

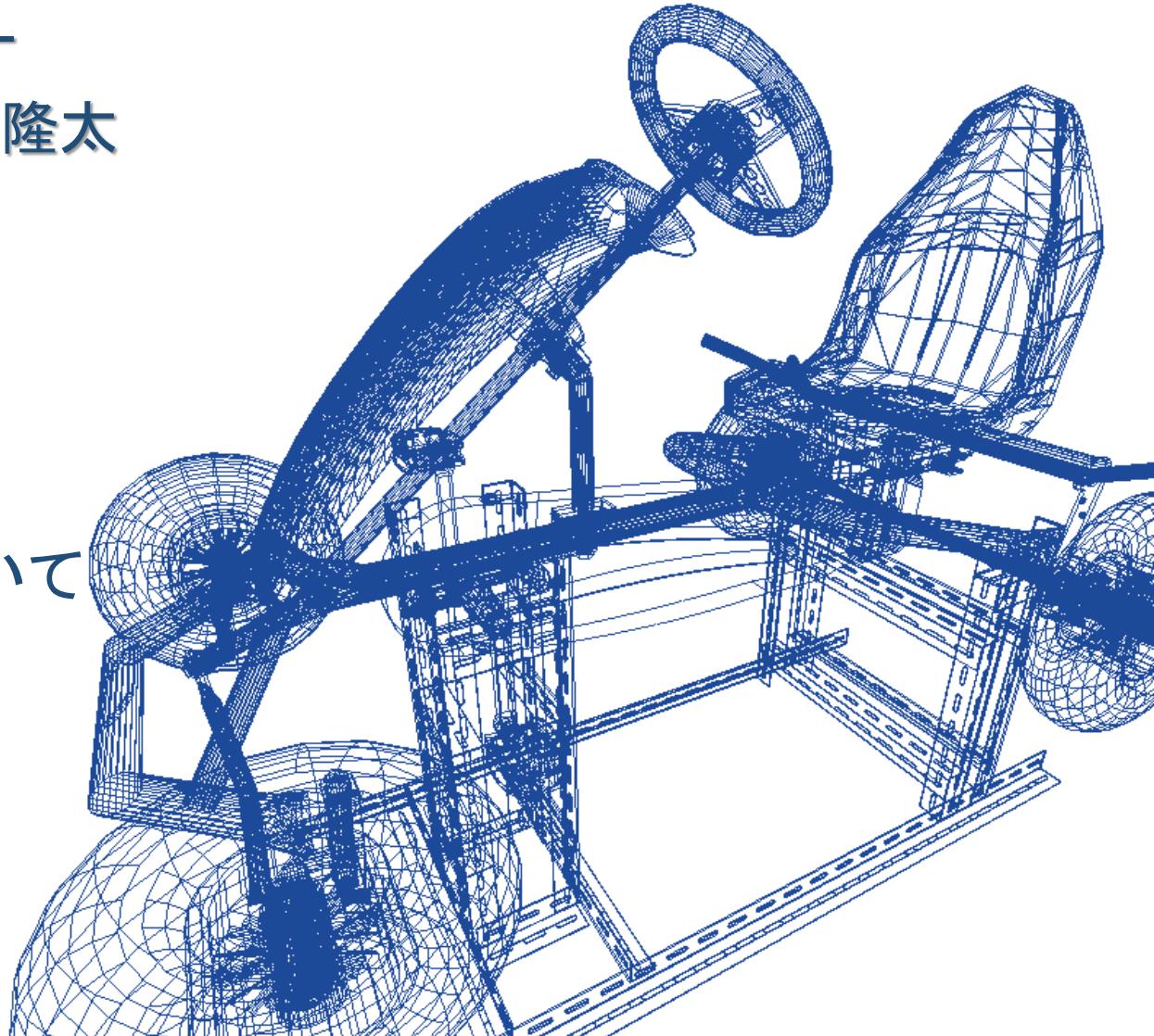
# 3Dグラフィックスを用いた実験用 カートの組み立てマニュアルの製作

実験教育支援センター

管理工学科担当 茂木隆太

## 【目次】

1. プロローグ
2. 新IE実験とは
3. カートについて
4. マニュアルについて
5. 製作工程
6. 結果
7. まとめ



プロlogue

# 新IE実験のカートのわかりやすい組み立てマニュアルってつくれるかな？



学生がパッと見た瞬間に組み立て方がわかるような。なるべくお金がかからない方向で。

# 新IE実験とは

# 新IE実験とは(そもそもIEって?)

- IIEによる定義 -

Industrial engineering is concerned with the design, improvement and installation of integrated systems of **people, materials, information, equipment** and **energy**. It draws upon specialized knowledge and skill in the mathematical, physical, and social sciences together with the principles and methods of engineering analysis and design, to specify, predict, and evaluate the results to be obtained from such systems.

