

クラスID：IM500064

# 3D機械設計における トップダウン設計手法の紹介

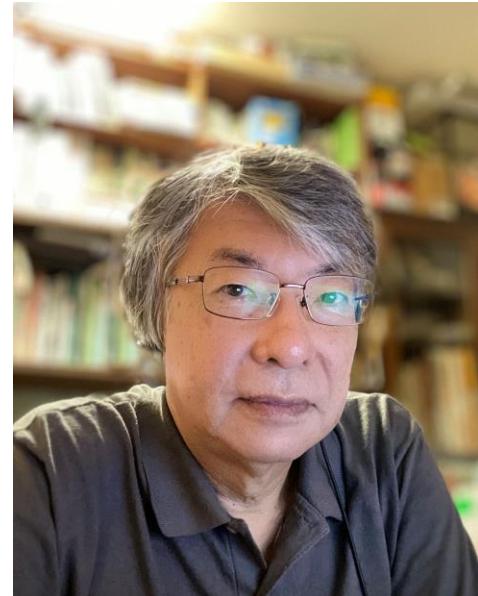
田中 洋次

オクターブ・ラボ

# 講師紹介

オクターブ・ラボ 田中洋次

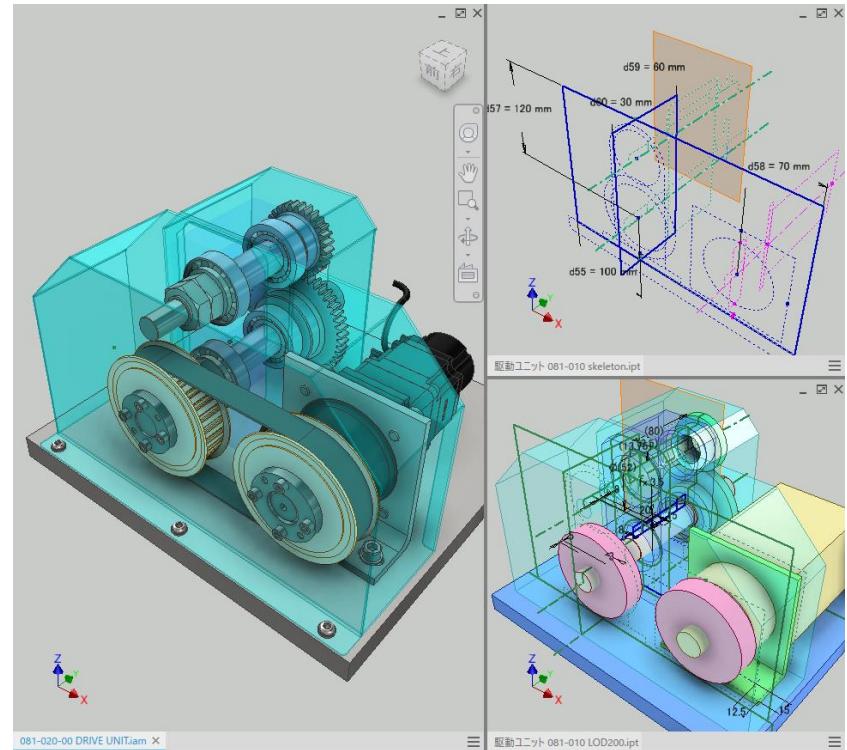
- 大学の機械工学科を卒業の後、国内外の大手自動車会社向けに生産設備を設計製作する会社において、機械設計、設計・生産管理、生産準備などの機械技術系の職務を幅広く経験。
- その後、オートデスク社にて、主に製造業のお客様向けに設計ソリューションの紹介・啓蒙・コンサルティングの業務に従事。CADの製品知識と製造業での実務経験をもとに、ユーザの業務に適合した提案ができるのが強み。
- Blog : <https://note.com/yo420186>

