

## カートデザインチャレンジ 解説

### 概要:

オートデスクのBlog “In the Machine 日本語版” (<http://in-the-machine.weblogs.jp/>) で2007年11月から12月に開催した、『デザインチャレンジ』の課題について解説します。

### 課題の内容:



図のようなカートの設計を行うのが課題です。

『このカートは、前後のタイヤの径、ホールベースの長さ、前後の車軸の長さの仕様寸法が変わります。右の図のように、仕様寸法を変更しても形状が成り立つようにモデルを作ってください。』

というものでした。詳しくは、添付の資料 (/問題/DesignChallenge.pdf) を参照ください。

また、Blog の記事は、[http://in-the-machine.weblogs.jp/in\\_the\\_machine/2007/11/post\\_ad56.html](http://in-the-machine.weblogs.jp/in_the_machine/2007/11/post_ad56.html) を参照ください。

### ポイント:

出題側の意図としては、『スケルトン(派生コンポーネント)を使った、トップダウン設計手法を使ってほしい。』というものでした。実際、パーツのモデリングから始めて後でアセンブリモデルに配置するというボトムアップの方法で作ろうとしても、なかなか出来ない課題となっています。

ボトムアップの手法でチャレンジした方は、各パーツにエクセルのシートをリンクしてモデリングすることで、タイヤと車軸、フレームまでは出来ても、タイロッドを作るのが容易ではなかったと思います。

### データセット:

添付のデータセット `Kart_DesignChallenge2008.zip` を適当なフォルダに回答します。その中の `00_YO` というフォルダが解説で紹介したモデルとなっています。実際のモデルを開いて参照しながら解説をお読みください。

データセットは、Autodesk® Inventor™ 2008 のバージョンで作成しています。2008 よりも以前のバージョンでも同等のモデルを作ることはできますが、解説の画面は2008のバージョンですので了承ください。

まず、スケルトンを作るところから解説していきます。

---

この資料で、このさき紹介する内容は数ある方法の中の一つを紹介するものです。これが最良の方法というわけではありません。実際の設計においては、個々の設計要件、仕様によって取り得る手法を決定すべきです。この資料はあくまで参考として扱うようお願いします。

今回の例では、『設計に必要な仕様はできるだけスケルトンで表現をする』という方針で解説用のモデルを作っています。

---

## スケルトンの作成

1. 新規パーツ
2. エクセルシートをリンク

SpecSheet.xls をリンク

パラメータ名	単位	計算式	表記値	寸法公差	モデル値
▶ + モデル パラメータ					
+ 参照パラメータ					
+ ユーザ パラメータ					
- %tokr35491315%T60p_MyDoc...					
wheel_base	mm	1150 mm	1150.000000	●	1150.000000
front_track	mm	850 mm	850.000000	●	850.000000
rear_track	mm	1000 mm	1000.000000	●	1000.000000
front_tyre_dia	mm	300 mm	300.000000	●	300.000000
rear_tyre_dia	mm	400 mm	400.000000	●	400.000000

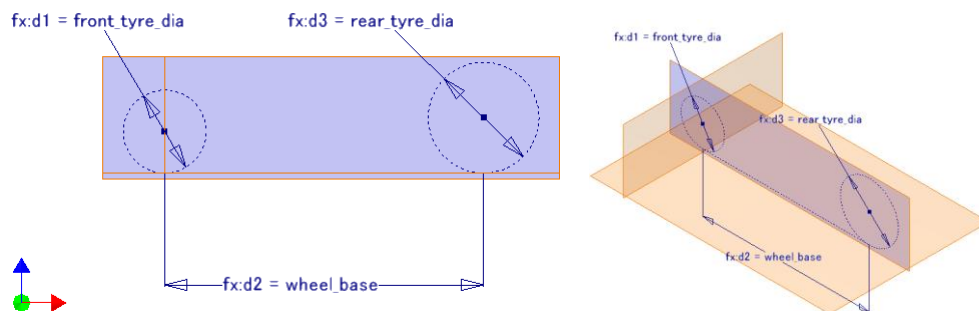
図のようにエクセルシートで定義した値がリンクされます。

3. 正面図スケッチを作成

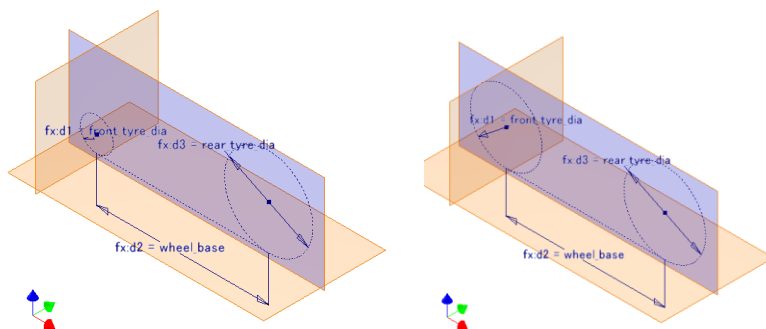
手前側が正面になるよう、作業平面とスケッチを作成します。

4. 前輪と後輪、ホイールベースの関係を定義

前輪の中心が原点となるよう、また、前輪と後輪の下端が水平になるよう、位置関係を定義します。



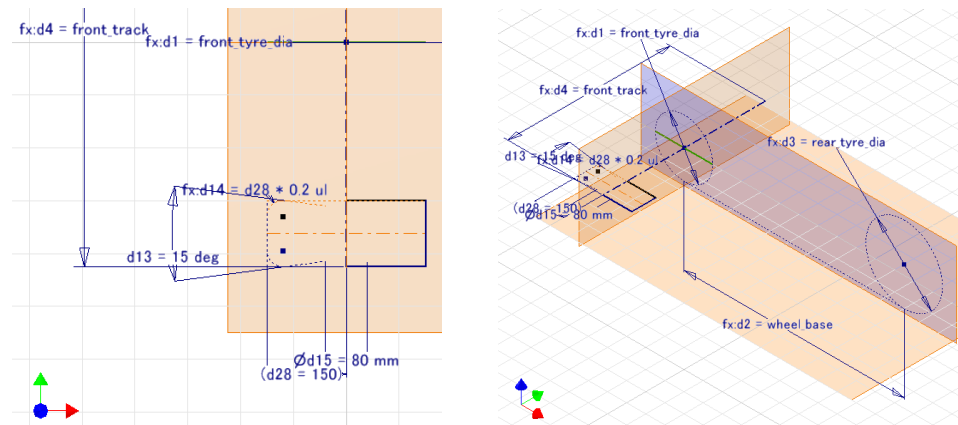
エクセルシートで設計仕様を変更したとき、スケッチの内容が更新されることを確認します。



