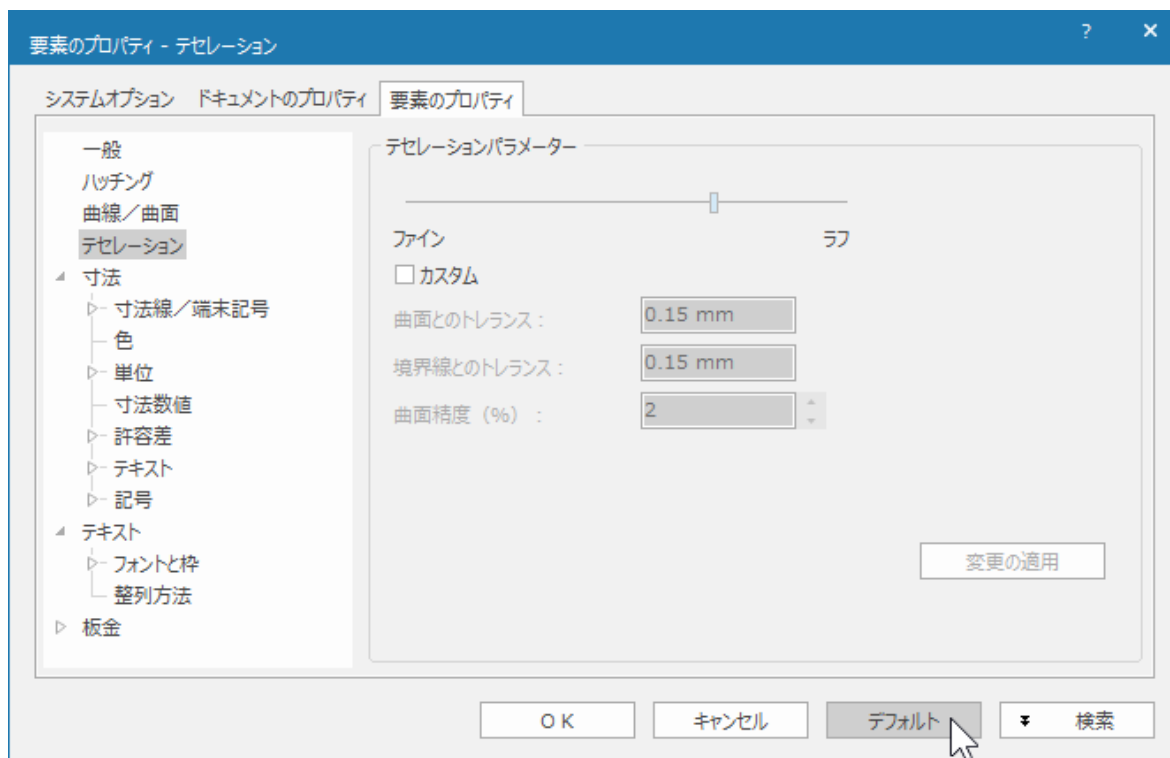
最初に、エンジニアが作成した船体の断面を使用して、U曲線からの曲面を作成します。そして、曲面を確認しましょう。

ダウンロードしたファイルから、Surface_Modeling2.e3 を開きます。







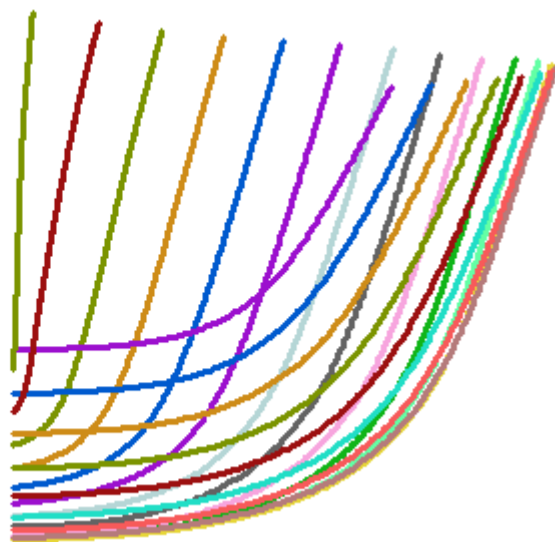
必要な設定を行います。作成するボートは巨大(約20メートル)なので、要素のプロパティのテセレーションにて、シェーディングの精度を確認します。


- サイズの大きいモデルの場合、境界線とのトレランス と 曲面とのトレランス の値を増やすことで、ビューの動きが良くなります。
- デフォルト ボタンをクリックし、OK します。






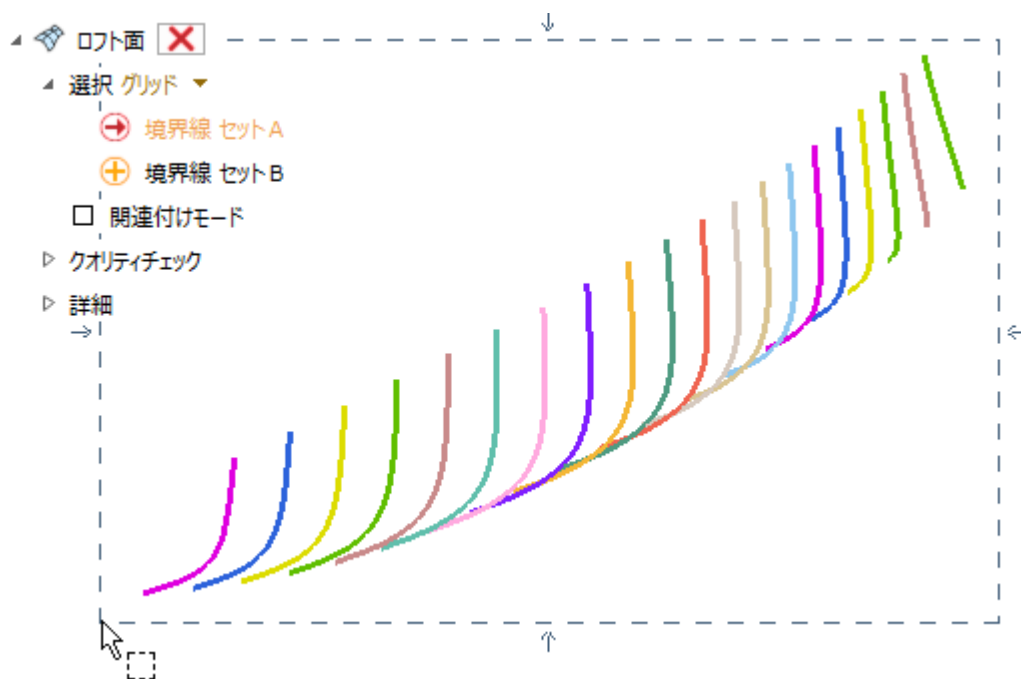
船体の断面を半分に分けて、半分を非表示にしましょう。





-  **ワークプレーンに平行** に切り替えます。
-  キーを押したまま  (右矢印キー)を3回押して、ビューを回転します。
-  **非表示** コマンドを使用して、断面の左半分の要素を非表示にします。

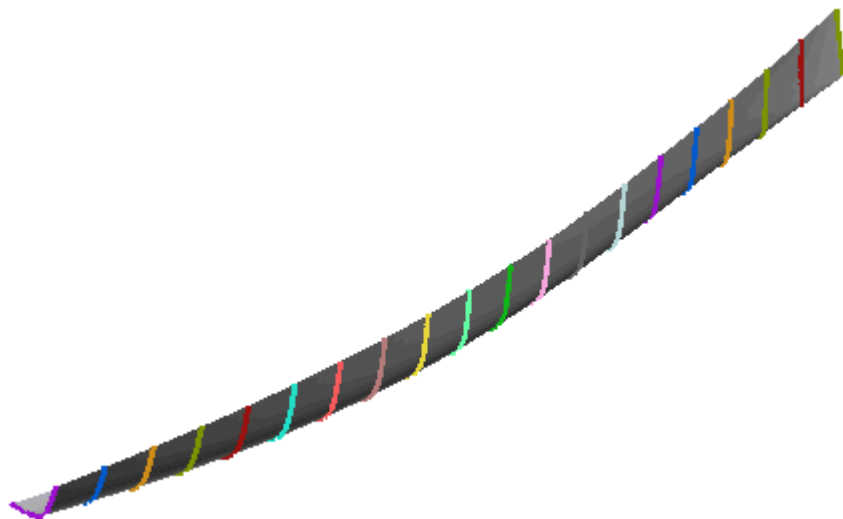


これらの曲線から  **ロフト面** を作成しましょう。作成する曲面は曲線を正確に通過します。

-  **ロフト面** コマンドを選択します。
-  選択 **グリッド** の下の  **境界線 セットA** を選択します。



-  **詳細** オプションを展開すると、ThinkDesign が選択した曲面の作成方法を確認することができます。ここでは、**グリッド** が選択されています。
-  **詳細** オプションを展開し、 **曲面タイプオプション** のパラメーター化で **元の曲線のまま** を選択します。
-  **OK** をクリックします。



曲面は問題なさそうですが、 **要素情報** を使用して、もう少し詳細に見てみましょう。

- 曲面を右クリックし、 **要素情報** コマンドを選択します。

要素情報ダイアログに重要な情報が表示されています。最初に、この曲面は NURBS 曲面であることを確認してください。そして、U方向に特に多くの制御点やセグメントがあるのが確認できます。

要素情報

要素タイプ

NURBS 面

制御点

U: 325

V: 22

☐ 閉じた

次数

U: 4

V: 3

☐ 平面

連続性

U: 2

V: 2

☐ 有理

セグメント数

U: 411

V: 19

☐ トリム

境界曲線:

0

内周ループ:

0

☐ 面積

表示

☐ 制御点
☐ セグメントの接続点
☐ 尖点


点作成

どうしてこんなに制御点が多いのでしょうか？






すべての曲線を補間するように曲面を作成したので、制御点の数は選択した曲線に基づいて決定されます。曲線相互に関連が無く、すべての曲線で制御点の数やセグメント数が異なっていると、作成される曲面の制御点の数は、そのさまざまな値に対して、最小の共通因子ともいべき値を使用して計算されます。次のステップで、このことをより詳しく見ていきましょう。