最適(最経済)な  
ワーク・システム



# 新IE実験とは(具体的には①)

- ・管理工学部3年の必修の通年の実験
- ・新34棟の実験室移設にともない、今年度リニューアル
- ・実作業を通じて、IEの手法および問題解決のプロセスを学ぶ

# 新IE実験とは(具体的には②)

- ・工場のラインをシミュレート
- ・15人チームで、おもちゃのカートの分解・組立作業を最適化する



※工場ラインイメージ

オランダ製  
\$ 500ぐらい

# カートについて

部品点数  
合計38点



# IE実験イメージビデオ

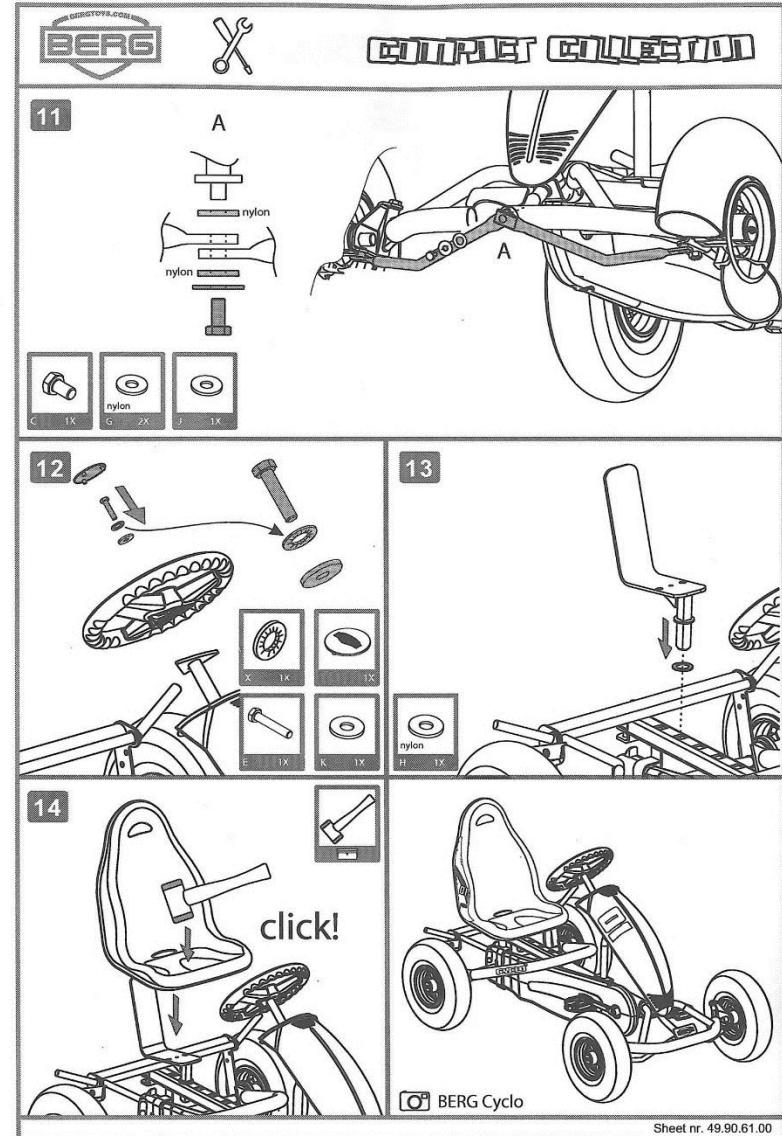


# カートに付属していたマニュアル

- ・ 実験では作業内容を一部変更
- ・ 実験では部品を一部変更
- ・ なんだかんだでわかりづらい



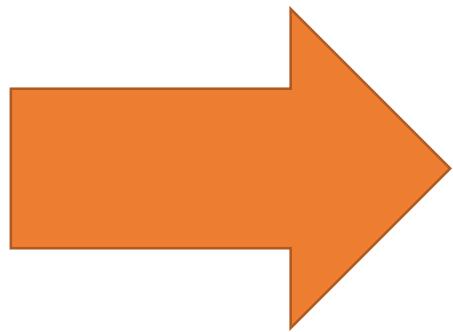
では、新しく作ろう！



# マニュアルについて

# ではどうやって作る？

- 文章？
- 絵？
- 写真？
- 動画？



**時代は3Dモデルである！**

# なぜ3Dか

## メリット

- 一度作ってしまえば、あらゆる角度から容易に撮影(キャプチャ)できる。
- 部品等の修正や追加も自由自在。非現実的なことも自由自在。
- ユーザがインタラクティブに動かすことも可能。
- 動画も可能。

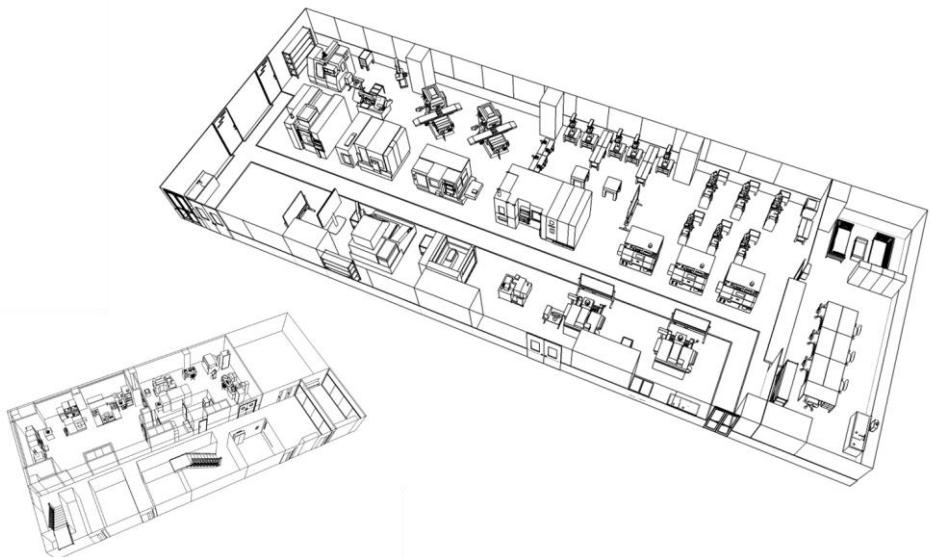
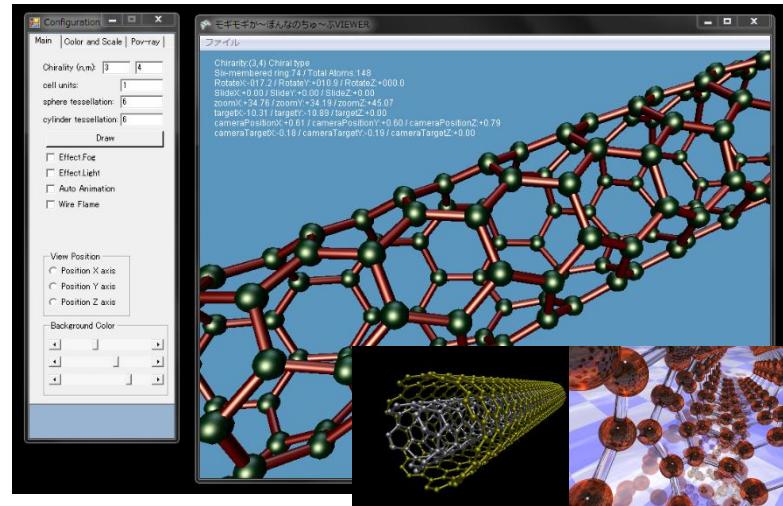
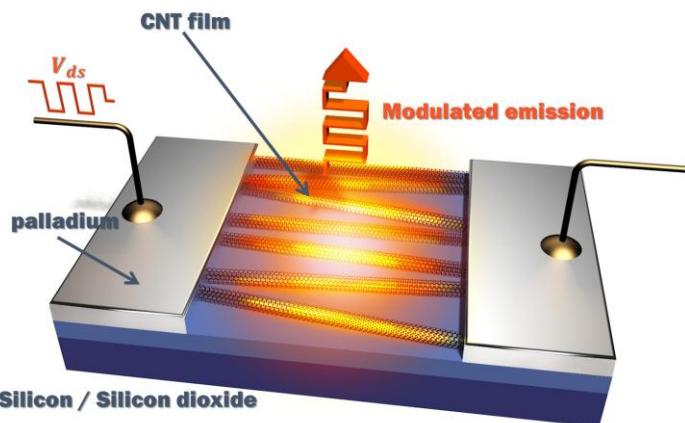
## デメリット

- 製作の敷居が高い。
- ハードウェアにそれなりのスペックが要求される。
- リアリティは写真、実動画には及ばない。

# 目標とする仕様

- ・作るマニュアルはPC(Windows)上で閲覧できる**デジタルマニュアル**と持ち運びできる一般的な**紙上マニュアル**
- ・合計38点部品すべてを3Dでモデリングする。
- ・デジタルマニュアルでは各組み立て工程を**アニメーション**で再現する。
- ・デジタルマニュアルでは各組み立て工程および部品を、ユーザが**インタラクティブ**に閲覧できるようにする(視点変更や工程選択など)。
- ・お金をかけない。

# 3Dと私



## 使用ツール(メイン)

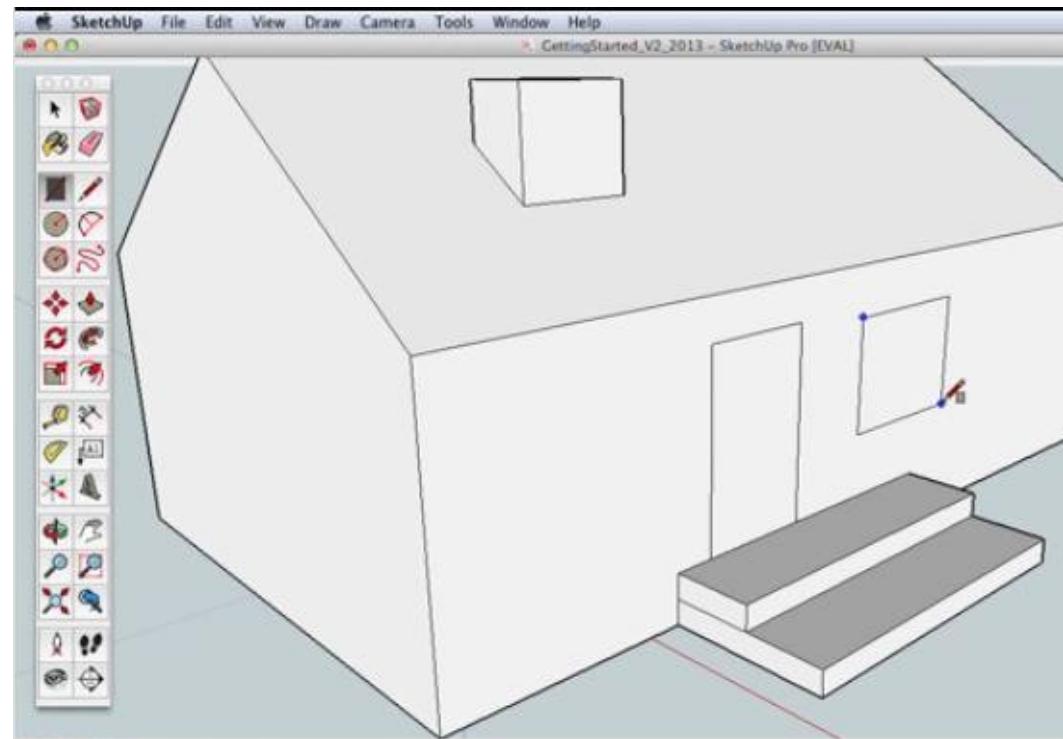
# Sketchup(無料)