➔ この作業は、設計を進めていく際、随時行います。

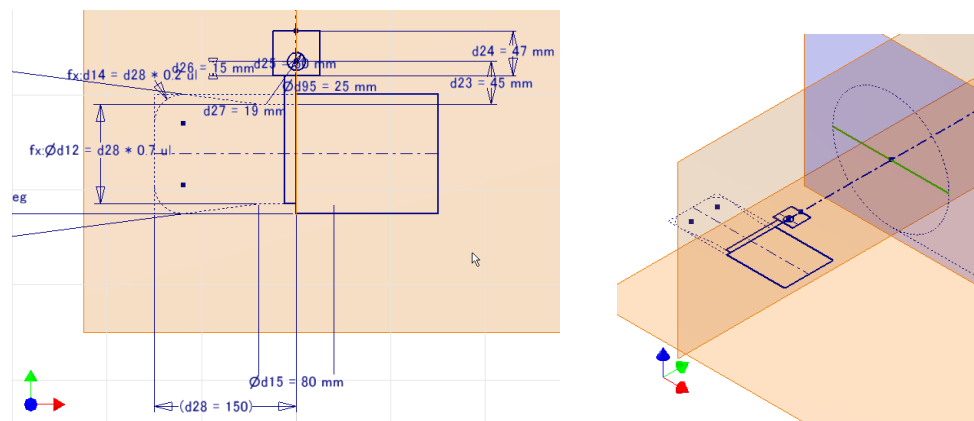
### 5. 前輪の断面スケッチ

前輪の形状を定義するために、断面スケッチを作成します。



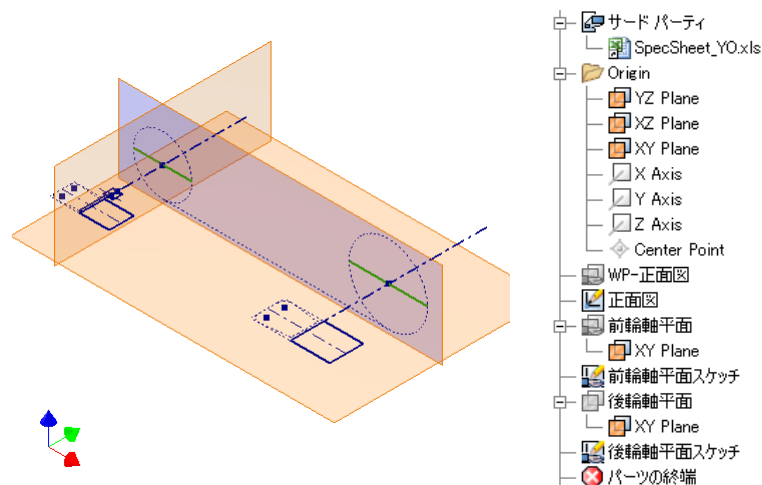
ここで、スピンドルとクレビスの位置関係を同じスケッチに定義します。スピンドル・クレビス間の軸と前輪の距離を定めます。(課題図では寸法がありませんので、ここは図面を基に適当に定めています)

→ 右の図では、わかりやすくするため寸法を非表示しています。



### 6. 後輪の断面スケッチ

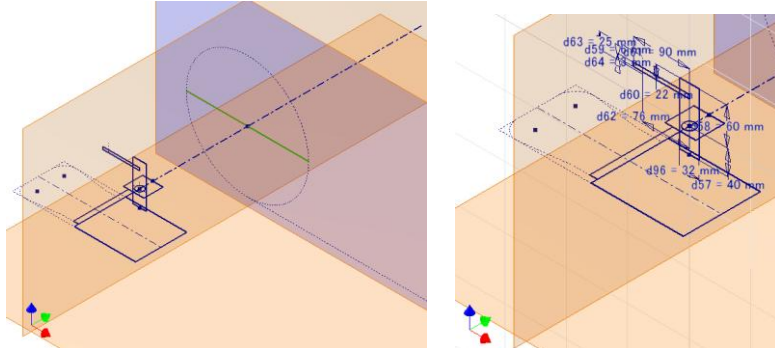
同様に、後輪の形状を定義するために、断面スケッチを作成します。ブラウザは図のようになります。



→ 右の図では、わかりやすくするため寸法を非表示しています。

### 7. スピンドルの断面スケッチ

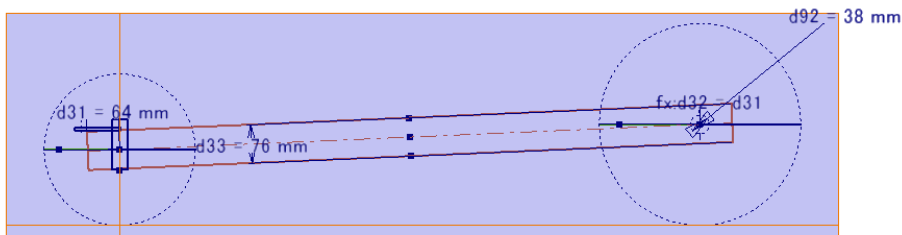
スピンドルの断面スケッチを作成します。



スピンドルの断面スケッチを作成します。これで、スピンドルの位置と形がほぼ決まります。前輪の径 ( front\_tyre\_dia ) やトラック幅 ( front\_track ) の値が変わってもスケッチ位置が更新されます。

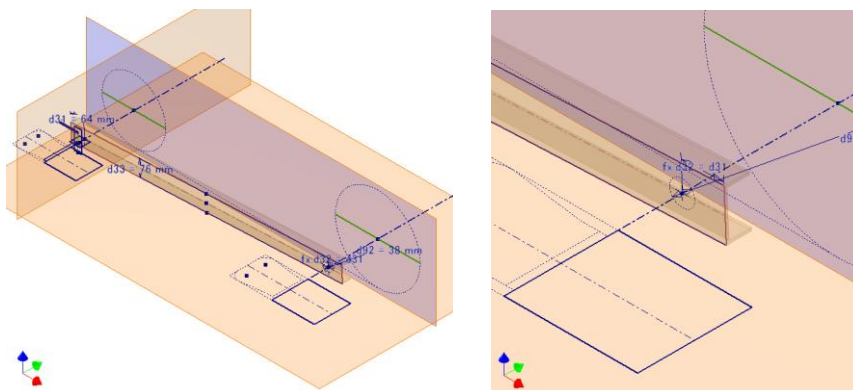
### 8. フレームのスケッチ

L側のフレームのスケッチを作成します。



### 9. フレームのスケッチ

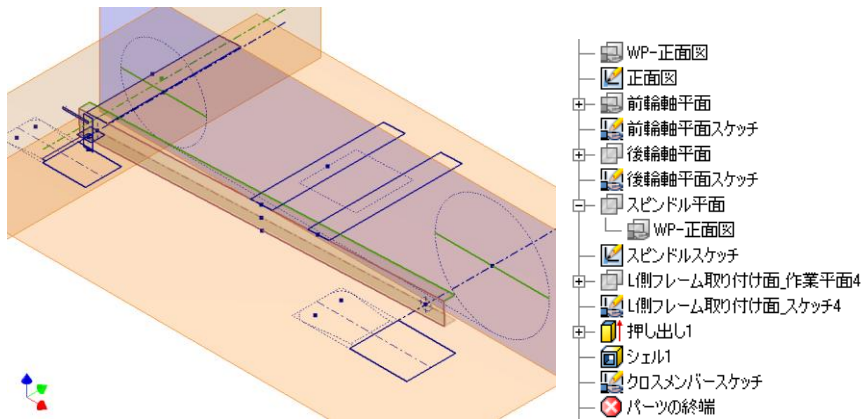
押し出しとシェルのフィーチャで、L側のフレームの形状を作成します。内側が分かるように、色スタイルは透明表示できるものにしておきます。ここでは、Polycarbonate (Smoked) の設定。