このように多くの制御点を持つ曲面を「重い曲面」と呼びます。 **曲面を NURBS に変換** を使用して、曲面を綺麗にする方法を確認しましょう。

基本的に、NURBS 変換は、特殊曲面を修正しようとしたときに自動的に実行されます。(オプションの システムオプションの、要素、アドバンスの NURBS への変換 の設定に基づきます。) しかし、手動で曲面を NURBS に変換することも可能です。また、このコマンドは、既存の NURBS 曲面に対しても使用することができます。

-  **曲面を NURBS に変換** コマンドを選択します。






このコマンドには、3つの 固定 モードがあります。トレランス、パラメーター、アドバンス です。まずトレランス を使用してみましょう。


- 選択リストから、固定 をトレランス に設定します。
-  **曲面** として船体の曲面を選択します。
- デフォルト値は、トレランス 0.001、制御点の数は、**最大U**、**最大V** ともに **100** です。この値から始めましょう。
-  **プレビュー** を押した後、 **注意** を表示してください。到達精度が 0.01096 mm と表示されます。
-  **OK** をクリックします。
-  **要素情報** コマンドで曲面を調べてください。

今度は、U、V両方向に 100 個の制御点を持つ面であることがわかります。

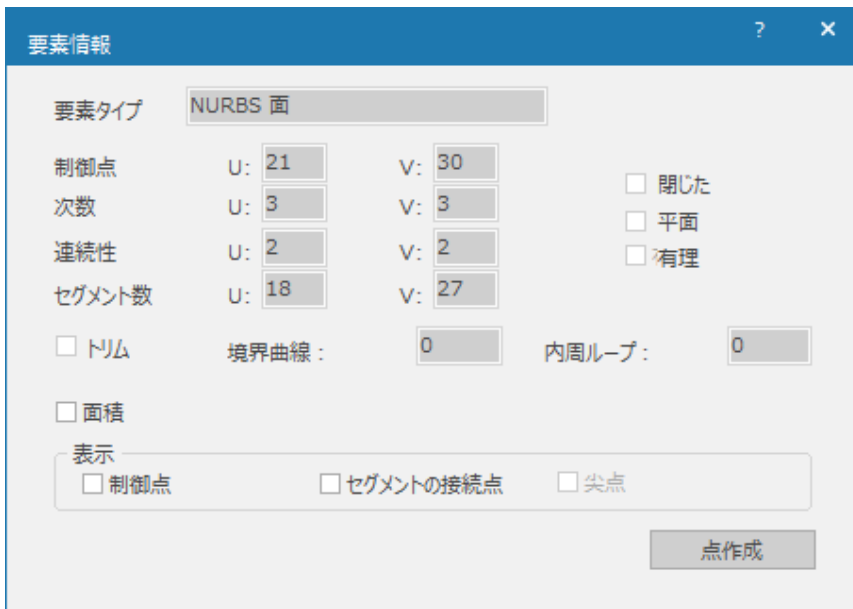


UV 方向それぞれに制御点 100 と、セグメント数 97 では、まだ「重い」ですね。改善していきましょう。

-  **元に戻す** を使用して、最初の変換を元に戻します。そして、もう1度  **曲面を NURBS に変換** をクリックし、船体の曲面を選択します。
- 20メートルの曲面にミリ単位で作業していますので、トレランスを 0.2 に増やします。V方向の制御点数 **最大制御点数V** を **30** に減らします。
-  **プレビュー** を押した後、 **注意** を表示してください。到達精度が 1.2852 mm と表示されます。
-  **OK** をクリックします。

-  **要素情報** コマンドで再び曲面を調べてください。

曲面には、U 方向に 21、V 方向に 30 の制御点が存在します。



要素情報

要素タイプ: NURBS 面

制御点: U: 21, V: 30

次数: U: 3, V: 3

連続性: U: 2, V: 2

セグメント数: U: 18, V: 27




☐ トリム 境界曲線: 0 内周ループ: 0

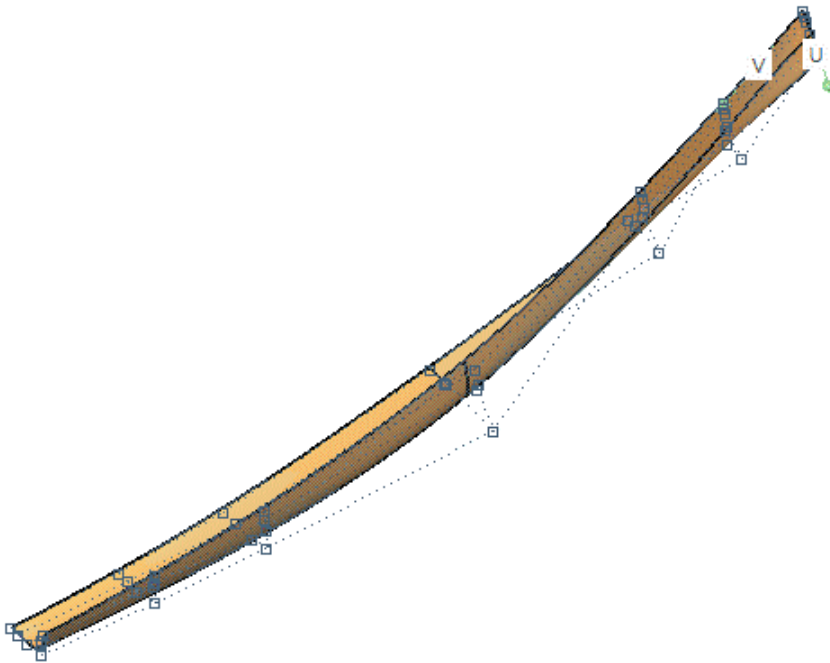
☐ 面積

表示: ☐ 制御点 ☐ セグメントの接続点 ☐ 尖点


点作成

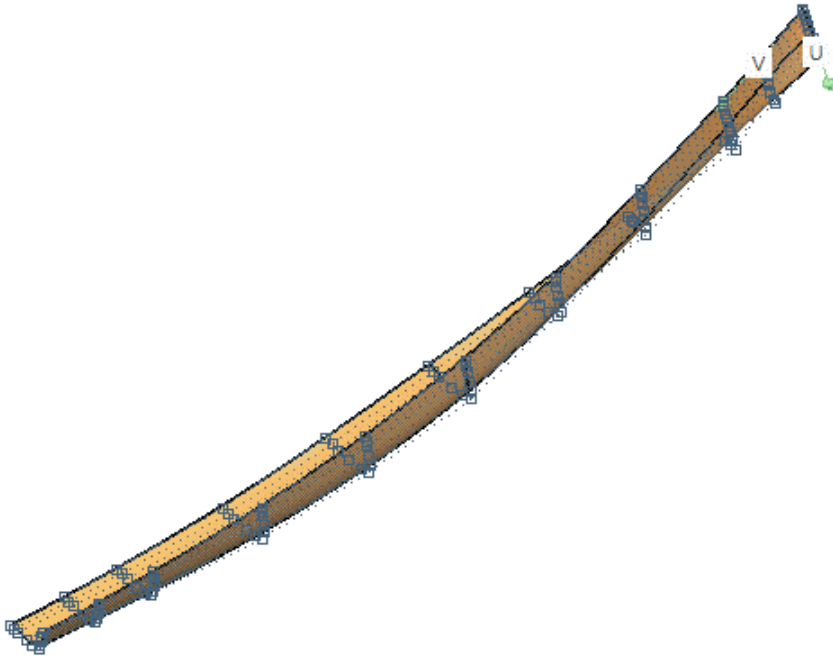
次は固定モードをパラメーターに設定してみましょう。このオプションを使用して、セグメント数、各セグメントの次数、UV 方向の連続性を制御することができます。そして設定に対して作成された精度をすぐに知ることができます。

-  **元に戻す** を使用して、先程の変換を元に戻します。
-  **曲面を NURBS に変換** コマンドを選択します。
- 選択リストで、固定 の設定を パラメーター にします。
- 船体の曲面を選択します。
-  **プレビュー** ボタンを押します。
- ☒ **制御点を表示する** にチェックします。




到達トレランスは、26.3 mm 程度の値が表示されているはずです。この値をもう少し小さくしていきましょう。

- セグメント数U、セグメント数Vを、どちらも4に設定します。
-  プレビュー ボタンを押します。
- ☒ 制御点を表示する にチェックします。





制御点のネットが「薄く」なりました。

精度はまだ十分でないようです。制御点を確認しましょう。

- 次数U、次数Vをどちらも4に設定します。
- セグメント数U、セグメント数Vを、どちらも8に設定します。
-  プレビュー ボタンを押します。

到達トレランスは 1.3 mm ほどになりました。

制御点の様子も確認してください。制御点も規則正しく並んでいるようです。これを採用しましょう。

 適用 あるいは  OK をクリックすると、変更は確定されます。


ここまでの、曲面のフィッティングを見てきました。なぜ、様々な値を使用するのかを、より理解するには、NURBS 式をより深く知る必要があります。曲面は曲線と同じ一連のパラメーターによって作成されているので、曲線についてもう少し考えると、より理解が深まるでしょう。次に、これらの曲線を使用して、NURBS の定義をもう少し見ていきます。