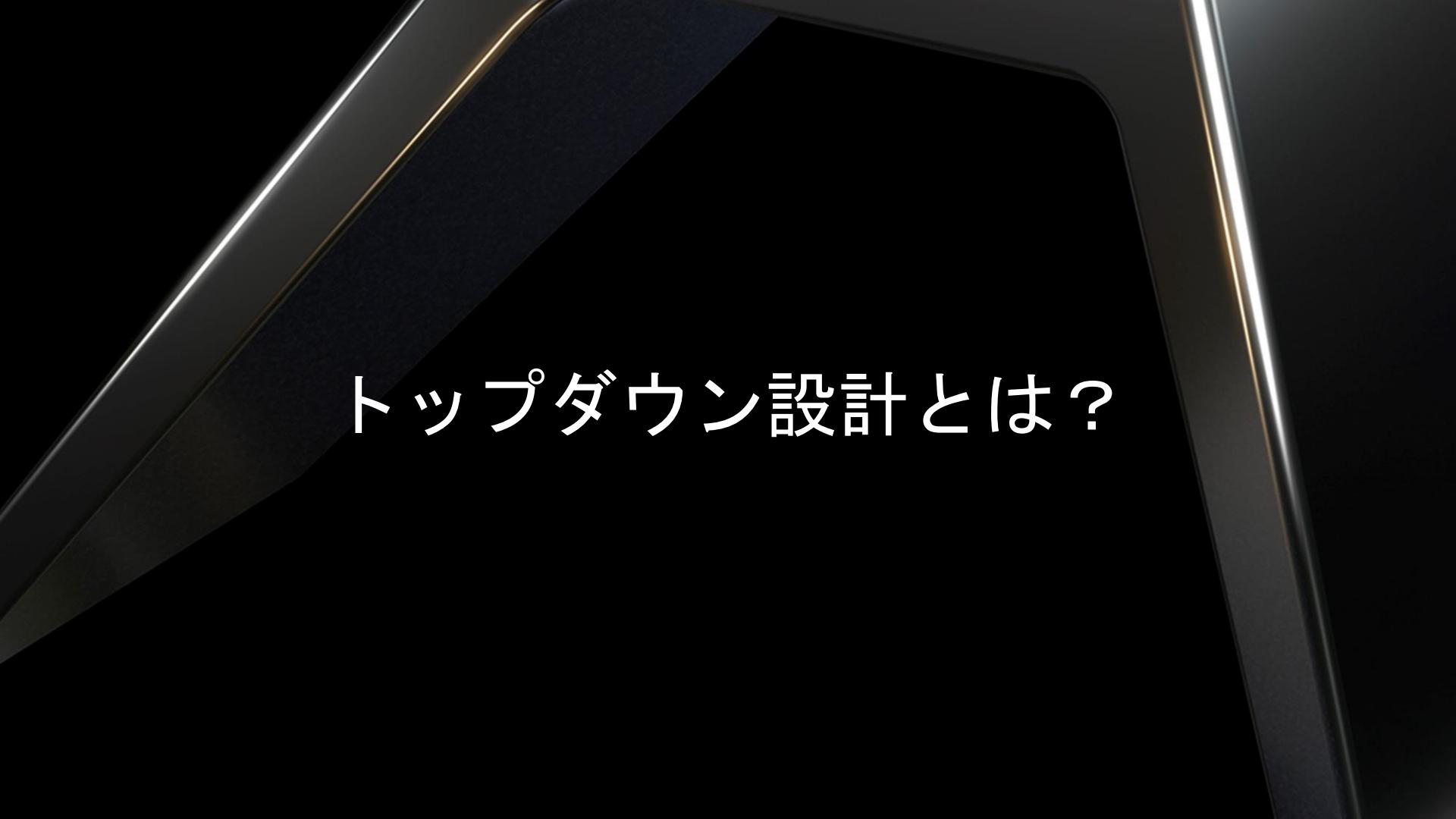


# agenda

## 3D機械設計におけるトップダウン設計手法

1. トップダウン設計とは？
  2. 設計ワークフローについて
  3. スケルトン
  4. パーツモデルの作成
  5. アセンブリモデルの作成
- 
- 使用ツール
    - 主に、Inventor 2021 を使って紹介
    - Fusion360 も簡単に紹介します



The background is a dark, abstract design featuring several thin, glowing white lines that create a sense of depth and perspective. These lines are positioned at the top and bottom edges of the frame, with some extending diagonally. The overall effect is minimalist and modern.