➔ シェルをしているのは、後輪軸の段付きの位置をスケルトンで決定したいからです。

### 10. クロスメンバーのスケッチ

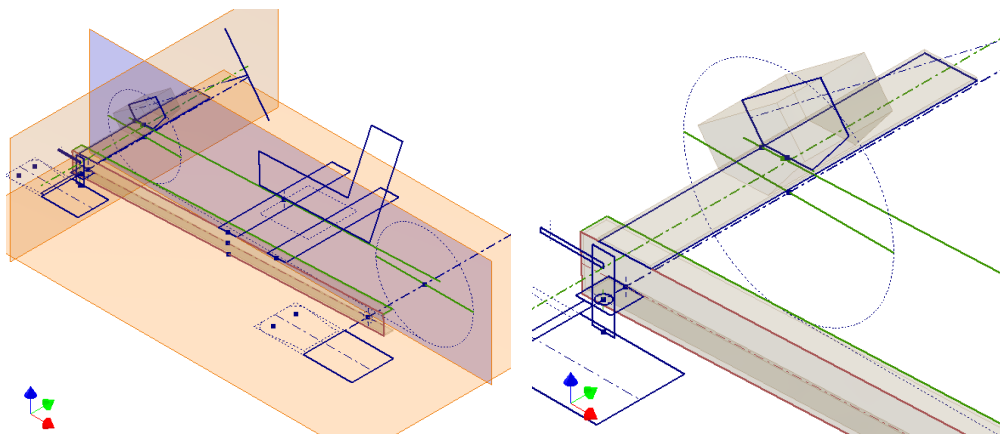
クロスメンバーの位置と形状をスケッチで決定します。位置は、L側フレームのスケッチの投影を利用して決定しています。



→ スケッチや作業平面の名前は、後で参照しやすいような命名をしておきます。

### 11. ステアリングマウント部分とシートのスケッチ

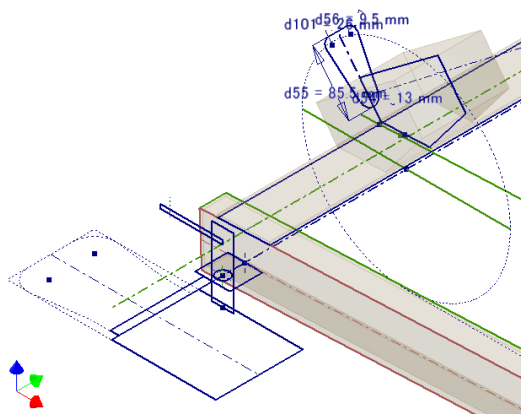
クロスメンバーの位置と形状を元に、ステアリングマウント部とシートの位置と形状を決定します。



→ アーム部のスケッチを作成するために、押し出しフィーチャでステアリングマウントの部分の形状を作成します。

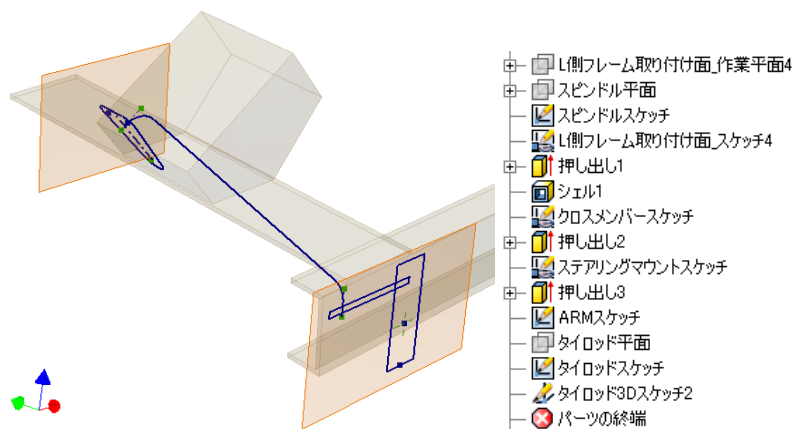
### 12. アームのスケッチ

ステアリングマウントの形状を基にして、アーム部のスケッチを作成します。これで、タイロッドの位置関係を決定できるようになりました。



### 13. タイロッドのスケッチ

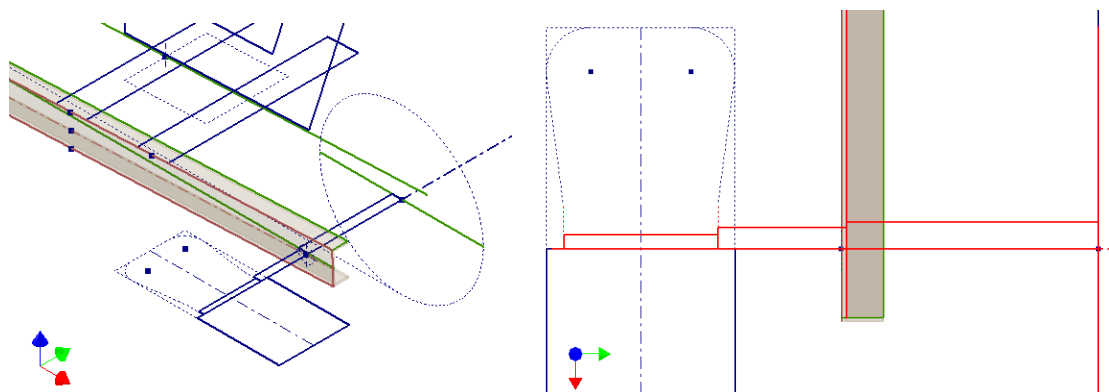
スピンドルとアームの位置から、タイロッドの位置と形状が決まります。3dスケッチで、タイロッドのパスを定義します。