- この曲面は使用しませんので、次のステップに進む前に、 削除 コマンドで削除します。


このコースをすべて終了すれば、NURBS に関する理解が深まるでしょう。


注記: 元の曲線のまま


2ルールオプションを選択した際に、800 以上の多くの制御点を持つ曲面が作成されました。ここでもう一度別のオプションで曲面を作成してみます。

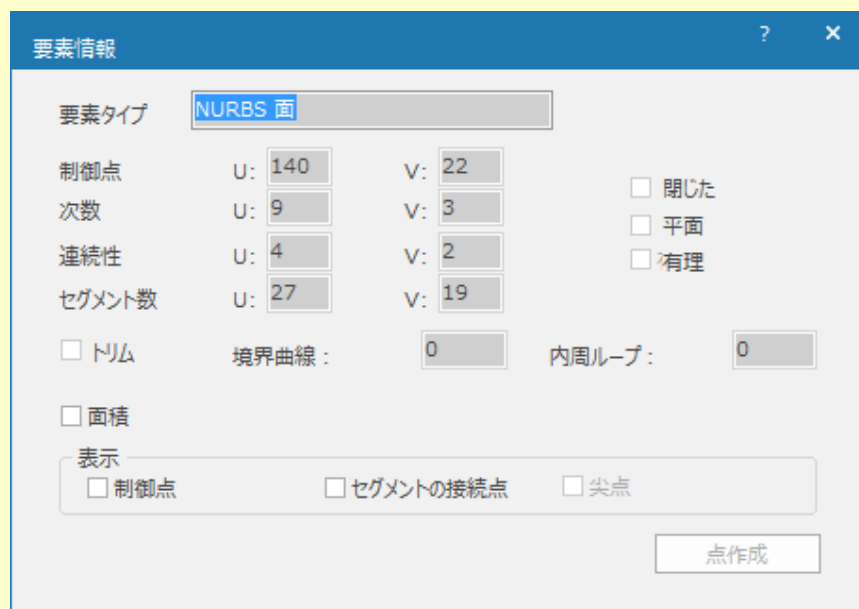
 **ロフト面** コマンドを選択します。

先ほどと同様、グリッド オプションで曲面を作成します。

▶ 詳細 オプションの下で  **曲面タイプオプション** のパラメーター化で **比例** を選択します。

 **OK** を選択します。

ここで再度  **要素情報** コマンドで要素の情報を確認します。制御点の数が少なくなっていることがわかります。



要素情報

要素タイプ: NURBS 面

制御点: U: 140, V: 22

次数: U: 9, V: 3

連続性: U: 4, V: 2

セグメント数: U: 27, V: 19

☐ トリム 境界曲線: 0 内周ループ: 0

☐ 面積

表示: ☐ 制御点 ☐ セグメントの接続点 ☐ 尖点

点作成

このオプションを使用すると、ThinkDesign は選択した曲線の長さに比例した位置で曲線を近似しようとします。

Step 2: もうひとつのアプローチ

ステップ1では、制御点の数を減らして、重い曲面をフィットさせる方法を学びました。今度は異なる方法を使用します。このステップでは、曲面を作成する前に、元の曲線を再フィットさせます。この方法を使用しても軽い曲面を作成することができます。

なぜ曲面が重くなるのかを理解するには、元の曲線を確認する必要があります。i **要素情報** コマンドを使用して、曲線を検証してみましょう。

- 最初の曲線を右クリックし、i **要素情報** コマンドを選択します。

この曲線は、次数が 3、連続性が 2 で、26 の制御点と、23 のセグメントが存在しています。

要素情報

要素タイプ: NURBS 曲線

端点 1: X: 1000 mm, Y: 1678.5409 mm, Z: 82.2261 mm

端点 2: X: 1000 mm, Y: 182.7023 mm, Z: 0 mm

セグメント数: 23, 制御点: 26, ☐ 閉じた

次数: 3, 連続性: 2, ☒ 平面

長さ: 1498.5122 mm, ☐ 有理

表示: ☐ 制御点, ☐ 接続点, ☐ 尖点, ☐ 変曲点

点作成

最後の曲線を確認しましょう。

- コマンドは、アクティブな状態のままで、最後の曲線を選択します。点をスナップしないように注意して、曲線全体を選択してください。
- この曲線は、先の曲線とセグメント数と制御点数が違いますが、次数と連続性は同じであることがわかります。
- 前から10番目にある、曲線(色10)を選択します。

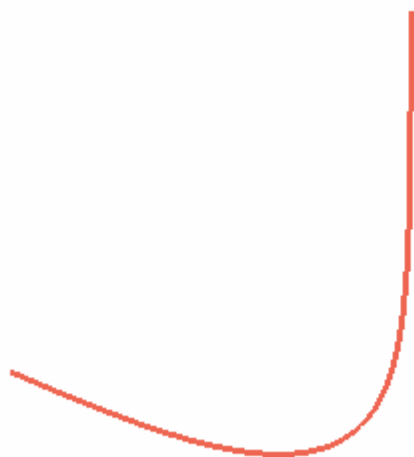
この曲線は、次数が 3、連続性が 2 で、33 の制御点と、30 のセグメントがあることがわかります。


🔧 **ロフト面** コマンドのグリッドモードで曲面を作成した際、システムは、それぞれの曲線が持っている異なった数の制御点を元に、正しい制御点を計算しなくてはなりません。このような場合は、可能な限り、同じ制御点数、セグメント数の曲線を使用するのが良いでしょう。


そのためには、曲面を作成する前に曲線をフィットしておきます。1本の曲線をフィットして、各オプションを詳細に確認してみましょう。i **要素情報** コマンドを使用してチェックした最後の曲線をフィットしましょう。

- 🔧 **非表示** コマンドを使用して、前から10番の曲線以外のすべての曲線を非表示にします。
- 現在の色を赤(2)にして、線幅を 2 に変更します。

-  **ビューのフィット** を使用して、この曲線が確認できるようにビューを調整します。



ここで、 **曲線フィッティング** コマンドの曲線のフィッティング機能を使用して、この曲線を再フィットします。

-  **曲線フィッティング** コマンドを選択します。
- 曲線を選択します。

曲線を選択すると、フィットさせる点の数を入力します。この数は、元の曲線を評価する際に使用する点の数です。実際に作成される制御点の数ではありません。ThinkDesign が新しい曲線を作成する際に、一時的に使用する点の数です。

注記: フィッティングする点の数

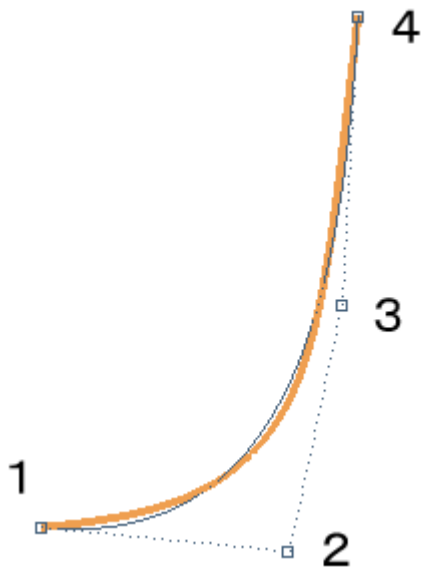
次のことを覚えておいてください。滑らかで、しかし重い曲線をフィットする場合、フィッティングする点の数を多くすると、より元の曲線に近い曲線が作成されます。制御点の数が少なく、鋭角のエッジや変曲点を多く持った曲線をフィットする場合は、少ない点を入力します。この曲線は滑らかで、長さは3メートル以上ありますから、点の数として少し多めの 300 を使用します。

- **フィッティングする点の数** を 300 を入力します。

次にセグメント数を入力します。数をより多くすると、元の曲線に近い曲線が作成されます。何度か繰り返しますので、少ない数値から入力してみましょう。

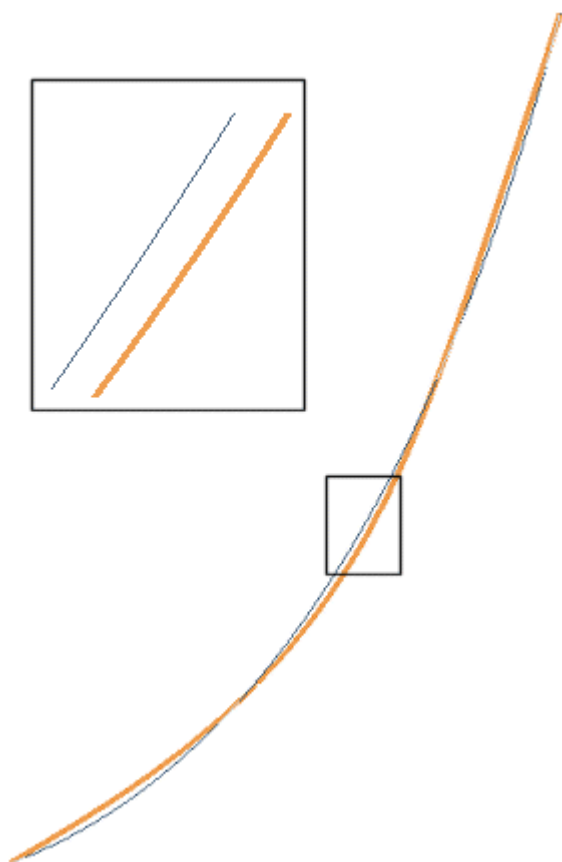
- **セグメント数** に 1 を入力します。

新しい曲線の次数と連続性を入力します。次数+1 が制御点の数なので、次数3の曲線には4つの制御点が存在します。これも、少ない点から入力してみます。▶ **クオリティチェック** の下の ☒ **制御点** にチェックしてください。



ここではスムーズな曲線がほしいので、連続性を 2 に設定します。

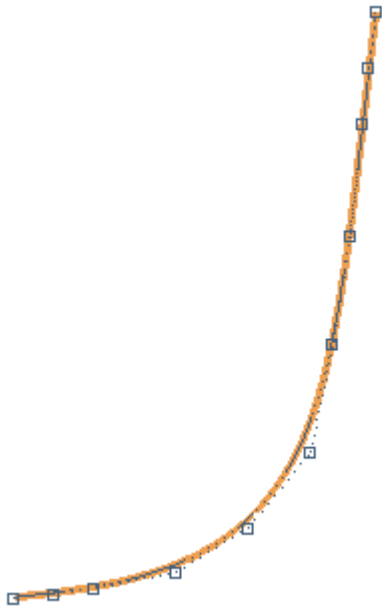
- 次数 を 3 に設定します。
- 連続性 を 2 に設定します。



- ▶ クオリティチェック を展開し、最大距離の値と平均二乗誤差 をチェックしてください。元の曲線とはずいぶん離れているようです。

今行った設定では、元の曲線に近い形状の曲線は作成できません。プレビューも確認してください。

- **セグメント数** を 4 に設定します。
- **次数** と **連続性** を、4 と 2 に設定します。



- ☐ クオリティチェック を展開し、最大距離の値と平均二乗誤差 をチェックしてください。今度は、かなり良いようです。
- ☒ OK をクリックします。

より元の曲線に近い形状になりました。

ここで、NURBS 式を確認してみましょう。これは曲線の制御点の数を計算するのに使用する簡単な方法です。

$$NP = (deg - con) * NA + con + 1$$

各変数は次のとおりです。

NP = 制御点の数

deg = 次数

con = 連続性

NA = セグメント数

新しい曲線を作成するのに使用した値でチェックしてみましょう。次数 4、連続性 2、セグメント数 4 でこの曲線を作成しました。これを計算式にいれて、制御点数を計算してみましょう：