# トップダウン設計とは？

# トップダウン設計手法

構想設計から詳細設計まで使えるテクニック

- トップダウン設計とは？
  - 上位レベルで定義した設計基準を、その設計基準を下位のレベルの設計に渡すことによって設計を進める手法（テクニック）です。
  - トップダウン設計では、設計計画、製品・設備の構造化と、上位と下位の設計間での設計情報の共有に重点を置きます。
- トップダウン設計における設計基準
  1. 設計の意図・要件
  2. 設計の構成（ストラクチャ）
  3. 設計情報を共有するコンテナ（スケルトン）
- トップダウン設計手法のメリット
  - 上位→下位に情報が共有されるので、設計変更に対し、最小限の手間で対応できる
  - 設計ワークフロー（次章説明）の考え方と合致

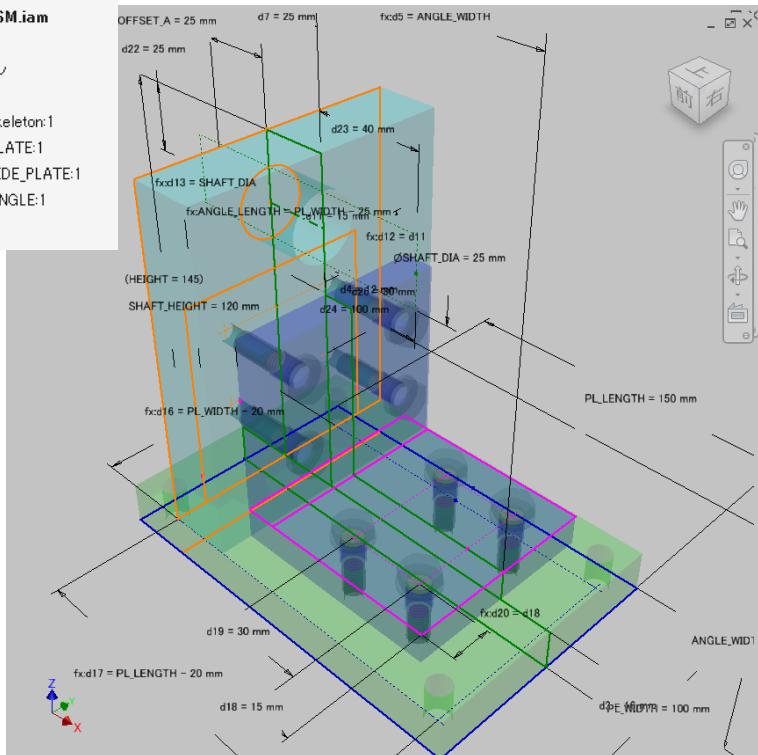
# トップダウン設計とボトムアップモデリングとの比較

完成形は同じでも、作成手順は全く異なる

アセンブリ | モデリング

TopDown 631 ASM.iaw

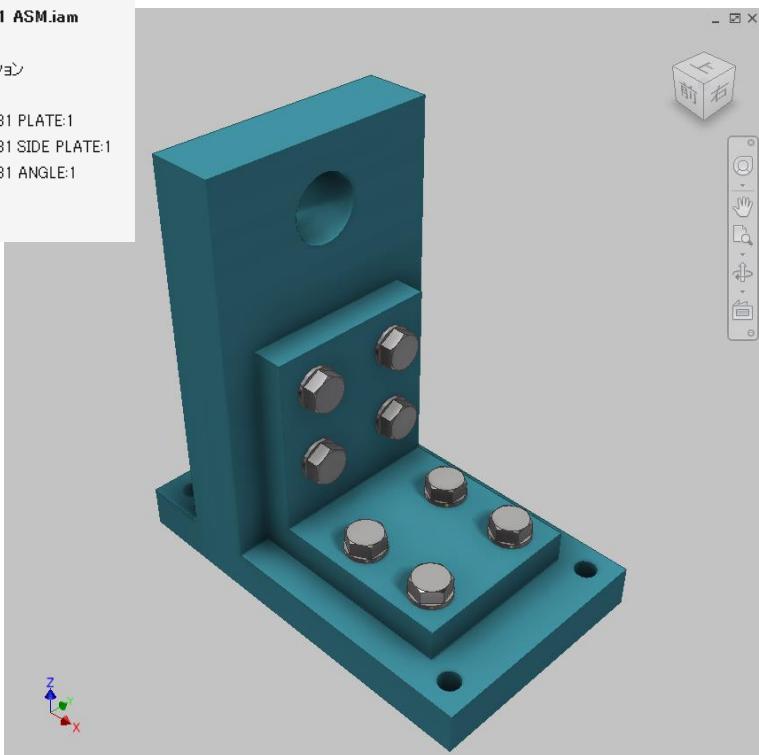
- + 関係
- + リプレゼンテーション
- + Origin
- + TopDown 631 skeleton1
- + TopDown 631 PLATE1
- + TopDown 631 SIDE\_PLATE1
- + TopDown 631 ANGLE1
- + BOLT