タイロッドスケッチとスピンドルスケッチにタイロッドの取り付け部の定義をします。

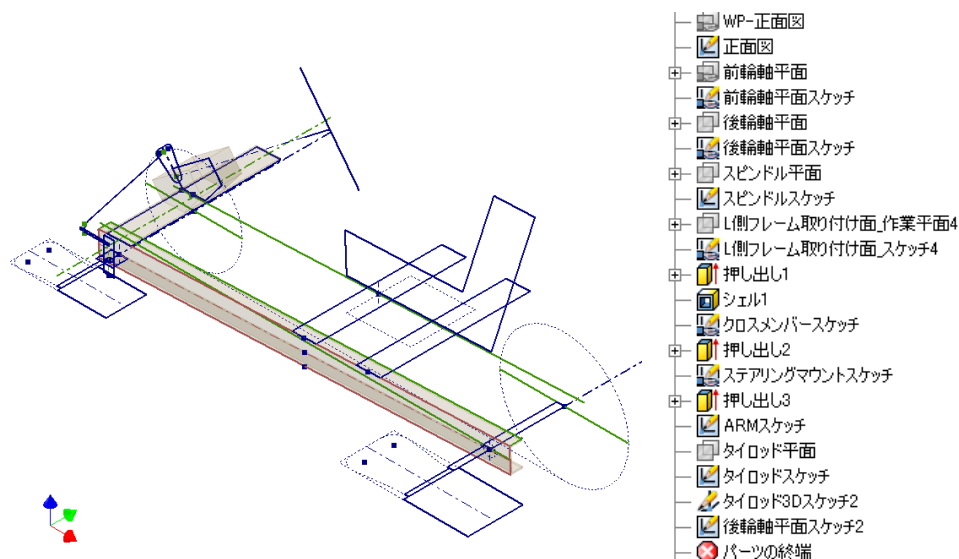
### 14. 後輪軸のスケッチ

フレームの板厚を投影して、後輪軸の段付き位置と径を決定します。



### 15. スケッチ完成

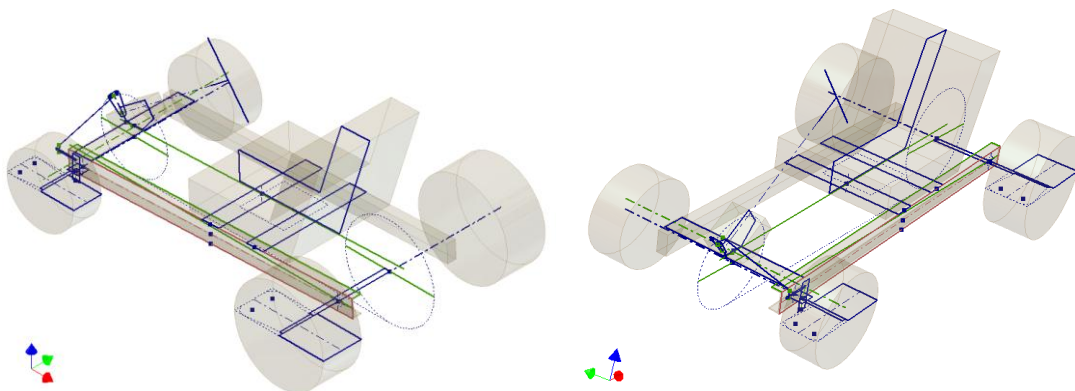
必要な仕様はすべてスケルトン上に定義されました。



16. ラフに形状を把握するために、モデリングを行う

カートっぽく見えるように、ラフに形状モデリングを行います。

各スケッチは「表示」の設定をしておき、必要なスケッチがちゃんと見えているようにします。



17. パラメータ名を分かりやすくする

後で参照する可能性のあるパラメータには、分かりやすい名前を付けておきます。

パラメータ名	単位	計算式	表記値	寸法公差	モデル値	エクスポート
d72	mm	d41	75.000000	●	75.000000	<input type="checkbox"/>
シート取付ピッチ	mm	200 mm	200.000000	●	200.000000	<input checked="" type="checkbox"/>
シート取付幅ピッチ	mm	200 mm	200.000000	●	200.000000	<input checked="" type="checkbox"/>
d75	mm	120 mm	120.000000	●	120.000000	<input type="checkbox"/>
d76	mm	d75	120.000000	●	120.000000	<input type="checkbox"/>
d78	mm	450 mm	450.000000	●	450.000000	<input type="checkbox"/>
d79	mm	100 mm	100.000000	●	100.000000	<input type="checkbox"/>
d80	deg	110 deg	110.000000	●	110.000000	<input type="checkbox"/>
d81	mm	450 mm	450.000000	●	450.000000	<input type="checkbox"/>
d82	deg	0 deg	0.000000	●	0.000000	<input checked="" type="checkbox"/>
ステアリングシャフト長さ	mm	500 mm	500.000000	●	500.000000	<input checked="" type="checkbox"/>
d86	mm	100 mm	100.000000	●	100.000000	<input type="checkbox"/>
d87	mm	300 mm	300.000000	●	300.000000	<input type="checkbox"/>
d90	mm	CrossMemberThick	4.500000	●	4.500000	<input type="checkbox"/>

18. 完成!

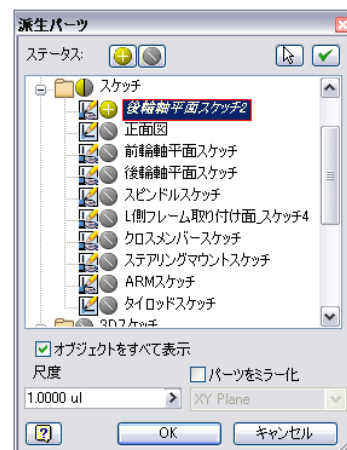
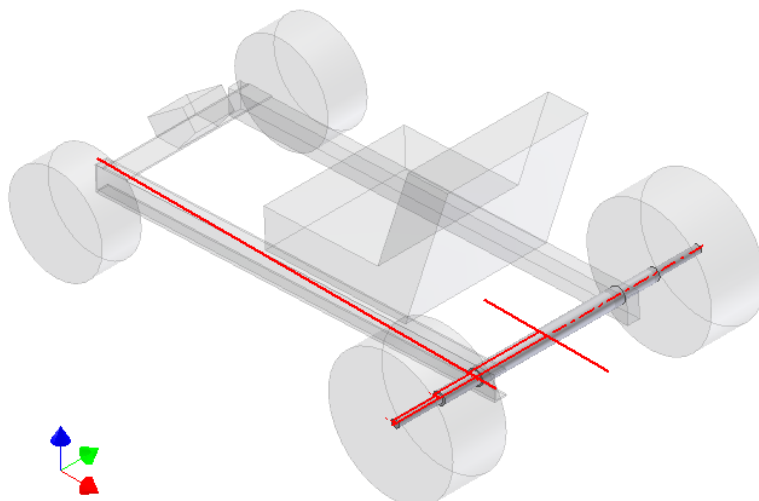
名前を付けて保存しておきます。