$$NP = (4 - 2) * 4 + 2 + 1$$

$$NP = 2 * 4 + 2 + 1$$

$$NP = 8 + 2 + 1$$

$$NP = 11$$

i 要素情報 コマンドを使用して、結果をチェックしてみましょう。

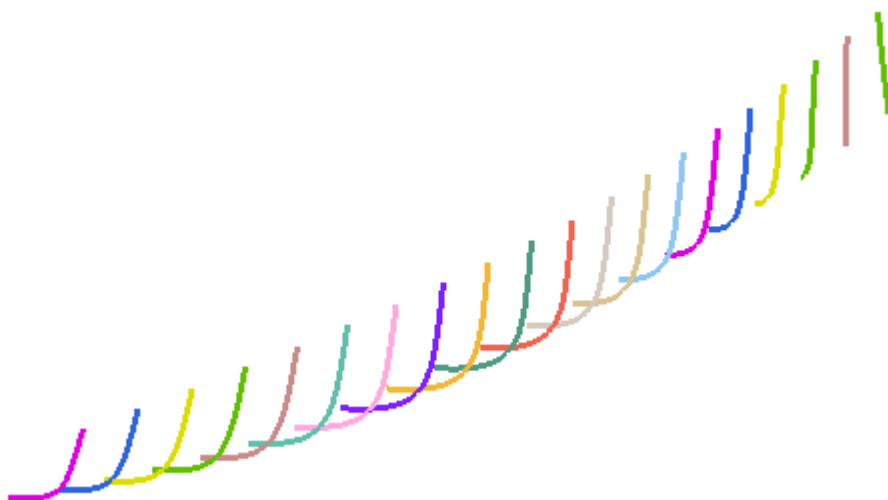
- 元の曲線と新しく作成した曲線が重なっているのを、フィルター選択 で色2番を指定して、新しい曲線だけを選択します。
- 右クリックし、i 要素情報 コマンドを選択します。

The screenshot shows the '要素情報' (Element Information) dialog box for a NURBS curve. The '要素タイプ' (Element Type) is set to 'NURBS 曲線'. The '端点 1' (Endpoint 1) coordinates are X: -8000 mm, Y: 1478.7842 mm, Z: 2102.4478 mm. The '端点 2' (Endpoint 2) coordinates are X: -8000 mm, Y: -532.1532 mm, Z: 0 mm. The 'セグメント数' (Number of Segments) is 4, '制御点' (Control Points) is 11, '次数' (Degree) is 4, and '連続性' (Continuity) is 2. The '長さ' (Length) is 3282.4651 mm. There are checkboxes for '閉じた' (Closed), '平面' (Planar), and '有理' (Rational). A '表示' (Display) section has checkboxes for '制御点' (Control Points), '接続点' (Connection Points), '尖点' (Cusp Points), and '変曲点' (Inflection Points). A '点作成' (Create Points) button is at the bottom right.

このように、制御点の数は計算式で確認することができます。曲線や曲面をフィットする際に、計算式を利用して値を決定することができます。

また、曲線フィッティング コマンドを使用して、複数の曲線を同時に再フィットすることができます。実行する前に、先ほど作成した曲線を削除して、非表示にした曲線を再表示しましょう。

- 元に戻す コマンドを使用して、作成した曲線を削除します。
- 表示 を使用して、右側半分の曲線の残りを再度表示します。



🌀 **曲線フィッティング** コマンドを使用して、すべての曲線を1度にフィットします。1本の曲線に使用したのと同じ設定を使用します。

- 🌀 **曲線フィッティング** コマンドを選択し、選択リストの **参照** から **曲線** を選択して、すべての曲線を選択します。
- フィッティングする点の数を 300、セグメント数を 4、次数を 4、連続性を 2 に変更します。
- この設定で実行すると、最大距離は約 2.4 mm で、前から2番目の曲線の位置です。
20メートルのボートと考えると良い値でしょう。
- ✅ **OK** をクリックし、コマンドを終了します。

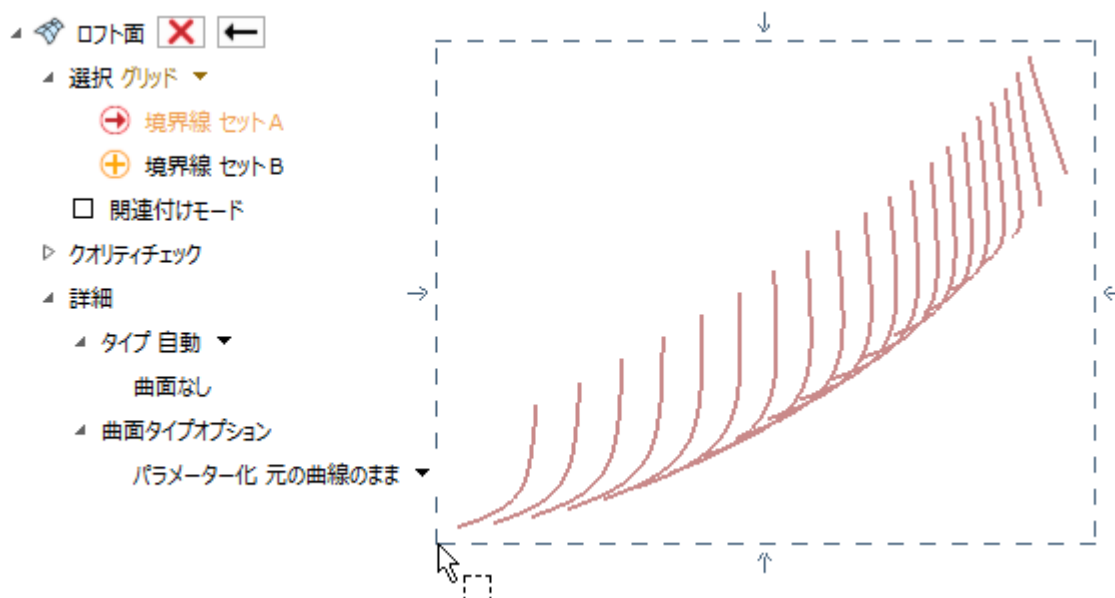
この近似曲線を使用して曲面を作成しましょう

- レイヤータブ** を選択して、元の船体の断面 100 のレイヤーを非表示にします。

フィルター: ☐ 反転




カ...	名前	表示	ロック	色	線種	線幅	要素	説明
✓	0	💡	🔒	■	—	—	20	
	25	💡	🔒	■	—	—		
	50	💡	🔒	■	—	—		
	100	💡	🔒	■	—	—	20 / 20	hull sections (nav. engineer)
	102	💡	🔒	■	—	—		
	120	💡	🔒	■	—	—	16	hull surface waterline curves
	200	💡	🔒	■	—	—	2	ideal bow profile
	300	💡	🔒	■	—	—	12	deck curves
	400	💡	🔒	■	—	—	4	keel curves
	500	💡	🔒	■	—	—	1	stern surface
	700	💡	🔒	■	—	—	1 / 14	cabin union
	710	💡	🔒	■	—	—	1 / 24	cabin difference

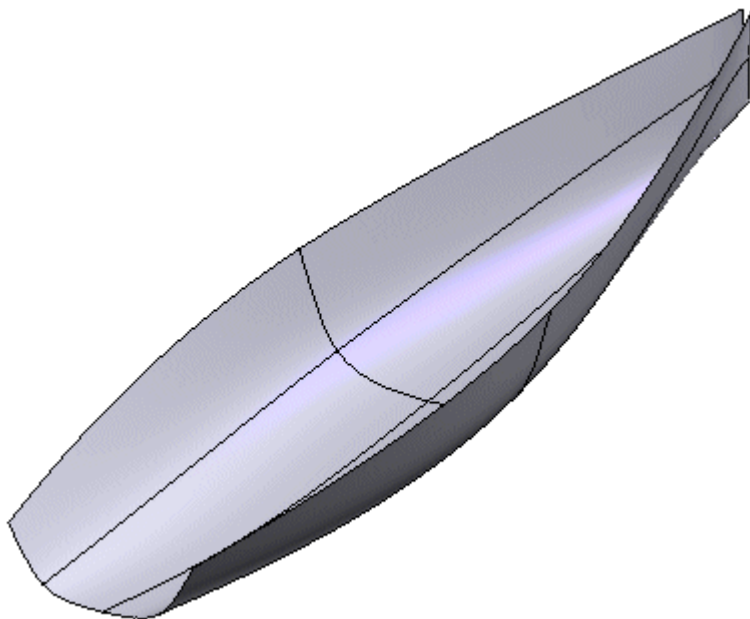
- 色を 1、線幅も 1 に設定します。
- 🌀 **ロフト面** コマンドを選択します。
- ▶ **詳細 オプション** を展開し、🌀 **曲面タイプ オプション** の **パラメーター化** で、元の曲線のまま を選択します。




- すべての新しい曲線を選択します。
- ✅ **OK** をクリックします。

最後に、曲面をミラーコピーして、船体の残り半分を作成します。

- 曲面を選択して、 **ミラー** を選択します。
- 対称面を 直交する軸と通過点 に設定し、軸 を Z に設定します。
-  **ワークプレーンの原点** スナップを使用して、原点を設定します。
- ☒ **コピー** をチェックします。
-  **OK** をクリックします。