アセンブリ | モデリング

BOTOMUP-631 ASM.iaw

- + 関係
- + リプレゼンテーション
- + Origin
- + BOTOMUP-631 PLATE1
- + BOTOMUP-631 SIDE\_PLATE1
- + BOTOMUP-631 ANGLE1
- + BOLT



Autodesk Inventor Professional 2021 BOTOMUP-631 ASM (2).iam

Octave.Lab

准备完了

BOTOMUP-631 ASM (2).iam

アセンブリ | モデリング

BOTOMUP-631 ASM (2).iam

関係

+ リプレゼンテーション

+ Origin

+ BOTOMUP-631 PLATE (2:1)

+ BOTOMUP-631 SIDE PLATE (2:1)

+ BOTOMUP-631 ANGLE (2:1)

3 4

Autodesk Inventor Professional 2021 TopDown 631 ASM\_2\_A.dwg

ヘルプおよびコマンドを検索... Octave.Lab

ファイル ピューを配置 注釈 スケッチ ツール 管理 表示 環境 スタートアップ Vault アドイン コラボレーション

Autodesk Vault ログイン ログアウト 開く 配信 更新 チェックイン チェックアウト ファイル ステータス

アクセス

モデル

TopDown 631 ASM\_2\_A.dwg

+ 図面リソース

- 組立図1

+ A3

+ Octave\_JIS

+ PARTS LIST:TopDown 631 ASM\_Aiam

+ I:TopDown 631 ASM\_Aiam

+ 4:TopDown 631 ASM\_Aiam

+ PLATE2

+ SIDE PLATE3

+ ANGLE4