このスケルトンを使って、各パーツのモデリングを行います。

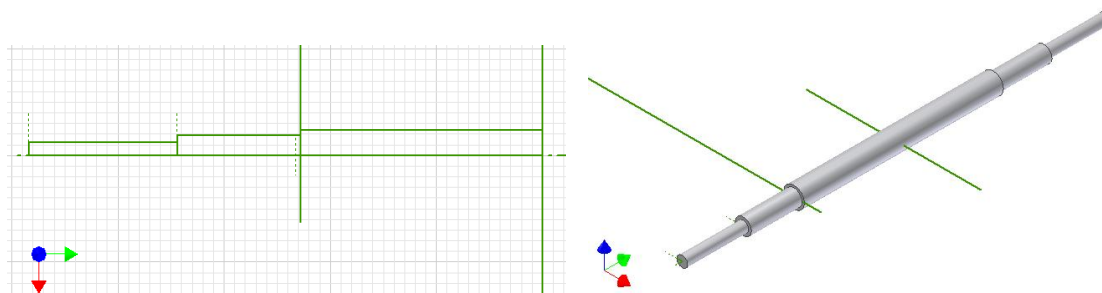
## パーツモデリング

スケルトンパーツを派生コンポーネントとして使って、各パーツのモデリングを行います。

### 19. 後輪軸 AXLE\_R

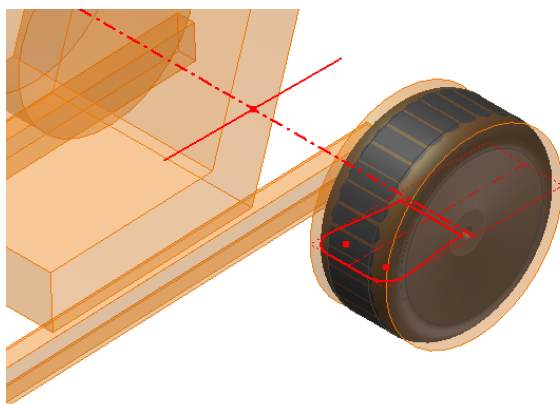


派生パーツを編集のダイアログから、必要な部分のスケッチだけを派生します。派生したスケッチをそのまま利用してモデルを作成します。



スケルトンパーツの座標系と同じなので、アセンブリモデル上に配置するときは、アセンブリ原点にそのまま配置できます。アセンブリ拘束の手間を省くことができます。

### 20. 後輪 WHEEL\_R

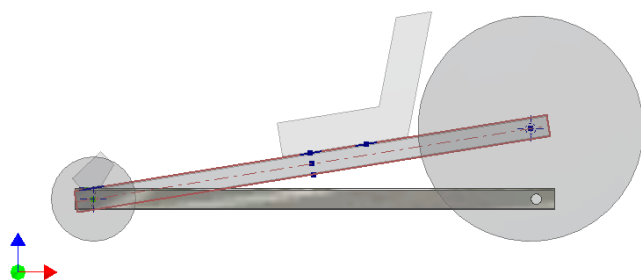


スケルトンパーツのスケッチをそのまま使ってモデリングします。



## 21. フレーム FRAME\_L, R

パーツの座標系に対して、フレームの向きが一定になるように、スケルトンパーツのフレームのスケッチを基にして、フレーム形状を再定義します。

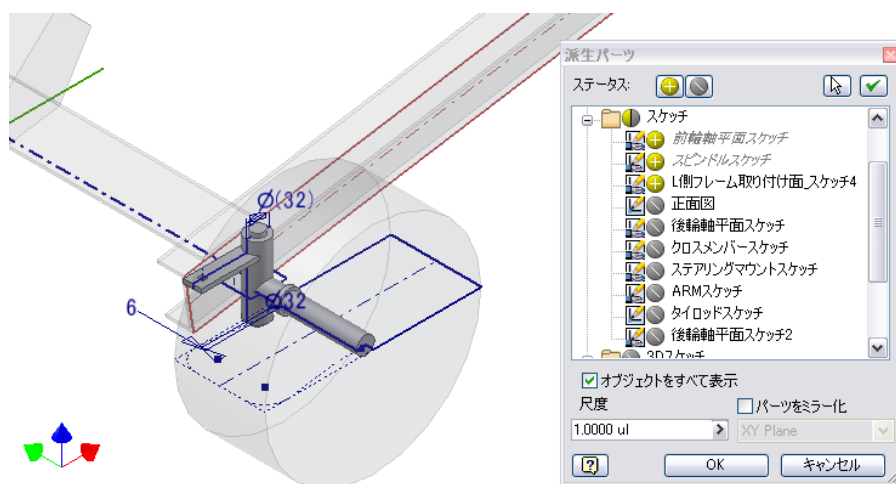


→ パーツモデルを図面化した時に3面図にフレームの実長を正しく表示するために、パーツ座標系に対してフレームの向きを一定にします。

R側のフレームは、L側フレームを派生&ミラーで作成します。

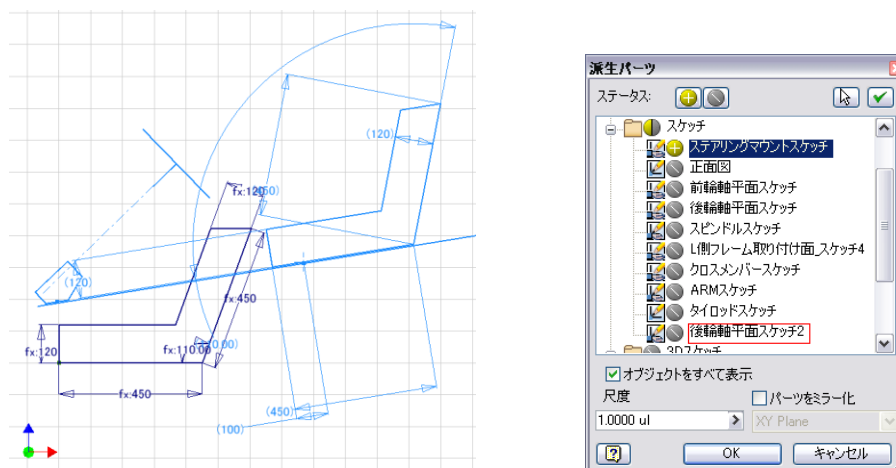
## 22. スピンドル SPINDLE

図のように派生パーツのスケッチを利用して作成します。



## 23. シート SHEET

フレームと同様に、派生パーツのスケッチを利用して作成します。



シートパーツのパラメータ

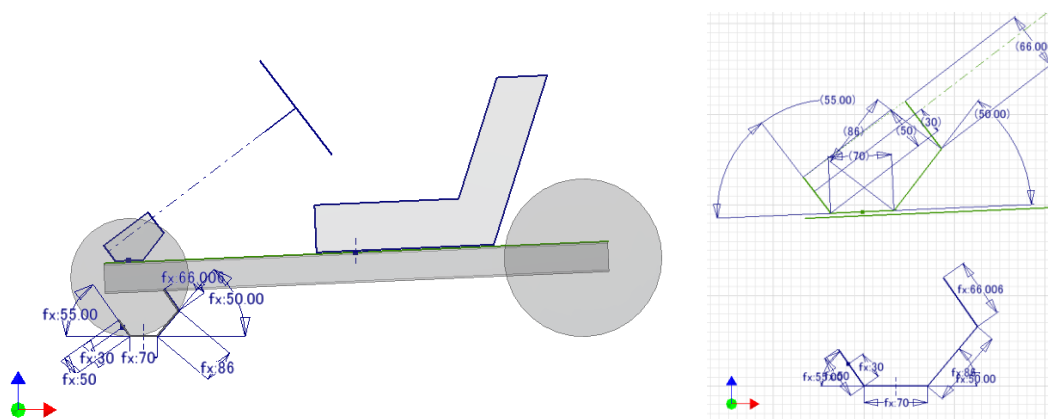
パラメータ名	単位	計算式	表記値	寸法公差	モデル値	エド
モデルパラメータ						
d0	mm	正面図	0.000000	●	0.000000	<input type="checkbox"/>
d1	mm	d31	450.000000	●	450.000000	<input type="checkbox"/>
d2	mm	d32	450.000000	●	450.000000	<input type="checkbox"/>
d3	mm	d30	120.000000	●	120.000000	<input type="checkbox"/>
d4	mm	d33	120.000000	●	120.000000	<input type="checkbox"/>
d5	deg	d34	110.000000	●	110.000000	<input type="checkbox"/>
d6	mm	450 mm	450.000000	●	450.000000	<input type="checkbox"/>
d7	deg	0 deg	0.000000	●	0.000000	<input type="checkbox"/>
d8	mm	100 mm	100.000000	●	100.000000	<input type="checkbox"/>
d9	mm	120 mm	120.000000	●	120.000000	<input type="checkbox"/>
d10	mm	80 mm	80.000000	●	80.000000	<input type="checkbox"/>
d11	mm	50 mm	50.000000	●	50.000000	<input type="checkbox"/>
d12	mm	15 mm	15.000000	●	15.000000	<input type="checkbox"/>
d16	mm	7 mm	7.000000	●	7.000000	<input type="checkbox"/>
d18	mm	10 mm	10.000000	●	10.000000	<input type="checkbox"/>
d19	mm	10 mm	10.000000	●	10.000000	<input type="checkbox"/>
d23	mm	シート取付ピッチ_1	200.000000	●	200.000000	<input type="checkbox"/>
d24	mm	100 mm	100.000000	●	100.000000	<input type="checkbox"/>
d25	mm	シート取付幅ピッチ	200.000000	●	200.000000	<input type="checkbox"/>
d26	mm	d35	100.000000	●	100.000000	<input type="checkbox"/>
d28	ul	1.0000 ul	1.000000	●	1.000000	<input type="checkbox"/>
参照パラメータ						
d30	mm	120.000 mm	120.000000	●	120.000000	<input type="checkbox"/>
d31	mm	450.000 mm	450.000000	●	450.000000	<input type="checkbox"/>
d32	mm	450.000 mm	450.000000	●	450.000000	<input type="checkbox"/>
d33	mm	120.000 mm	120.000000	●	120.000000	<input type="checkbox"/>
d34	deg	110.00 deg	110.000000	●	110.000000	<input type="checkbox"/>
d35	mm	100.000 mm	100.000000	●	100.000000	<input type="checkbox"/>