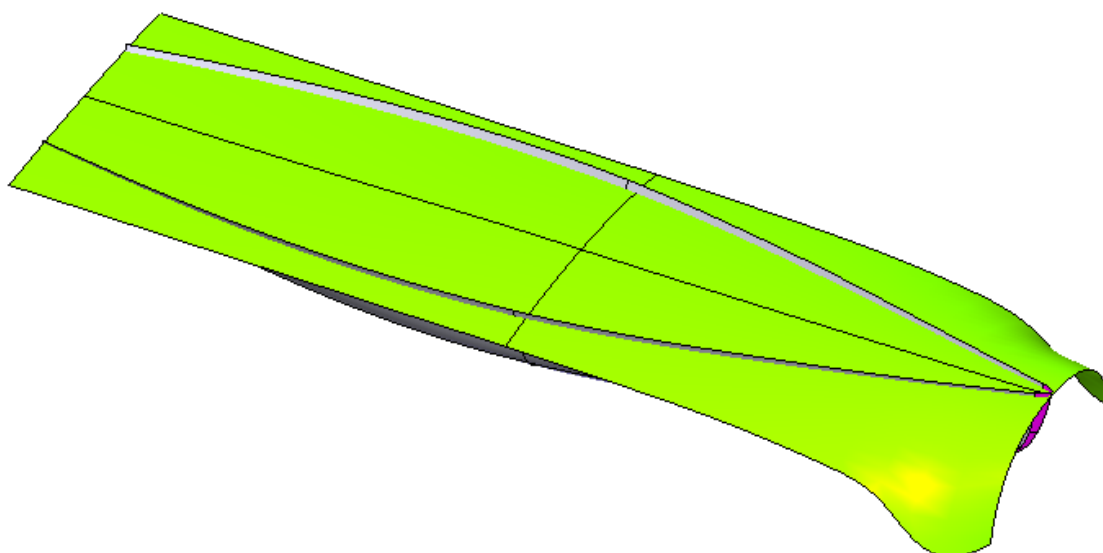


次に進む前に、

-  **非表示** コマンドを使用して、曲線を非表示にします。

Step 3: 船首と甲板の追加

このステップでは、船首と甲板を追加します。




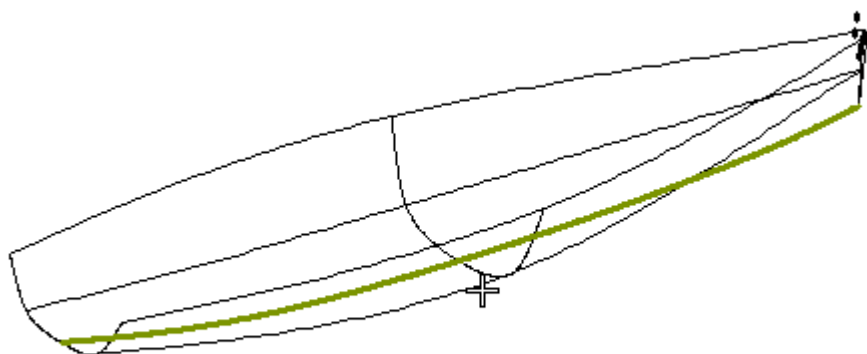
船首用の曲線がレイヤーにありますので、表示しましょう。


- 200 のレイヤー、ideal bow profile を表示します。




フィルター: □ 反転									
カ...	名前	表示	ロック	色	線種	線幅	要素	説明	
✓	0	💡	🔒	■	—	—	2 / 20		
	25	💡	🔒	■	—	—			
	50	💡	🔒	■	—	—			
	100	💡	🔒	■	—	—	20 / 20	hull sections (nav. engineer)	
	102	💡	🔒	■	—	—			
	120	💡	🔒	■	—	—	16	hull surface waterline curves	
	200	💡	🔒	■	—	—	2	ideal bow profile	
	300	💡	🔒	■	—	—	12	deck curves	
	400	💡	🔒	■	—	—	4	keel curves	
	500	💡	🔒	■	—	—	1	stern surface	
	700	💡	🔒	■	—	—	1 / 14	cabin union	
	710	💡	🔒	■	—	—	1 / 24	cabin difference	


船首用のプロファイルは完全ではありません。🔗 **結合** コマンドを使用して、曲線を完成させます。
最初に 📏 **境界線** コマンドを使用して、接続する曲線を作成します。

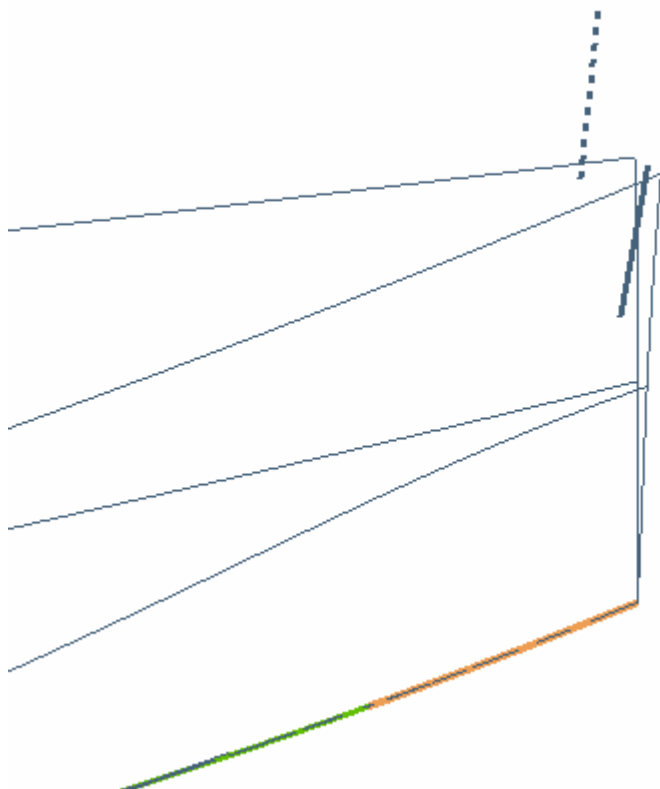
- 色を 3 に設定します。
-  **境界線** コマンドを選択します。
- 必要な境界線のみを作成するために、選択リストで **境界要素** を **選択** に設定します。
- 1番下のエッジ近くをピックし、境界線を作成します。





 **ワークプレーンの原点** に戻り、 **曲線の分割** と  **削除** を使用して、曲線をトリムしましょう。

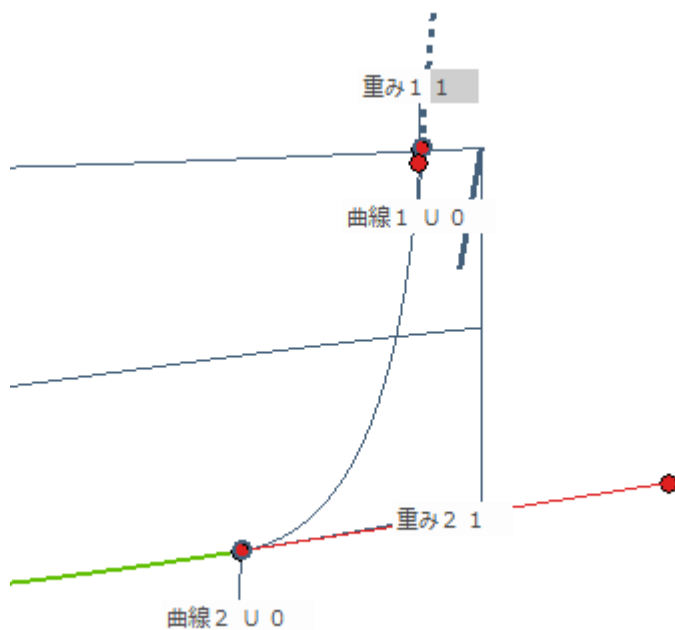
-  **曲線の分割** コマンドを選択します。
- 曲線を選択し、右クリックして **続行** を選択します。
- 曲線を分割する点として、 **ワークプレーンの原点** を選択します。
-  **OK** をクリックします。


 **削除** コマンドで、右側の曲線を削除します。(下図参照)



破線と今作成した境界線の間に  **結合** 曲線を作成します。この曲線は船体の曲面のトリムに使用します。

-  **結合** コマンドを選択します。
- 破線の下の端点を選択します。
- 緑の境界線の右側の端点を選択します。
- 両方の曲線の重みは、下図の通り1のままで変更しません。











-  **OK** をクリックします。

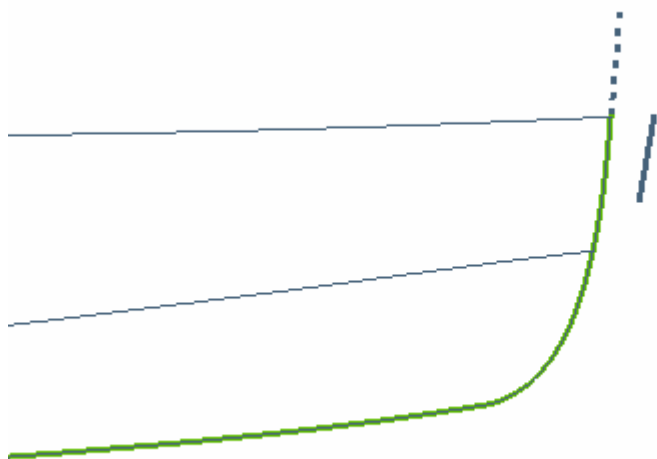
注記：曲線の結合


曲線の端点を選択すると、コマンドは自動的にその曲線の端点（パラメーター 0 または 1）の位置から結合曲線を作成します。



その他に、ここでは境界線にあらかじめ曲線を作成しましたが、曲線を作成することなく、直接曲面の境界線を選択することもできます。

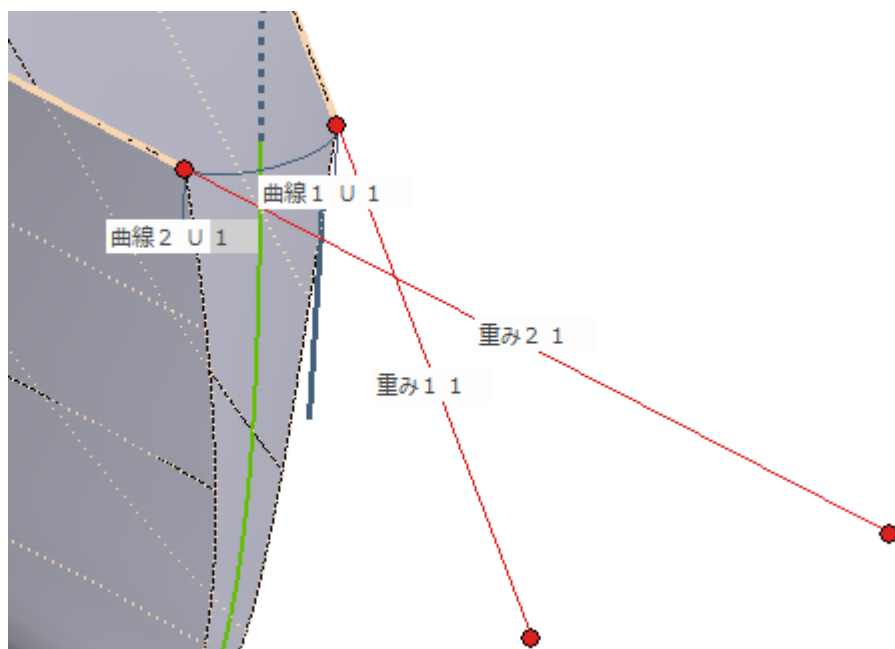
次に  **境界要素によるトリム** コマンドを使用して、作成した曲線で船体の曲面をトリムします。曲面上に存在しない曲線で曲面をトリムする場合、ビューが重要になります。