iLogic

フォーム | グローバル フォーム | 外部

TopDown 631 skeleton\_A.ipt

TopDown 631 ASM\_Aiam

TopDown 631 ASM\_2\_A.dwg

詳細を表示

3D Model View

Technical Drawing View

Table of Contents

Part List

Dimensions and Tolerances

Callouts

3D View Callouts

Part Number: 631-010-00

ASSEMBLY

Autodesk Inventor Professional 2021 TopDown 631 ASM\_2\_A.dwg

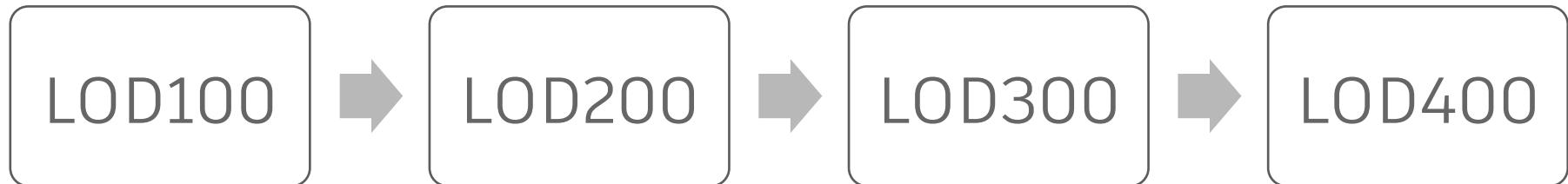
準備完了

23 8

# 設計ワークフローについて

# LODを意識した設計ワークフロー

どんな業界でもLODで仕事を進めている



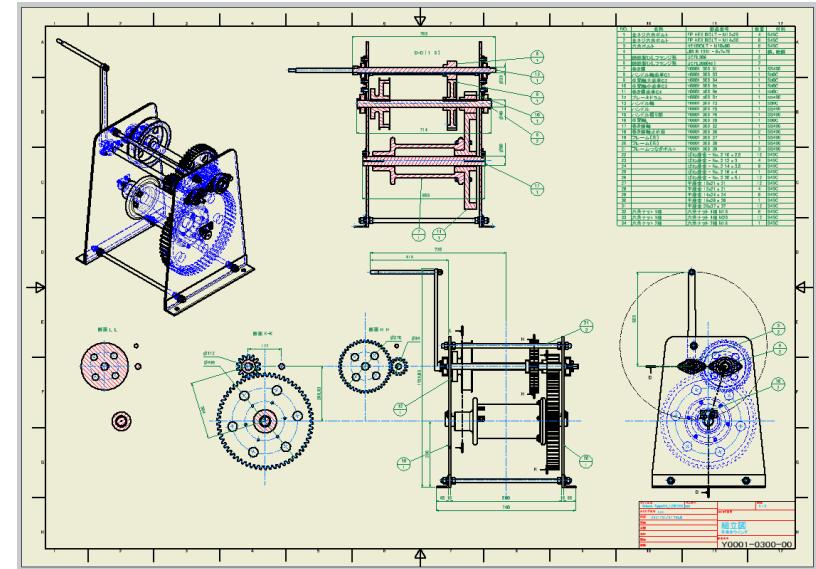
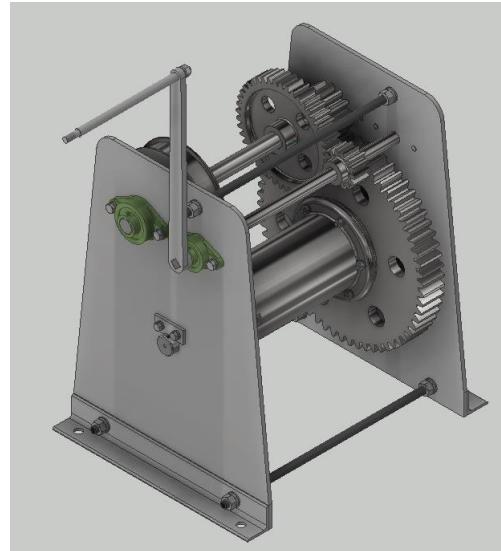
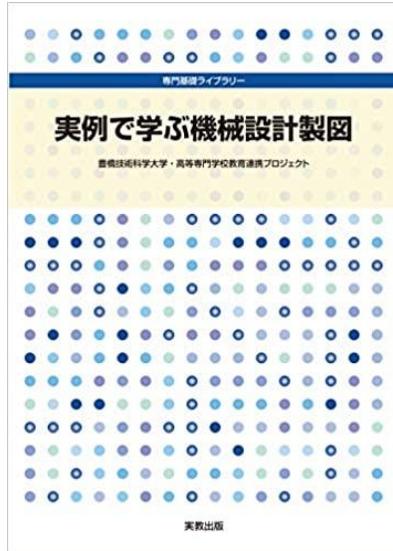
LOD : Level Of Development

# LOD100～200 構想設計 → LOD300 詳細設計

自社の設計内容に合わせて、それぞれのLODすべきことをルール化する

- 例) 手巻きウインチ

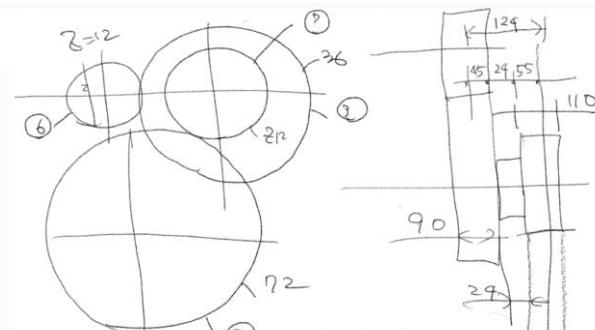
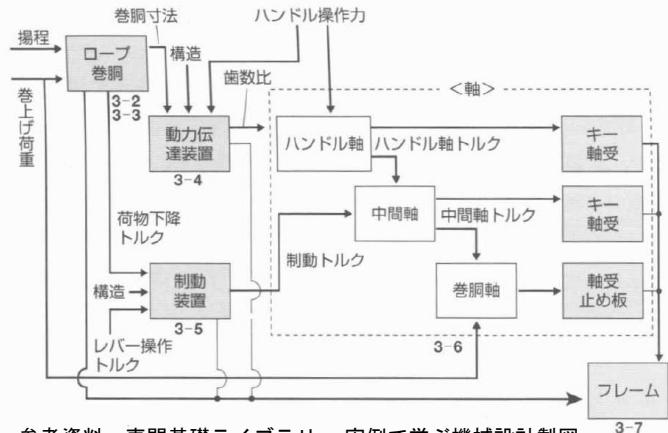
- 参考資料 : 専門基礎ライブラリー 実例で学ぶ機械設計製図  
豊橋技術科学大学高等専門学校教育連携プロジェクト (著)