開発元 : Trimble Navigation Limited

プラットフォーム : Windows, MacOSX

以前Googleが配布していた「Google SketchUp」を買収したTrimble社が開発した3D CAD。

アドオン追加が可能となっており、3Dプリンター用のSTL出力も可能。



# 使用ツール(曲面モデリング担当)

# Blender(無料)

開発元: Blender Foundation  
プラットフォーム: Windows, MacOSX, Linux, Solaris, FreeBSD, Irix

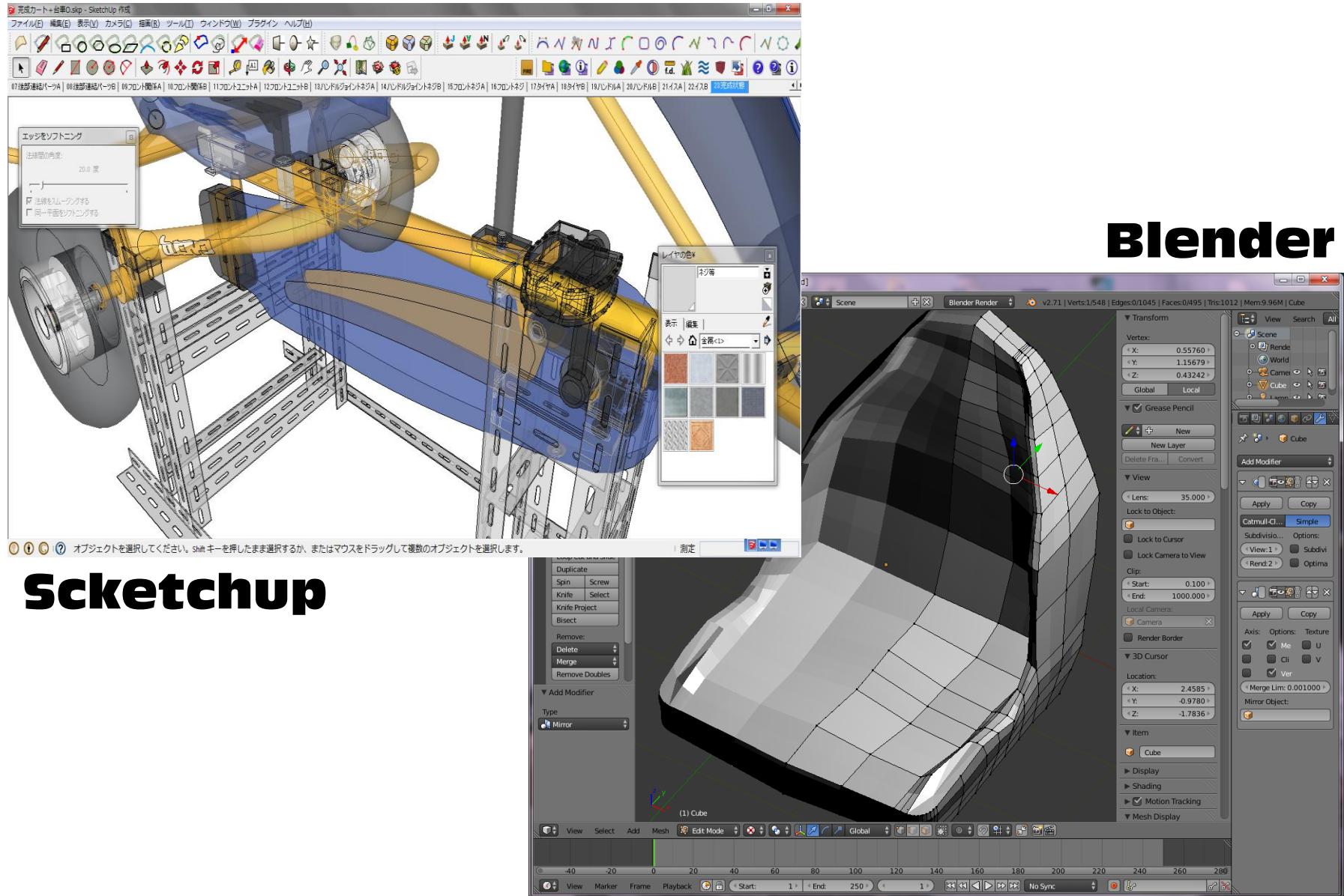
フリーではあるものの、ハイエンドソフトに匹敵する多機能ぶりで定評がある。マルチプラットフォーム。