フレームと同様に、パーツの座標系に対して、シートの向きを一定にしておく必要があります。

派生したスケッチに対して、形状定義に必要な寸法を付加します。自動的に従属寸法となります。そのあと、別スケッチに同じ形状を描きます。従属寸法を参照して形状を定義します。

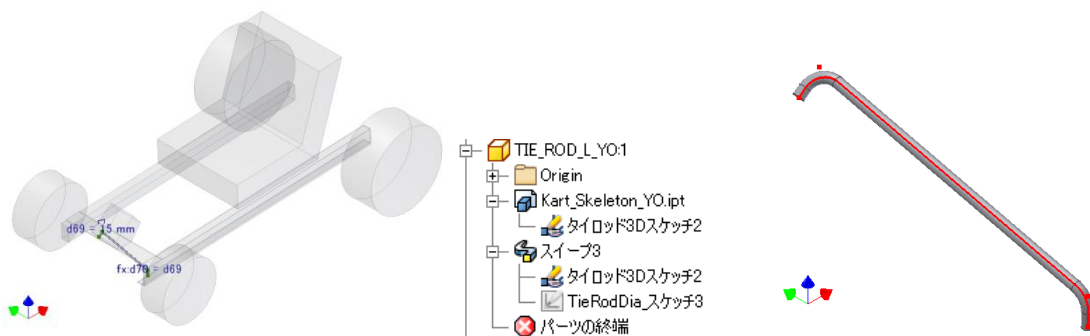
24. ステアリングマウント STEERING MOUNT

シートと同様に、派生パーツのスケッチを利用して作成します。



## 25. タイロッド TIE ROD

シートと同様に、派生パーツのスケッチを利用して作成します。スケルトンで作成した3Dスケッチをそのまま使用します。



- アダプティブを使う方法もあります。アセンブリモデルを先に作成し、アセンブリモデル上のアームとスピンドルの位置関係を使う方法です。ただし、アダプティブを使った場合、アセンブリモデル上でアームとスピンドルの位置関係が変わると、タイロッドの形状が更新されてしまうので、動きのあるアセンブリモデルを作るときには注意が必要です。

## 26. R側部品

RL対称で、R側のパーツは、L側のパーツを派生して作成します。

## アセンブリモデリング

アセンブリモデルは、パーツモデリングと同時に行います。即ち、パーツモデルができた時点で、アセンブリモデル上にそのパーツを配置、拘束し、問題がないかを確認します。

### 27. 新規アセンブリ作成

### 28. エクセルシートをリンク

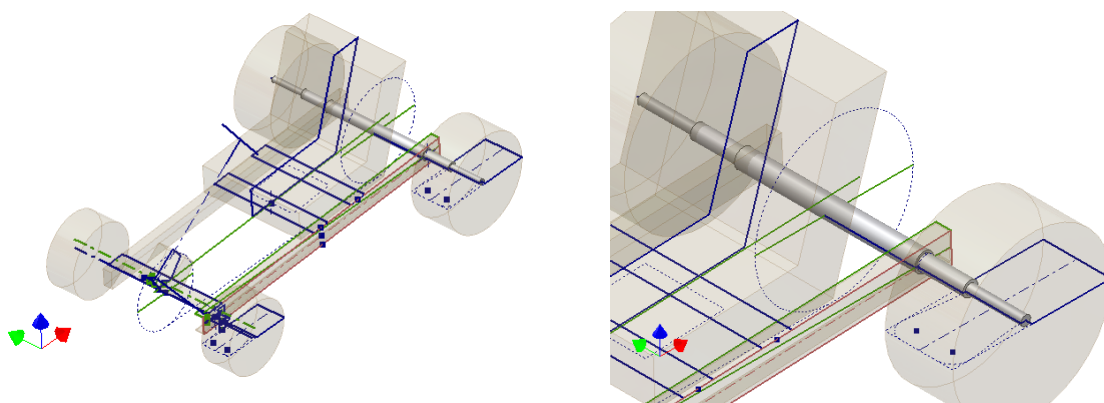
SpecSheet.xls をリンク

### 29. スケルトンパーツを挿入

スケルトンパーツを原点に配置します。固定拘束が付いていることを確認します。スケルトンで定義された、スケッチや面のジオメトリを利用して、各パーツを配置、拘束します。

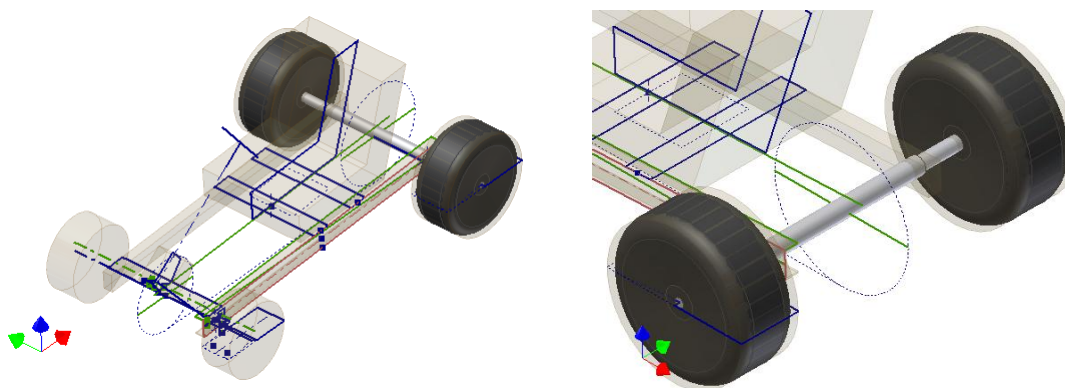
### 30. 後輪軸 AXLE\_R

後輪軸は、スケルトンのスケッチをそのまま使っていますので、パーツの原点とスケルトンの原点は一致、従ってアセンブリモデルの原点とも一致します。そのまま、アセンブリモデルの原点に配置し、固定拘束をセットします。