LOD100

## 概念設計

- アイデアをまとめて、基本仕様をまとめのフェーズ
    - 人間1人で操作すること、
    - 揚程 = 10m
    - 巻き上げ荷重 = 10kN (約1,000Kgf)



	A	B	C	D	E
1	パラメータ名	計算式	計測単位	コメント	
2	dw	11.2 mm	mm	ロープ径	
3	Dd	168.8 mm	mm	巻き胴外径	
4	Dpitch	180	mm	巻き胴直径	
5	td	13	mm	巻き胴厚さ	
6	n	21	ul	ロープの巻き数	
7	Df	250	mm	フランジ部直径	
8	tf	24	mm	フランジ部厚さ	
9	Lrope	277	mm	ロープ巻き付け長さ	
10	Fh	150	N	人力作用力	
11	Lh	500	mm	ハンドルの長さ	
12	$\eta$	0.85	ul	機械効率	
13	速度伝達比	14.12	ul		
14	mG1G2	6	ul	モジュール	
15	mG3G4	8	ul	モジュール	
16	z1	14	ul	歯数	
17	z2	45	ul	歯数	
18	z3	14	ul	歯数	
19	z4	62	ul	歯数	
20	Dp1	84	mm	ピッチ円直径	
21	Dp2	270	mm	ピッチ円直径	
22	Dp3	112	mm	ピッチ円直径	
23	Dp4	496	mm	ピッチ円直径	
24	Db	250	mm	ブレーキドラム径	
25	Bb	50	mm	ブレーキドラム幅	
26	Dt	160	mm	ツメ車径	
27	Bt	25	mm	ツメ車幅	
28	dd1	30	mm	ハンドル軸径	
29	L1	760	mm	ハンドル軸長さ	
30	dd2	40	mm	中間軸径	

# LOD100

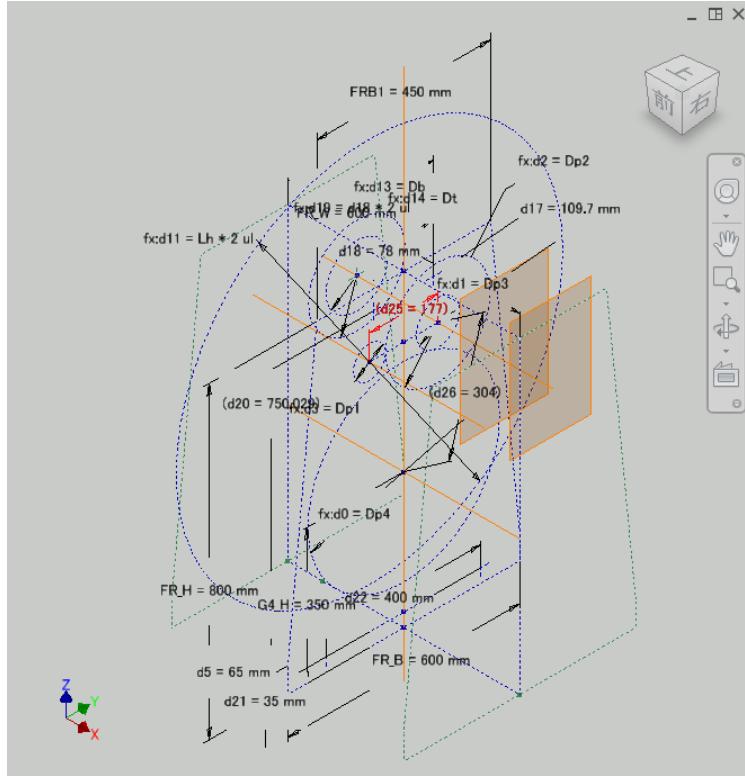
## 概念設計のスケルトン

- 基本仕様を基にスケルトンを作成
  - エクセル表から設計仕様取り込み
  - パーツモデルを利用する
  - 主要な寸法、形状を表す。
  - あまり、作りこみをしない