STL含め、一般的なポリゴンデータ出力可。3Dプリンター用データ作成にも利用可能。

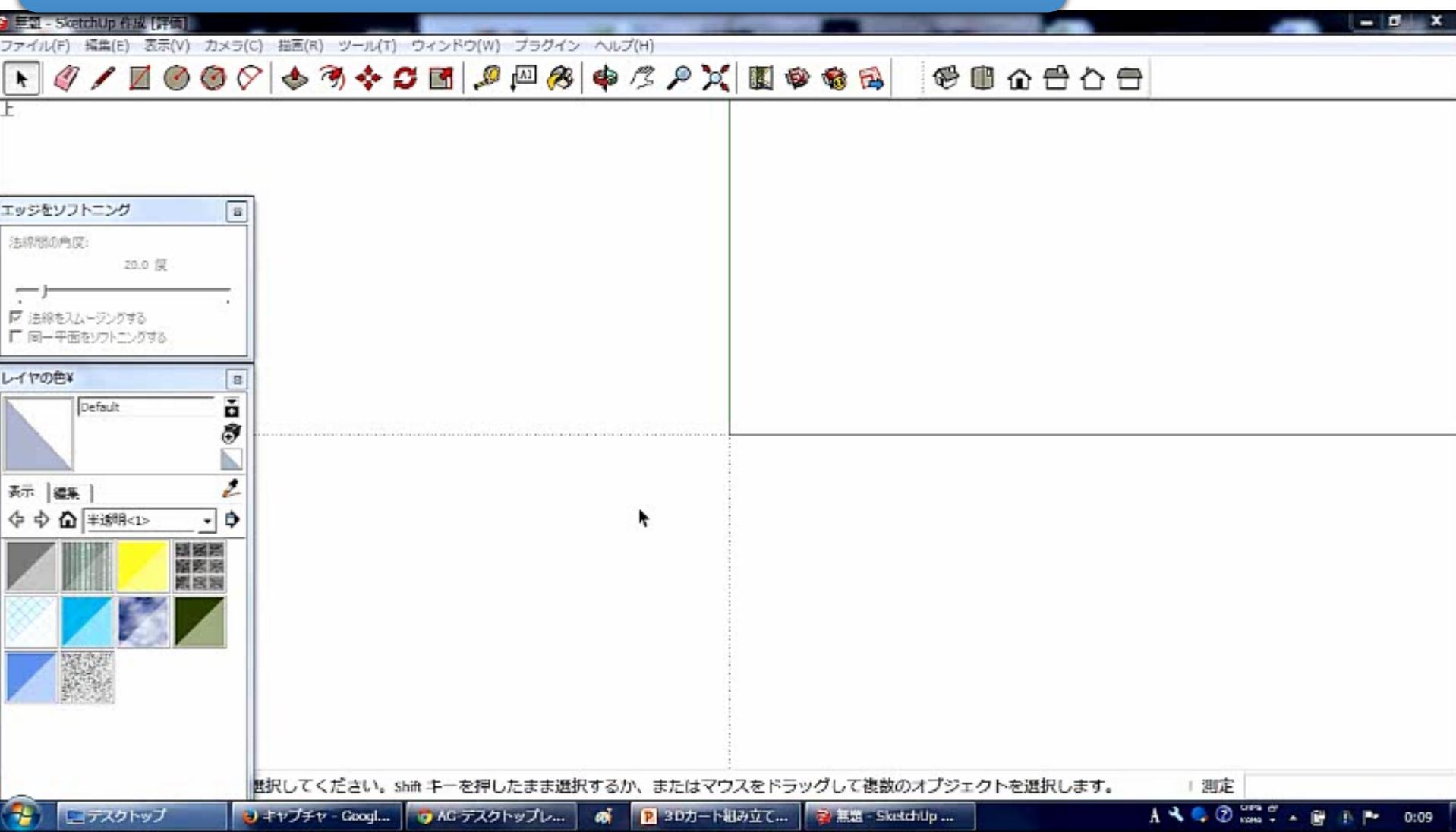


# 製作工程

# 製作工程イメージ



# 製作工程デモ(Sketchup)



# 結果

# デジタルマニュアル

10フロント関係B | 11フロントユニットA | 12フロントユニットB | 13ハンドルジョイントネジA | 14ハンドルジョイントネジB | 15フロントネジA | 16フロントネジ | 17タイヤA | 18タイヤB | 19ハンドルA | 20ハンドルB | 21イスA | 22イスB | 23完成状態

Ruby API  
(グラフィック操作)



操作メニュー  
(HTML and Javascript)

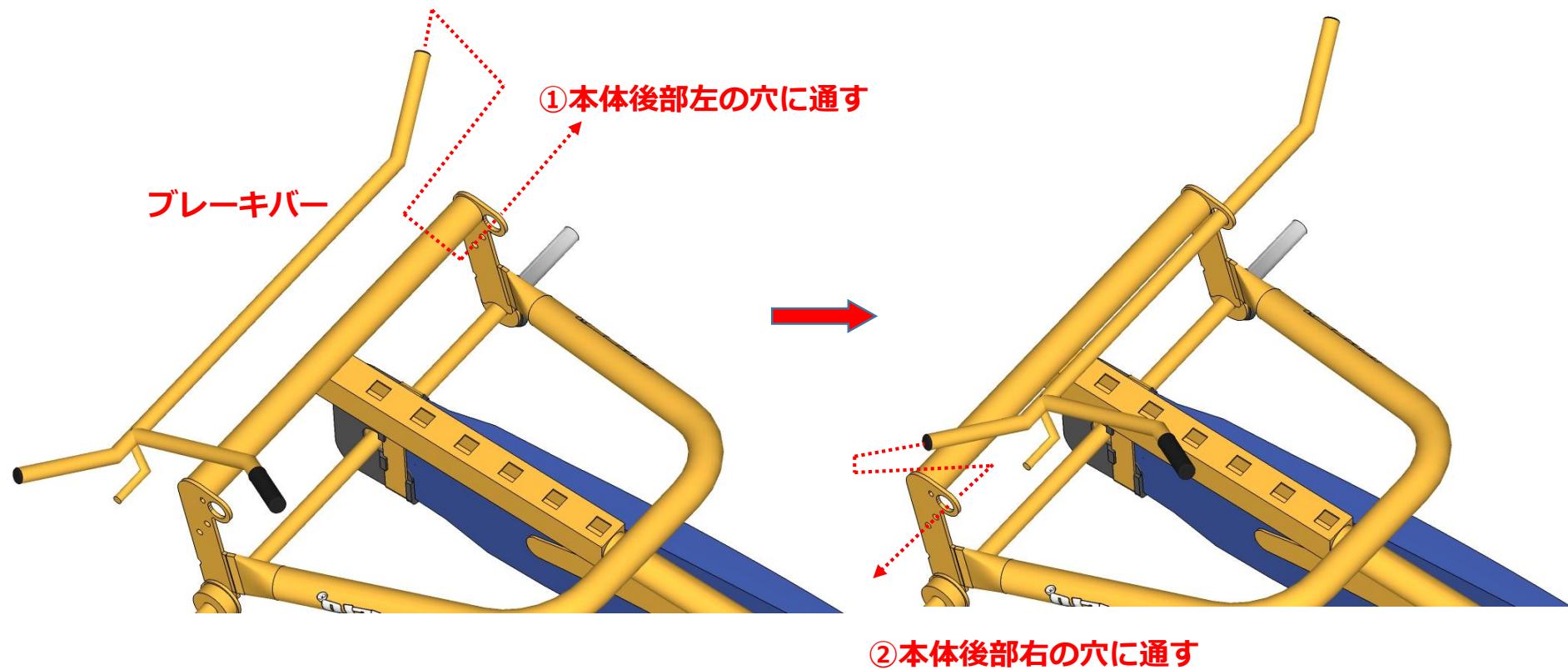
Kart Factory Manual

初期状態  
ブレーキ金具取り付け  
ブレーキバー取り付け  
後部連結バーツ取り付け  
フロントノーズ等取り付け  
フロントユニット取り付け  
フロントユニット前部ネジ取り付け  
タイヤ取り付け  
ハンドル取り付け  
イス取り付け  
完成状態