- F8 キーを押してワークプレーンに正対するビューに切り替え、 **ウィンドウ拡大** を使用して、船首を拡大します。
- **修正**  **曲面**  **境界要素でトリム** コマンドを選択します。
-  **境界要素** として、結合線を選択します。
-  曲面 として、船首の曲面をウィンドウ選択で選択します。
-  保持する範囲 として、船首の曲面の左側を選択します。
-  **OK** をクリックします。




平らな船首では、スピードが出ません。丸みのある曲面を作成する必要があります。そこで、船首部分に別の  **結合** 曲線を作成します。

- 再度  **結合** コマンドを選択します。
- 船体上部の境界線を選択します。
- 双方の重みが 1 であることを確認し、Uパラメーターも 1 に設定します。
-  **OK** をクリックします。




注記: 制御点と次数／連続性



これが最初の段階ですが、この後の編集のためには、接続曲線に制御点をもう1つ追加して、より柔軟な曲線にする必要があります。 **曲線の次数／連続性の修正** コマンドを使用します。

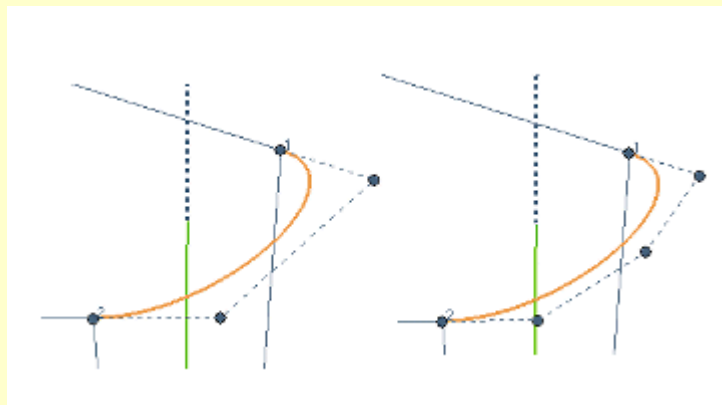
 **曲線の次数／連続性の修正** コマンドを選択します。


先ほど作成した、船体上部の先端を結んだ曲線を選択します。

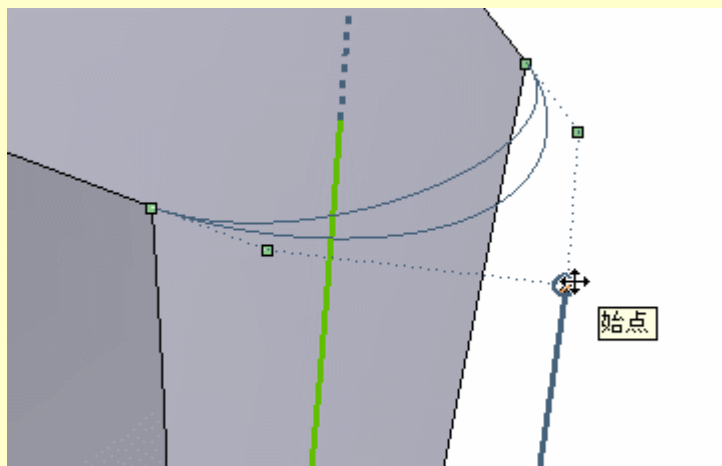
次数を 4 に変更します。

 **OK** をクリックします。

 **曲線の次数／連続性の修正** では直接次数を変更することができます。その他に、 **曲線の制御点の修正** コマンドの
▶ 詳細 オプションの下の **次数を上げる** を選択しても同様の操作を行うことができます。




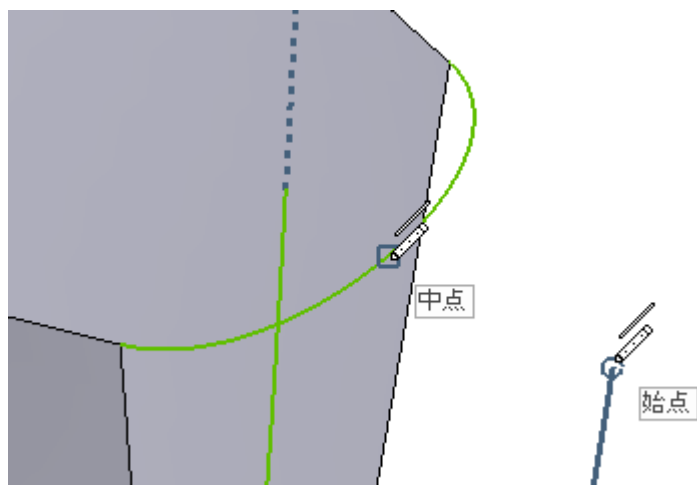
続いて、 **曲線の制御点の修正** コマンドで中央の制御点を外側の曲線の端点までドラッグします。




しかしこれでは曲線自体は外側の曲線の端点を通らないので、適切ではありません。

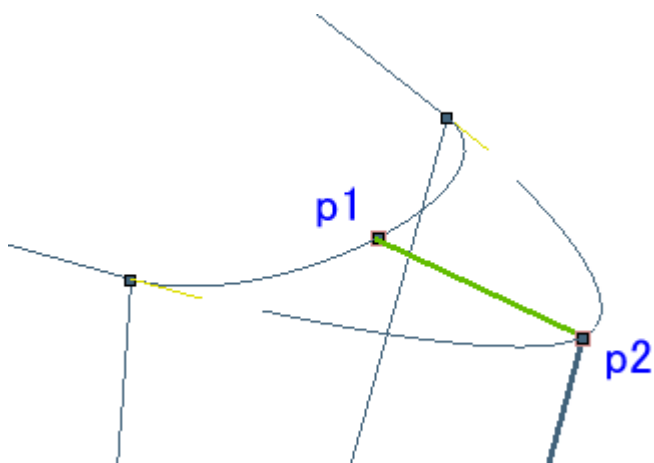
この曲線はいったん削除して、 **結合** コマンドで再度曲線を作り直してください。

-  **2点を結ぶ線** コマンドを選択します。
- 下図のように、結合線の中点と外側の曲線の端点を結ぶ線を作成します。







ここでは曲線の形状を変更しますが、両端点における接線方向は変更しないことに注意してください。





-  **曲線の補間点の修正** コマンドを選択して、結合線を選択します。
- グラフィック領域を右クリックして、**点を追加** を選択します。
- 先に作成した線の、結合線側の端点を選択します。ここはちょうど結合線の中点になります。
- 端点と同様の表示の新しい点が追加されます。その点 **p1** を選択し、線のもう一方の端点 **p2** までドラッグします。

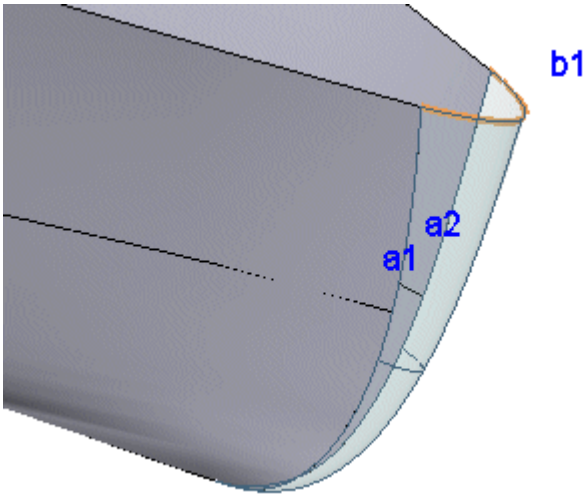



注記: その他の方法—グローバル・シェープ・モデリング (GSM)



先に使用した2つのコマンド( **曲線の位置／連続性の修正** と  **曲線の補間点の修正**)ではなく、 **アドバンスGSM** コマンドで、線上点拘束を使用しても同様の結果を得ることができます。

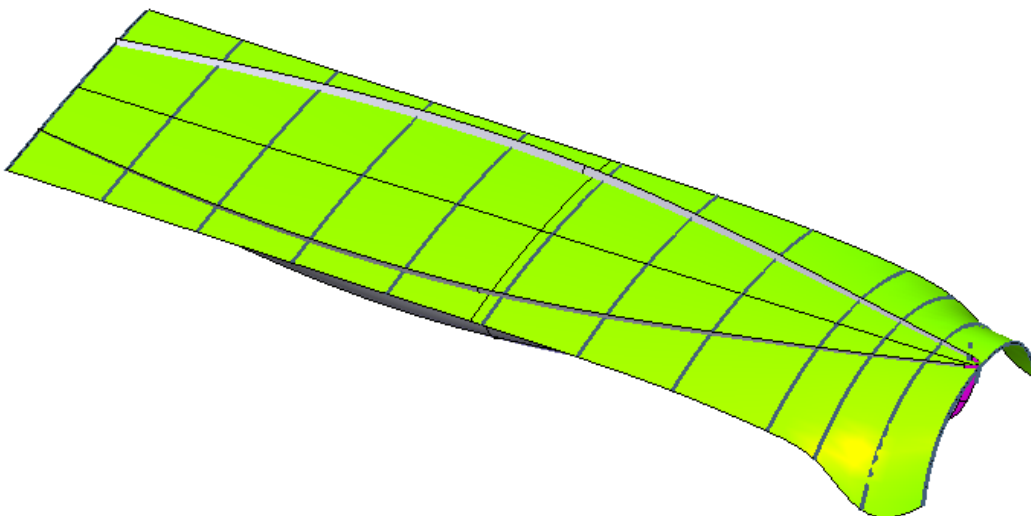
今修正した曲線を使用して、丸みのある船首の曲面を作成します。 **ロフト面** コマンドのプロポーショナルモードを使用して、曲面を作成しましょう。