### 31. 後輪 WHEEL\_R

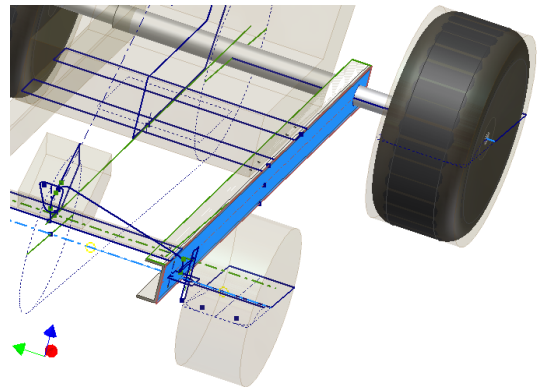
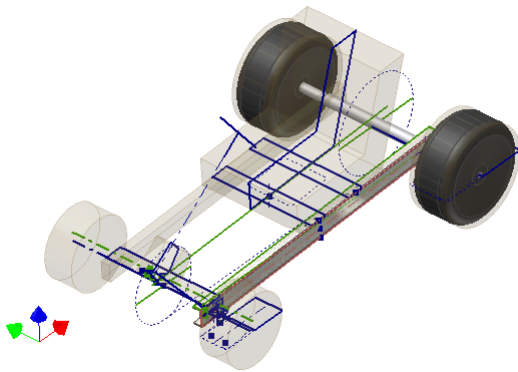
後輪軸に挿入します。



➔ スケルトンのスケッチと拘束するか、あるいはコンポーネント同士でアセンブリ拘束をするか悩むところです。この場合は、操作手順が少ない挿入拘束を使っています。

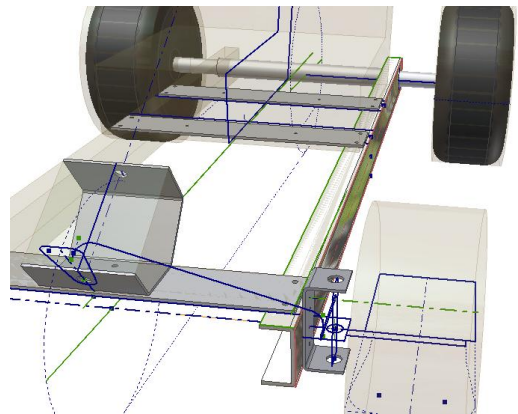
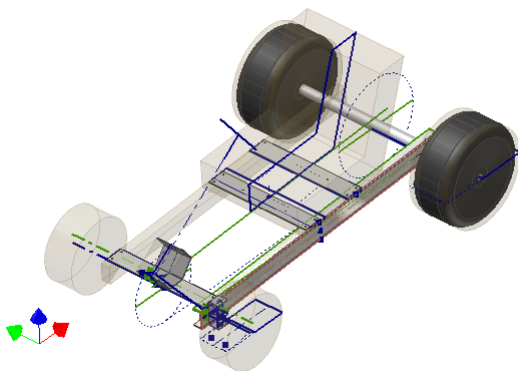
32. フレーム FRAME\_L

スケルトン上の作業平面とスケッチと拘束します。



33. クレビス、クロスメンバー、ステアリングマウント

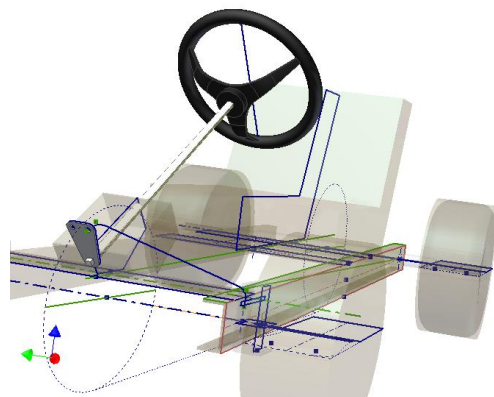
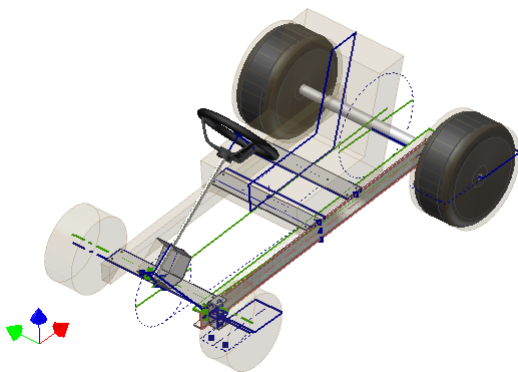
アセンブリ拘束(メイト、挿入)を使って配置します。



34. ステアリングサブアセンブリ

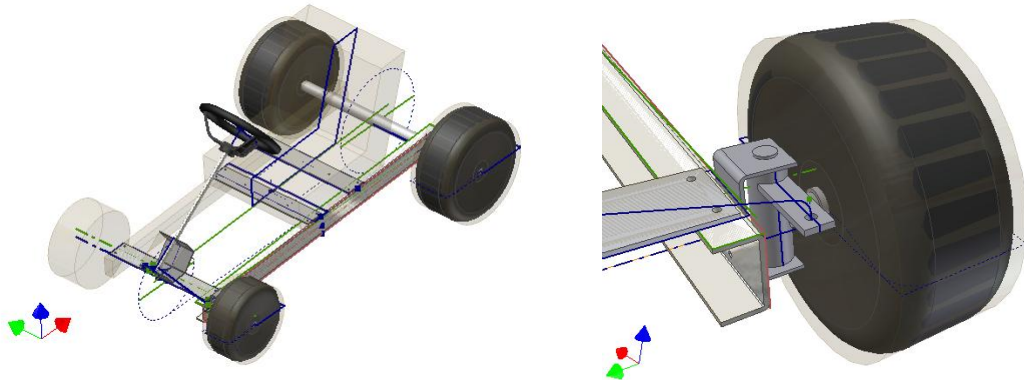
ステアリング、ステアリングシャフト、ステアリングアームの3点は、一体となるので予めサブアセンブリとしておきます。