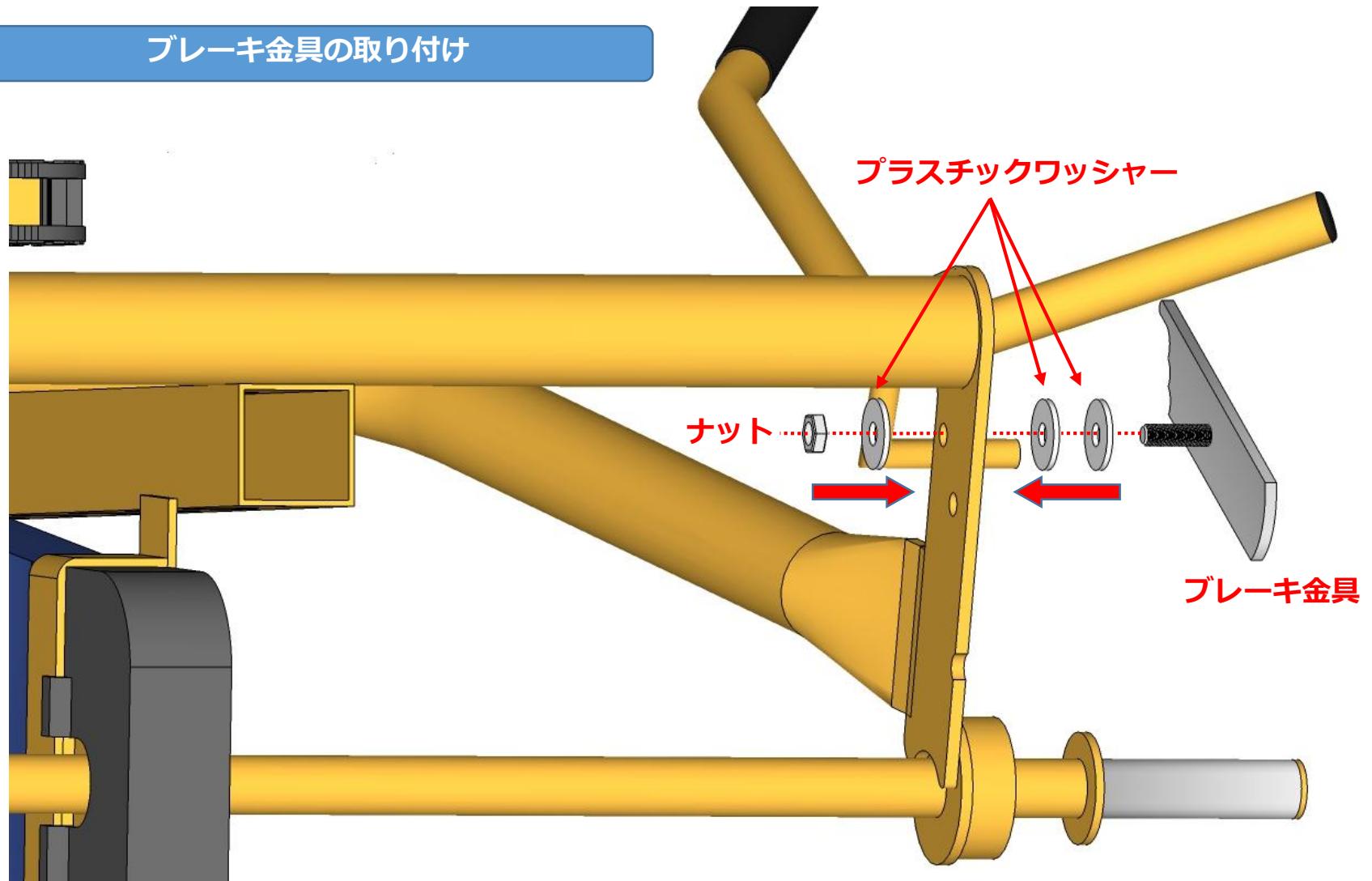
最初から最後まで再生  
再生ストップ

# 紙上マニュアル

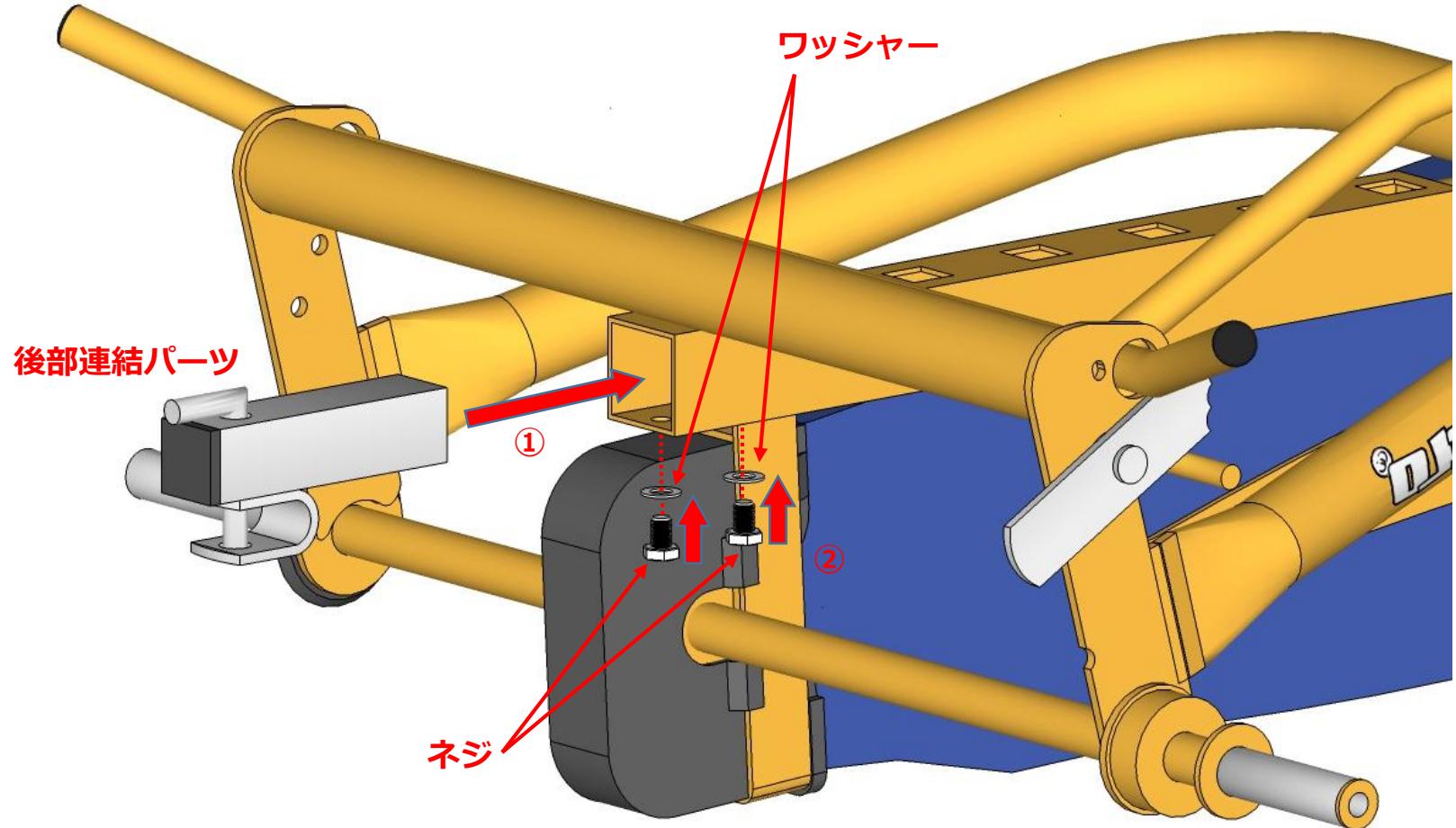
## ブレーキバーの挿入



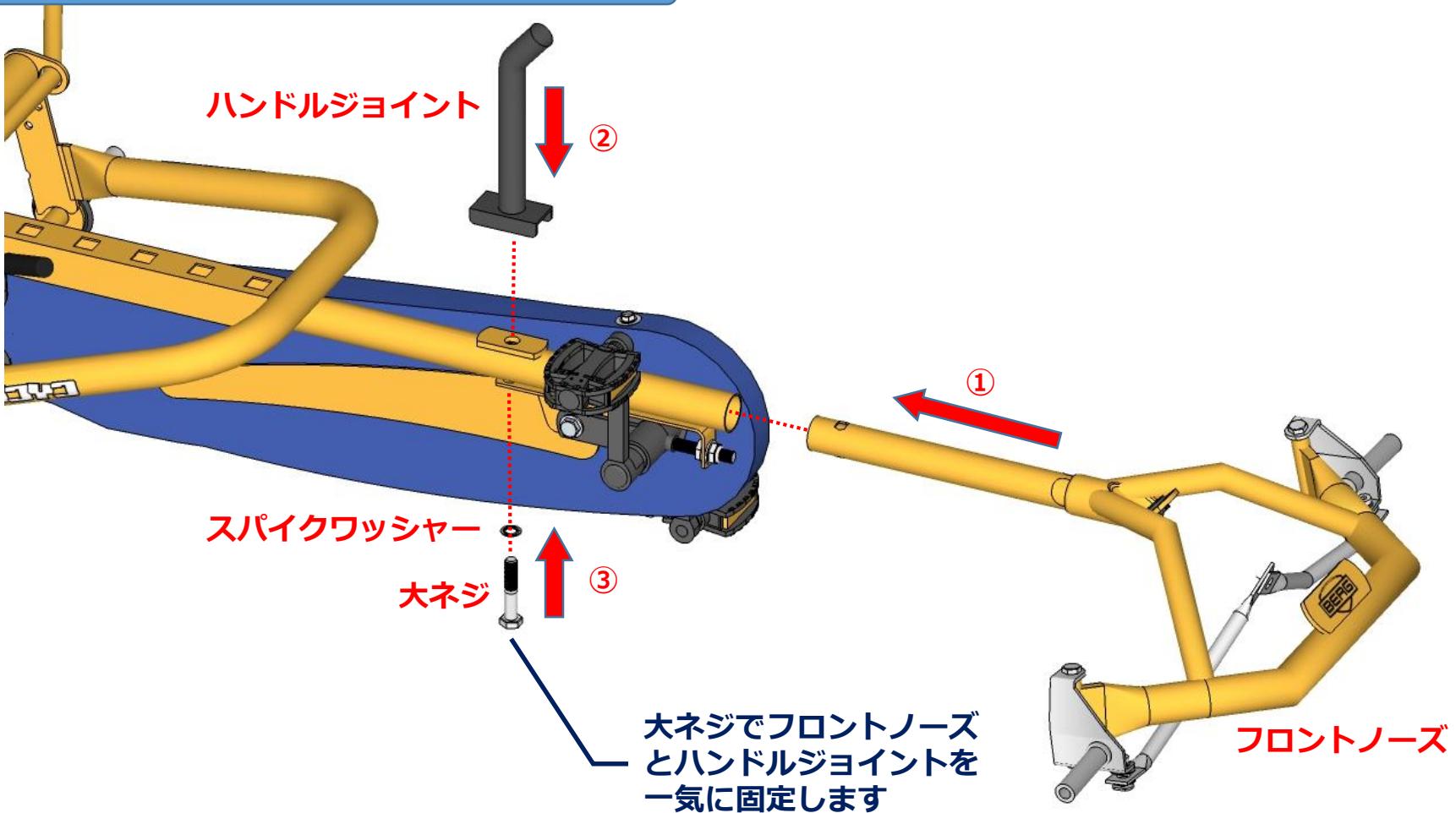
## ブレーキ金具の取り付け



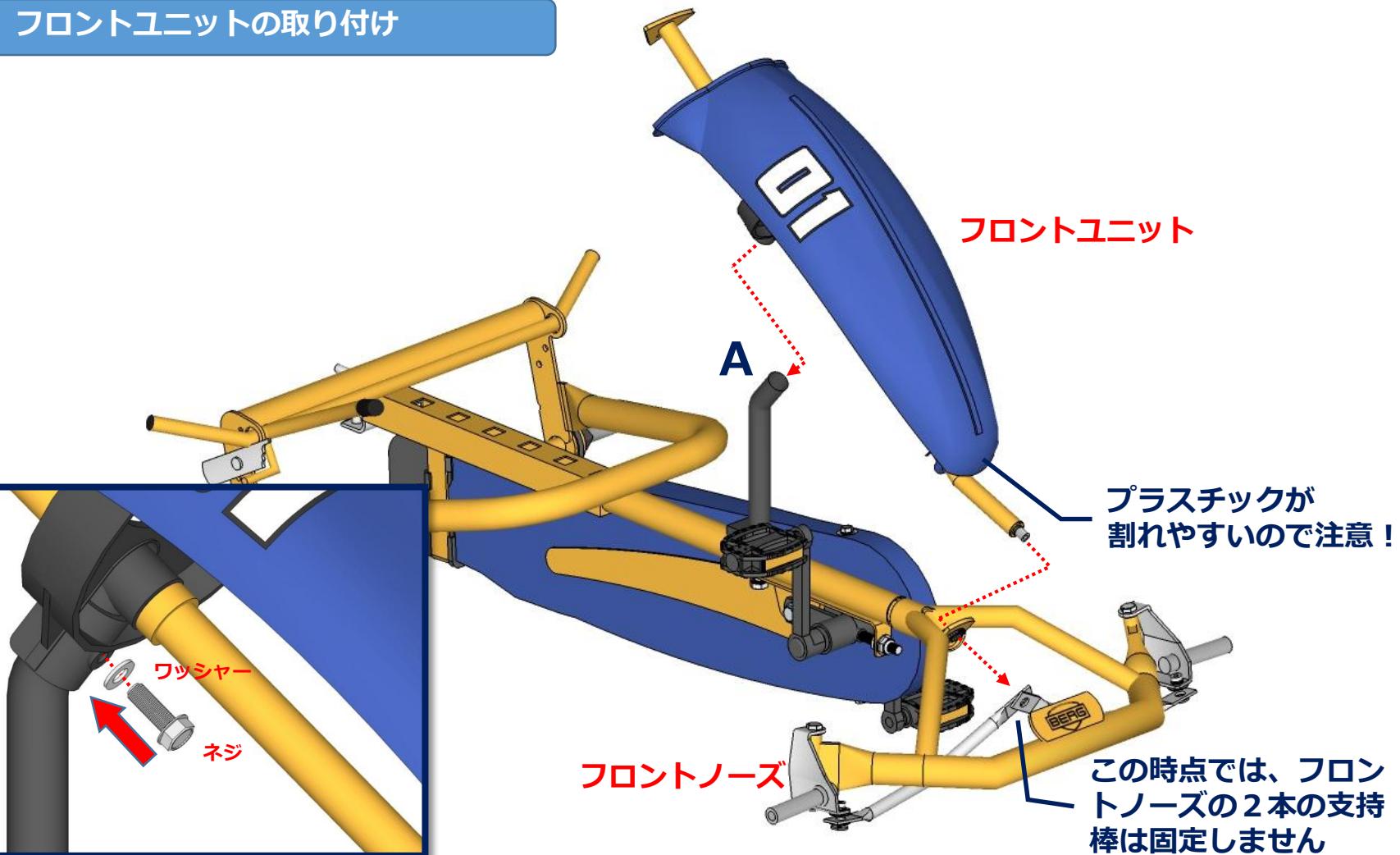