- 線幅を 1、色を 6 に変更します。
-  **ロフト面** コマンドを選択します。▶ 詳細 オプションの **タイプ** で **プロポーショナル** を選択します。
- 選択リストで、 **境界線 セットA** として、船体前部の曲面の境界線 (**a1** と **a2**) を選択します。
-  **境界線 セットB** として、先の手順で修正した曲線 (**b1**) を選択します。
-  **OK** します。




次にデッキを作成しましょう。**レイヤー** にデッキ用の  **ロフト面** を作成する曲面を格納してあります。表示して曲面を作成します。

- **レイヤータブ** で、300 のレイヤー、deck curves を表示します。
- 色を 3 に設定します。
-  **ロフト面** コマンドを選択します。
- 300 のレイヤーの曲線群を選択します。ウィンドウ選択で選択することができます。
-  **OK** をクリックします。

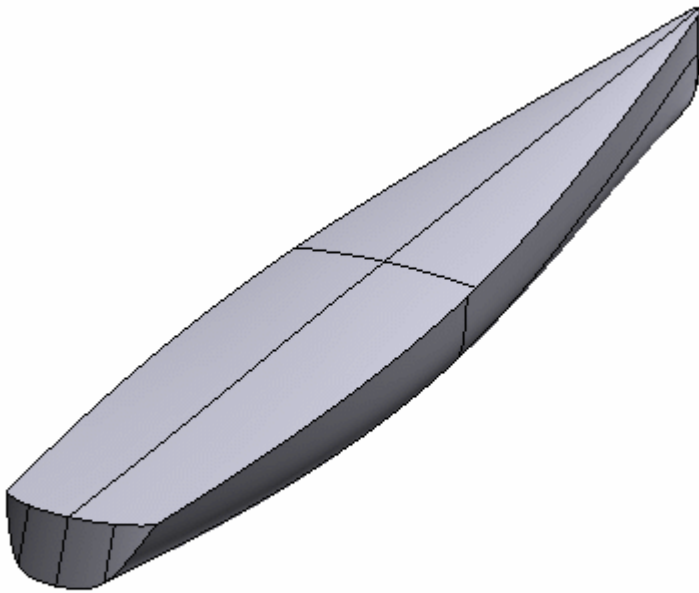








次のステップでは、これらをソリッドに変換し、キール(keel)の作業を行います。次のステップに進む前に、画面をクリアにしておきましょう。

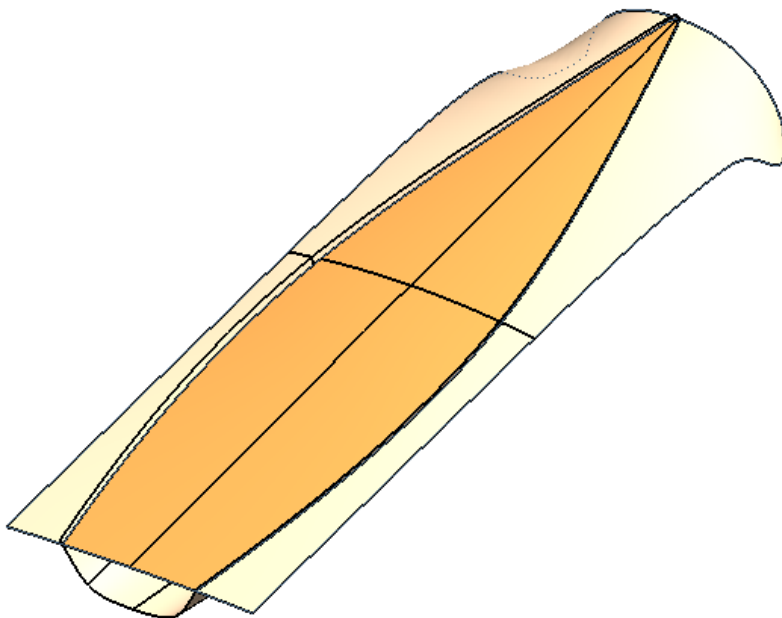
- 300 のレイヤー、deck curves を非表示にします。
- 200 のレイヤー、ideal bow profile を非表示にします。
-  **非表示** コマンドで、残りの曲線を非表示にし、曲面のみを表示しておきます。







Step 4: ソリッド化

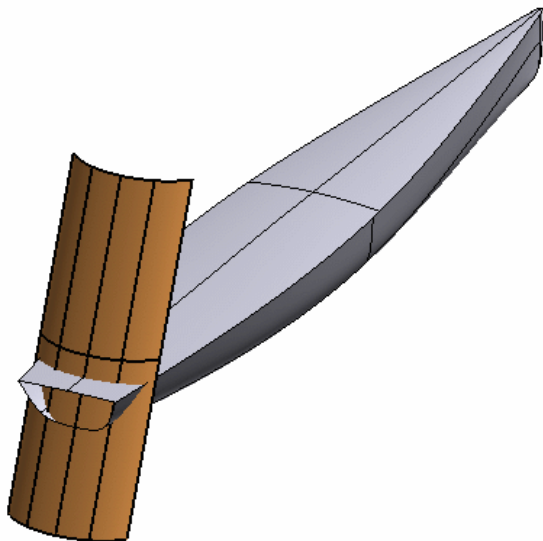
ボートの形ができつつありますが、まだ作業が必要です。このステップでは、曲面をソリッドに変換し、集合演算を使用して、ソリッド化された閉じた船体を作成します。





- 修正  曲面  境界要素でトリム コマンドを選択します。
-  境界要素 として3つの船体の曲面を選択します。
-  曲面 として、デッキの曲面を選択します。
-  保持する範囲 として、デッキの曲面の内側を選択します。
-  適用 をクリックします。

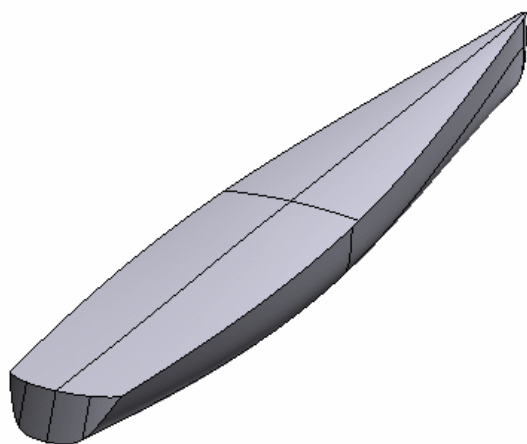


-  **境界要素** として、トリムしたデッキの曲面を選択します。
-  **曲面** として、船体の曲面を選択します。
-  **保持する範囲** として、船体の曲面の外側を選択します。
-  **OK** をクリックします。
- **レイヤータブ** を選択し、500 のレイヤー stern surface を表示します。
- 再度 **修正**  **曲面**  **境界要素** で **トリム** コマンドを選択して、同様に船尾の曲面もトリムします。






 **ソリッド化** コマンドを選択して、曲面をソリッド化します。

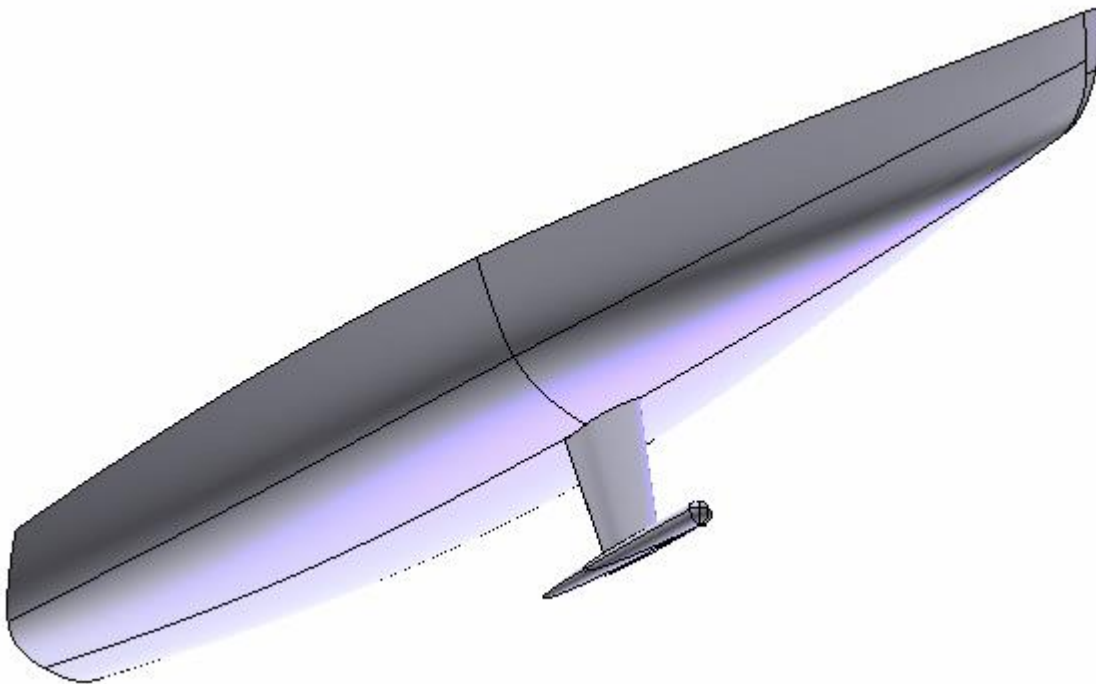
- 色を 1 番に変更します。
-  **ソリッド化** コマンドを選択して、曲面を選択します。
- 色をカレントに設定します。
-  **OK** をクリックします。



次のステップでは、キールを追加します。

Step 5: キールの追加







このステップでは、既存の曲線とプロファイルを使用して、キールを作成します。 **一般突き出し** を使用し、そして  **回転面** を作成し、ストレッチして形状を変形します。そして、 **和** を使用してすべてを結合します。