ステアリングマウントに対し、挿入拘束のみしておきます。



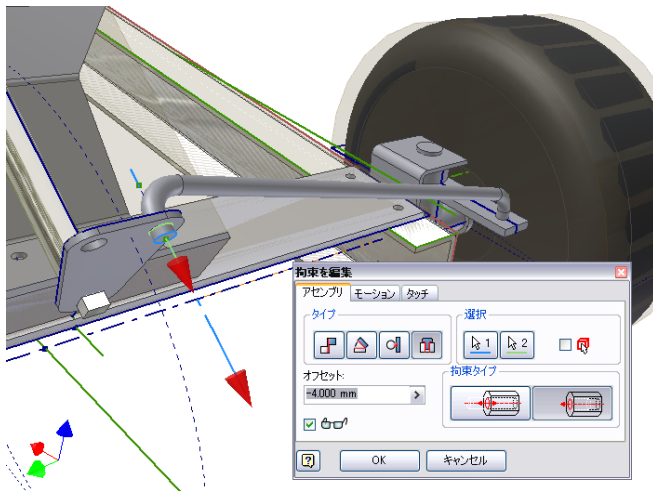
### 35. スピンドルと前輪

スピンドルを配置します。クレビスに対して挿入拘束します。前輪をスピンドルに対して挿入拘束します。

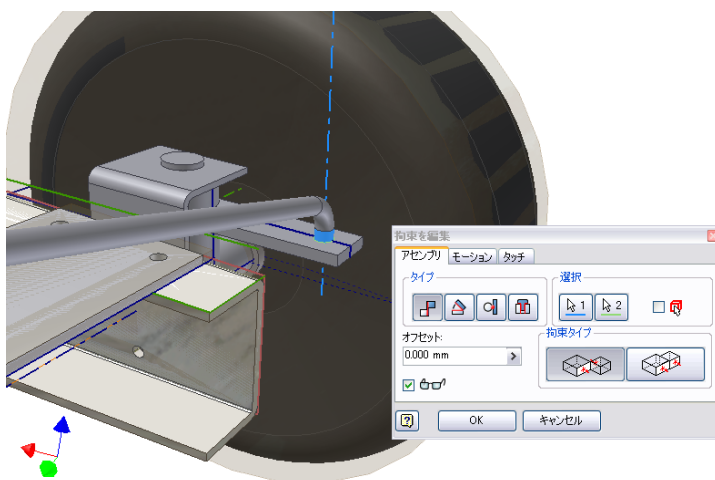


### 36. タイロッド

タイロッドを挿入します。



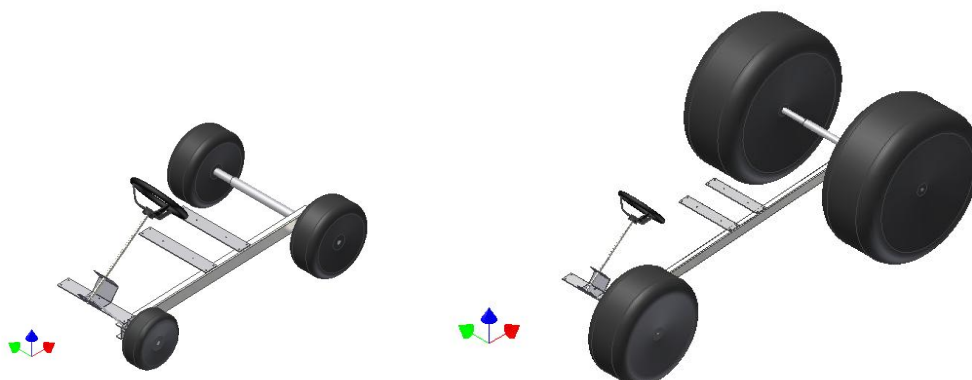
アームとタイロッドの間は、挿入拘束



スピンドルとタイロッドの間は、挿入拘束ではなく、メイト拘束(軸と点)します。

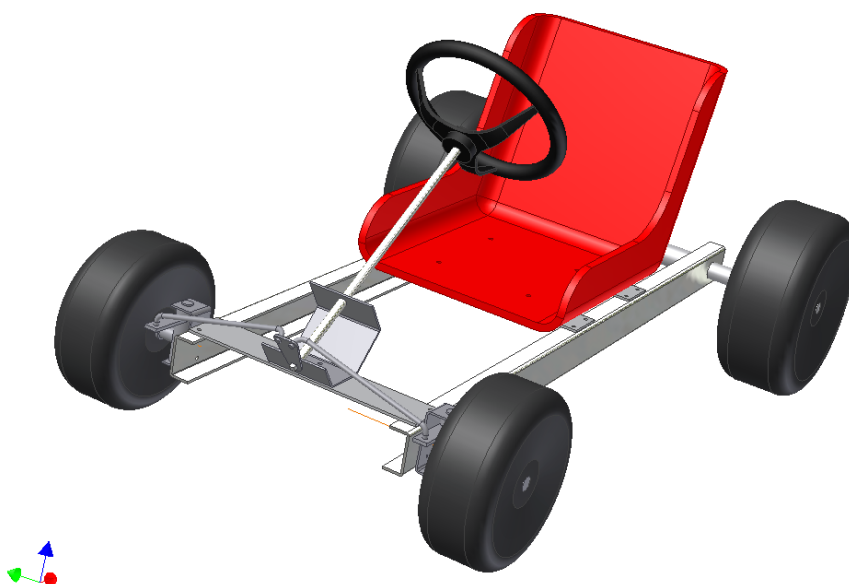
37. 設計変更を確認

ここで、主要なパーツが配置できました。エクセルシートから設計仕様を変更し、追従することを確認します。



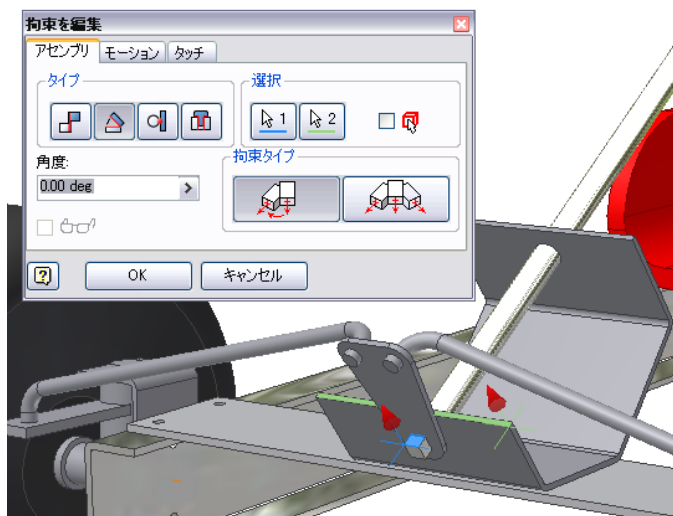
38. 残りのパーツを挿入、拘束

残りのパーツを挿入、拘束して、アセンブリを完成します。



### 39. ステアリングの角度拘束

ステアリングを動かせるように、図のように角度拘束を設定します。



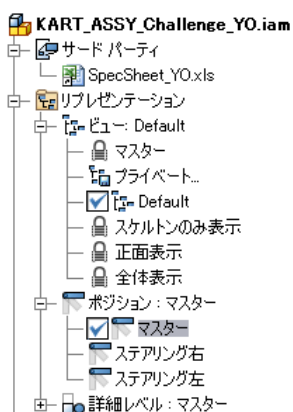
### 40. 拘束駆動

動きを確認できるように、拘束駆動の設定をします。



### 41. リプリゼテーション

デザインビュー、ポジションリプリゼンテーションなど、必要に応じて設定します。





## この資料の利用上のご注意

---

この資料の作成に当たっては、不具合の無いように十分に注意を払っておりますが、プログラム等の使用において、何らかの問題が生じても、オートデスクとして責任を持つことは出来ません。利用者の自己責任でご利用いただくようお願いします。  
この資料の内容は、無償にて自由に使っていただけます。  
上記内容について、承諾いただけるかたのみ、ご利用ください。

---

## お問い合わせ先

本資料についてのお問い合わせは、電子メールで [mfgsolution.japan@autodesk.com](mailto:mfgsolution.japan@autodesk.com) までお願いいたします。

**Autodesk®**

© Copyright 2007Autodesk, Inc. All rights reserved.

Reproduction or copying of images is prohibited