## 後部連結パーツの取り付け



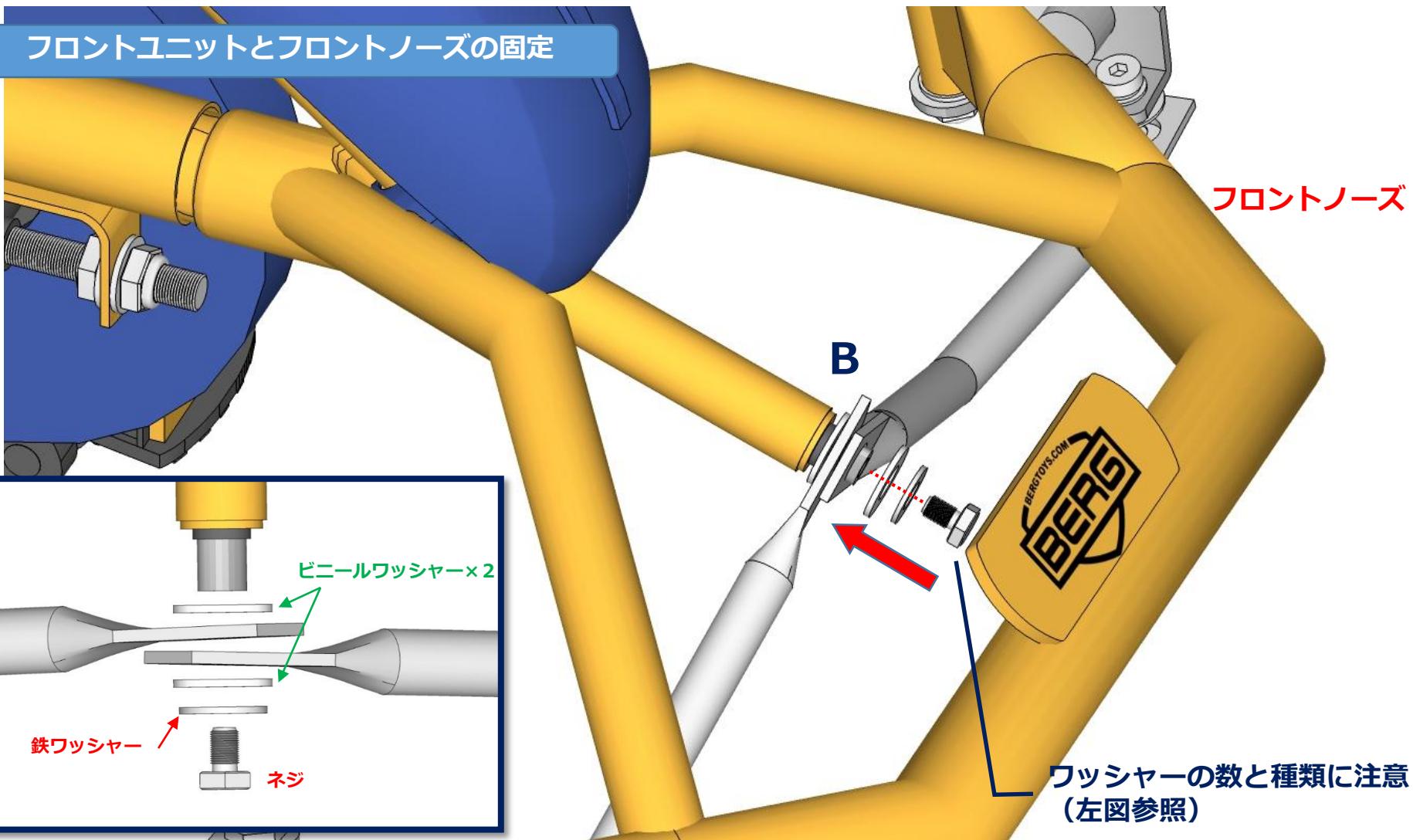
## フロントノーズ、ハンドルジョイントの取り付け



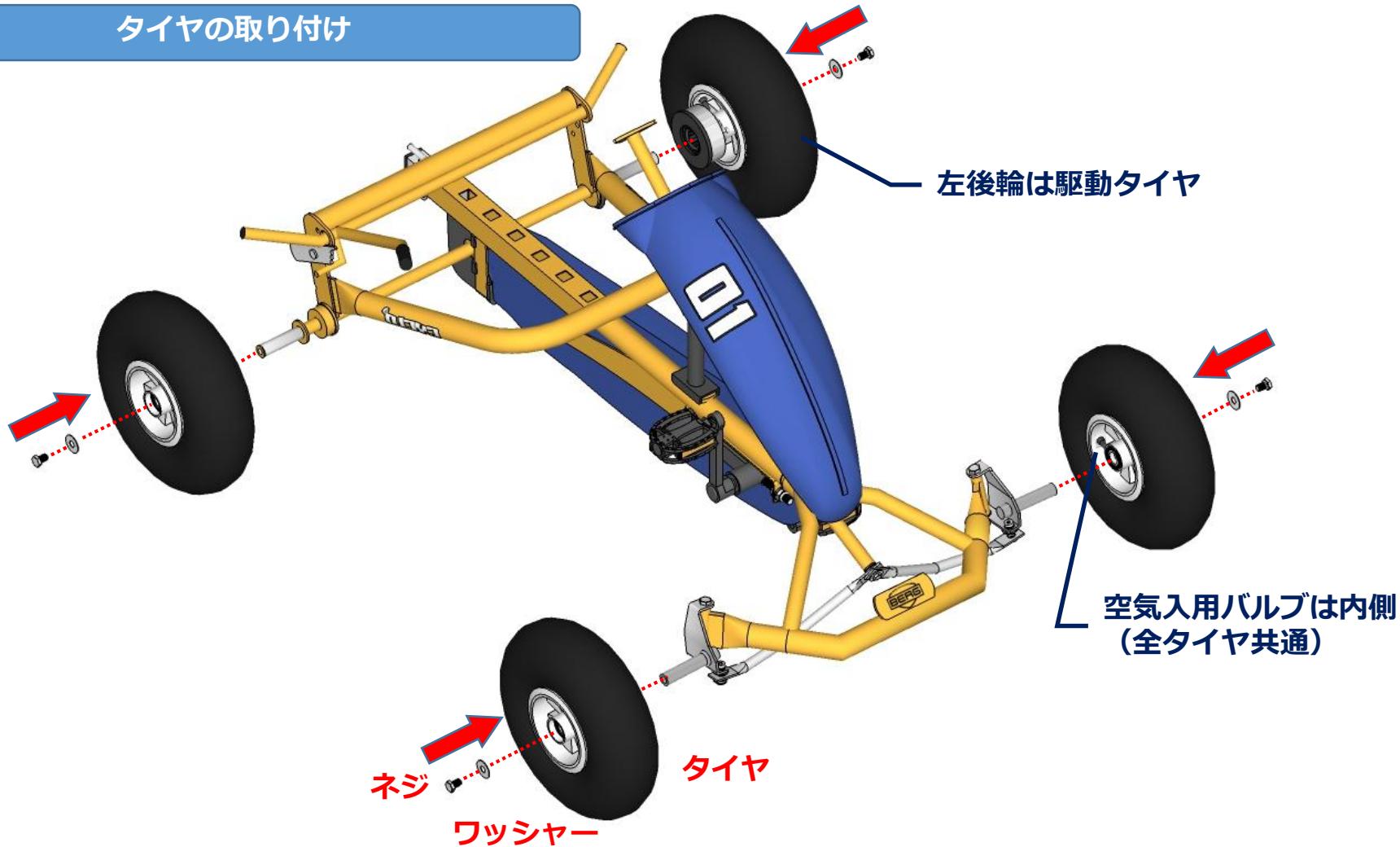
## フロントユニットの取り付け



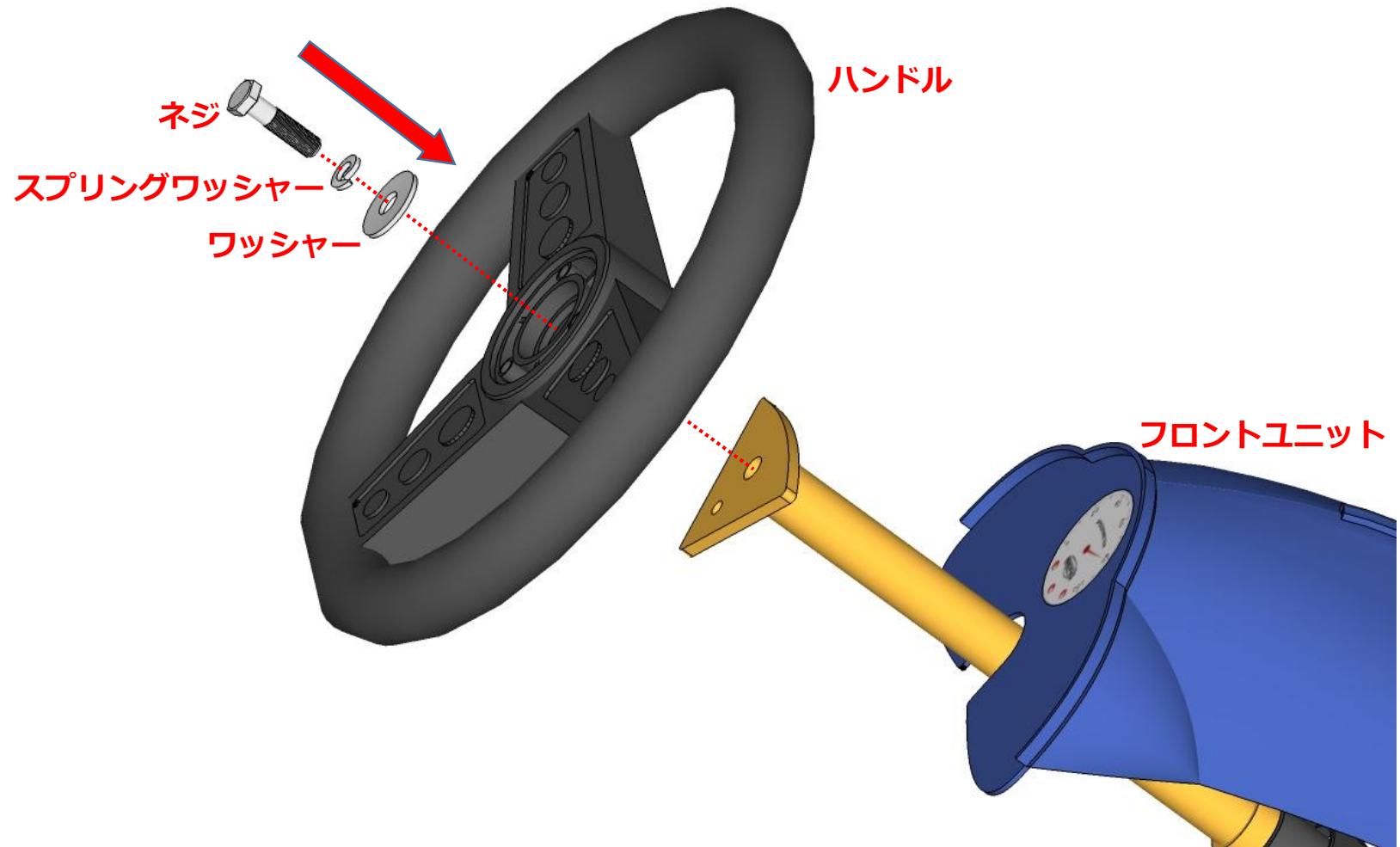
## フロントユニットとフロントノーズの固定



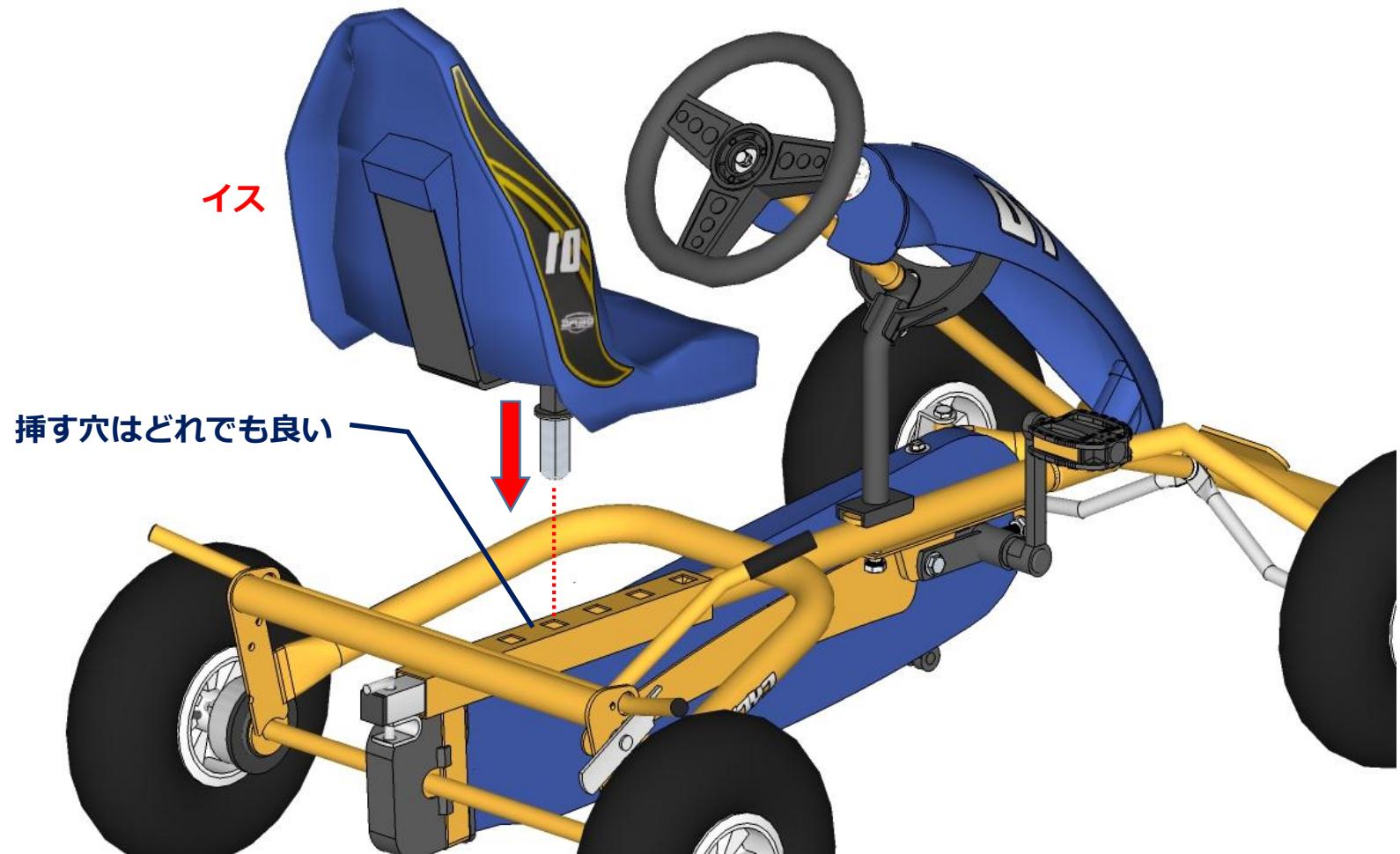