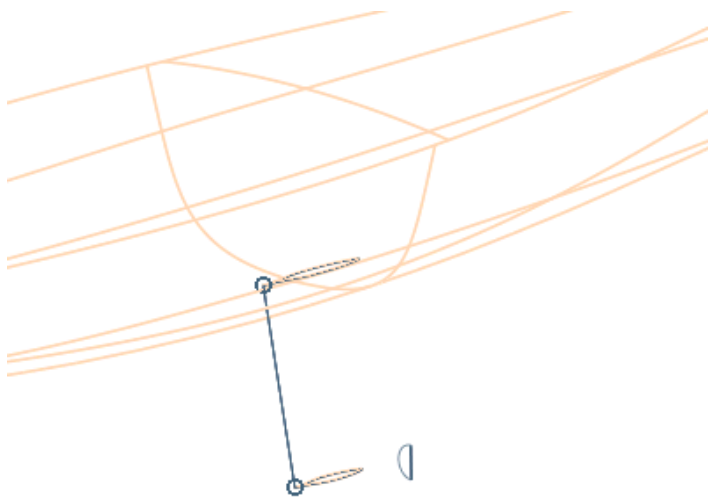


キール用の曲線とプロファイルは、既に レイヤー に用意してあるので、それらを確認しましょう。

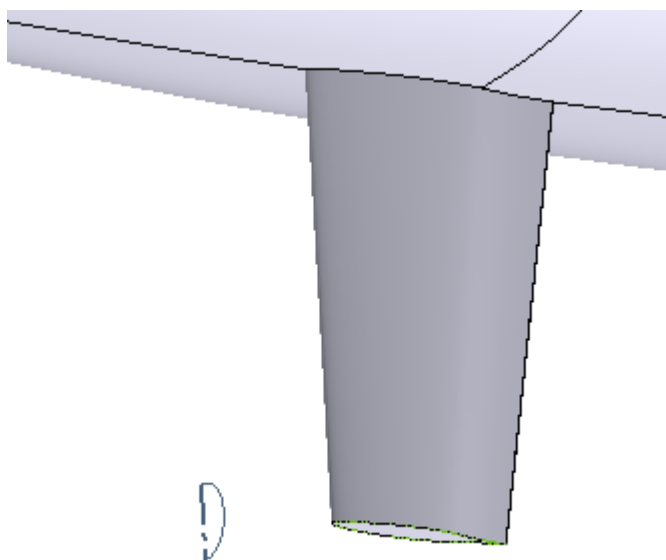
- **レイヤータブ** を選択し、400 のレイヤー、keel curves を表示します。

2つの涙形の緑色のプロファイル曲線を使用して、 **一般突き出し** を作成します。非表示になっていたら表示してください。




- **挿入**  **ソリッド**  **スイープ**  **一般突き出し** コマンドを選択します。
- 選択リストの  **境界線** として、2つの涙形のプロファイルを選択します。
- 選択リストで **モーションモード** が **ルールド** に設定されているか確認します。プレビューでプロファイル上の接続する点の位置が、下図の場所と違う場所に表示されている場合、選択リストから  **始点** を選択して、正しい場所を指示します。
-  **ソリッド** として、船体を選択します。

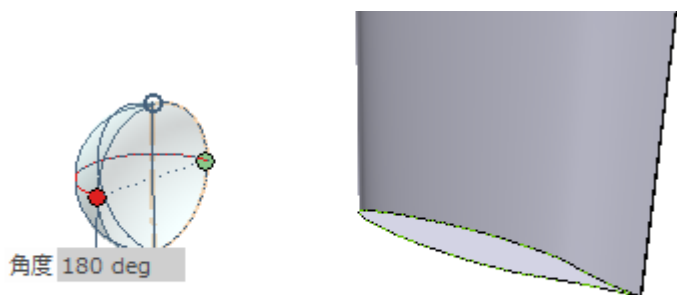


- ☒ OK をクリックして、突き出しを作成します。



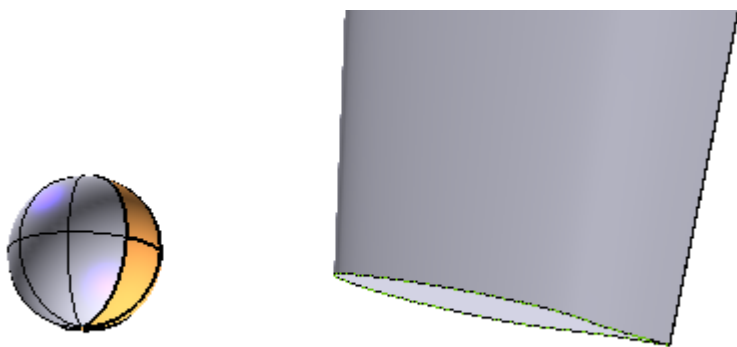
 **回転面** コマンドを使用して、同じ曲線から 180 度の回転面を2つ作成します。

-  **回転面** コマンドを選択します。選択リストの  **曲線** として、円弧を選択します。
- **軸** を **線** に設定します。選択リストの  **軸** として、垂直な参照線を選択します。



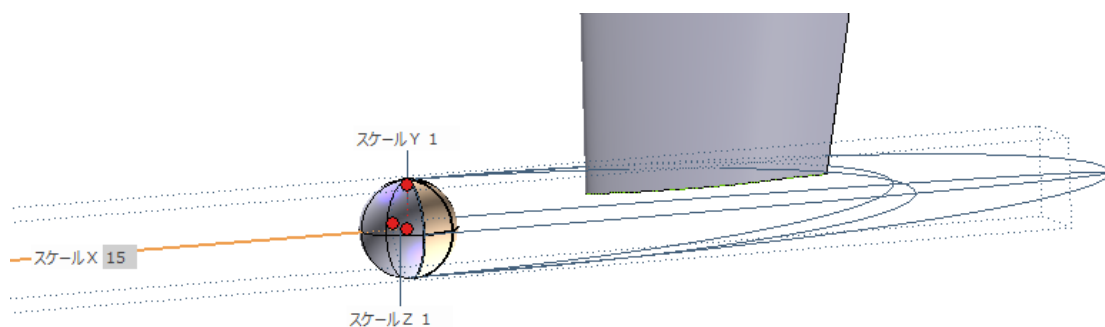
- 角度を **角度 180 deg** に設定し、☒ **適用** をクリックします。

- 同じ曲線と軸を選択し、**角度-180 deg** に設定し、☒ **OK** をクリックして、2つ目の曲面を作成します。



次に、 **スケール** コマンドで曲面を伸ばします。

- 本体に近い方の曲面を選択し、 **スケール** をコマンド選択します。
- 選択リストの ☒ ハンドルの原点 を右クリックし、リセット を選択します。
- ハンドルの原点として、回転面の回転軸の中点を選択します。
- 形状が本体側へ伸びるようスケールを 15 に設定し、☒ **OK** します。



この2つの曲面からソリッドを作成し、 **和** を使用して、キールソリッドを船体に結合します。

- **ソリッド化** コマンドを選択し、2つの曲面を選択します。
- **和** コマンドを選択し、2つのソリッドを選択し、1つのソリッドに結合します。

最後のステップでは、キャビンを作成します。


Step 6: キャビンの作成

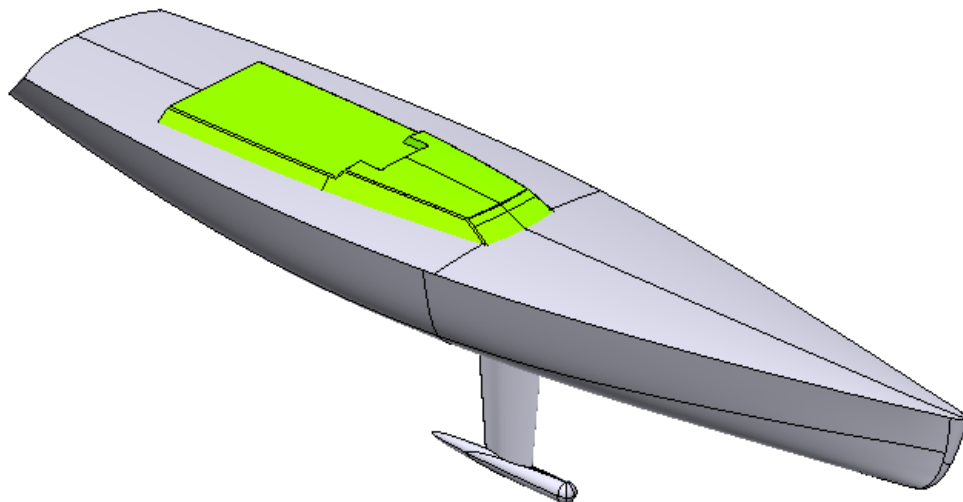
この練習問題は少し長いので、最終ステップでは、既存のソリッドを使用してキャビンを作成させます。

キャビンソリッドの存在する2つのレイヤーを表示します。


- レイヤー 700 とレイヤー 710 を表示します。

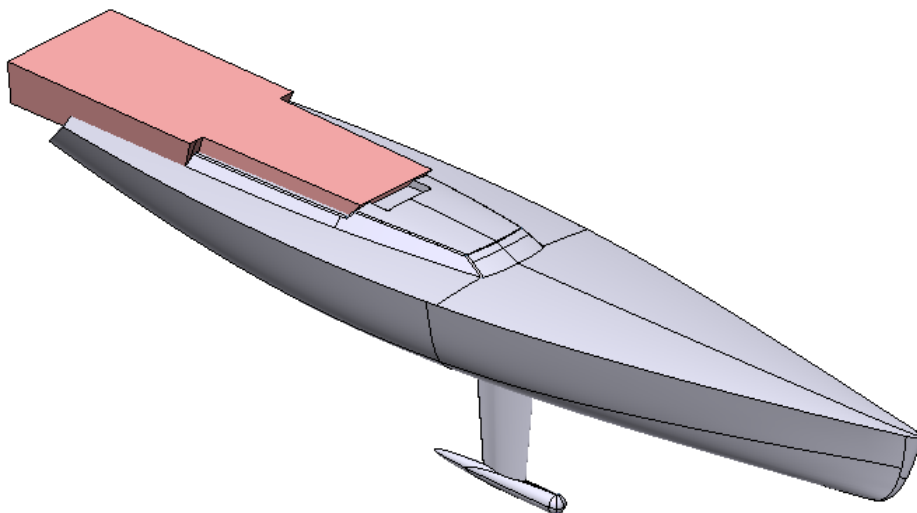
集合演算で、ボート本体を作成します。

-  和 コマンドを選択します。
- 船体ソリッドと緑色のキャビンソリッドを選択します。



さらに集合演算を続けます。

-  差 コマンドを選択します。
- 船体ソリッドと赤のキャビンソリッドを選択します。



これで完成です！