## タイヤの取り付け



## ハンドルの取り付け

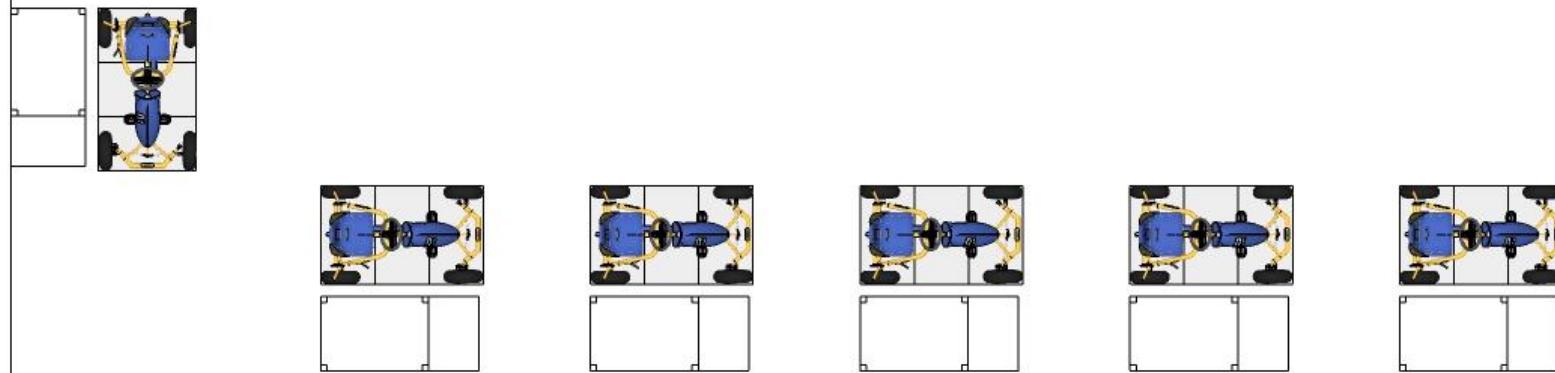


## イスの取り付け



3Dモデリングによって  
流用出来た参考資料など

# ストリングダイアグラム用カート配置図(配布用テンプレート)



← 1m →

# 学生着席用部屋見取図(掲示用)



## 課題・考察点

- ・デジタルマニュアルはPCのスペックによっては重くて動かない。
- ・正確に数値がわかっている物をモデリングするのは、そこまで難しいことではないが、数値データが不明なもの(特に曲線、曲面)を表現するのは非常に難易度が高い。
- ・この程度の部品点数と単純性から考えると、PC上のデジタルマニュアルより、紙上マニュアルのほうが利便性が高い。

# まとめ

- 無料の3Dグラフィックスソフトウェアを用いて、カート組み立てデジタルマニュアルおよび紙上マニュアルを作成し、実験に導入した。
- ユーザビリティに配慮し、デジタルマニュアルは、アニメーションを使用し、インタラクティブ性をもたせた。
- 実験工程および部品等の変更が生じても、さほど苦労なく、素早く、机上で、マニュアルの修正ができるようになった。