パラメータ

パラメータ名	使用者	単位/タ1	計算式	表記値	駆	寸法	モデル値	キー	コメント
- モデルパラメータ									
G4_H	断面sk	mm	350 mm	350.000000	○	350.000000	✓	□	巻き胴高さ
FR_B	断面sk	mm	600 mm	600.000000	○	600.000000	✓	✓	
FR_H	断面sk	mm	800 mm	800.000000	○	800.000000	✓	✓	
FR_W	正面sk	mm	600 mm	600.000000	○	600.000000	✓	✓	
参考パラメータ									
- ユーザパラメータ									
Part_Material	文字	一般					✓		
Part_Color	文字	既定					✓		
- C:\VaultWork\YO_2021\									
Lh	d11	mm	500 mm	500.000000	○	500.000000	✓	□	ハンドルの長さ
Dp1	d3	mm	84 mm	84.000000	○	84.000000	✓	✓	ピッチ円直徑
Dp2	d2	mm	270 mm	270.000000	○	270.000000	✓	✓	ピッチ円直徑
Dp3	d1	mm	112 mm	112.000000	○	112.000000	✓	✓	ピッチ円直徑
Dp4	d0	mm	496 mm	496.000000	○	496.000000	✓	✓	ピッチ円直徑
Dt	d14	mm	160 mm	160.000000	○	160.000000	✓	✓	ツメ車径
Db	d13	mm	250 mm	250.000000	○	250.000000	✓	✓	フレキドラム径

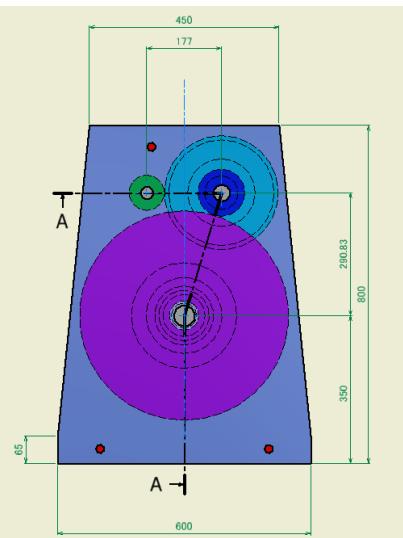
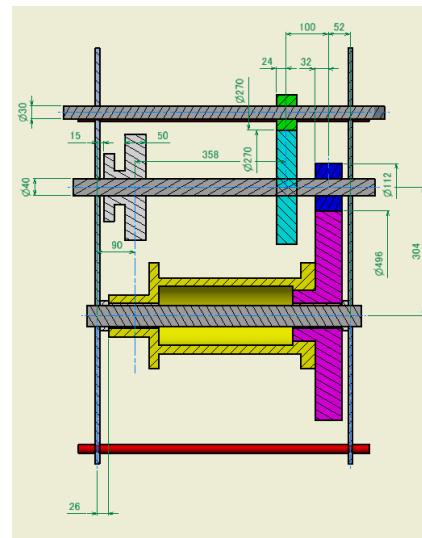
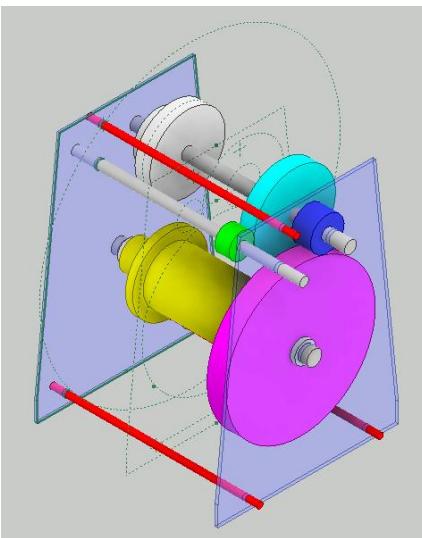
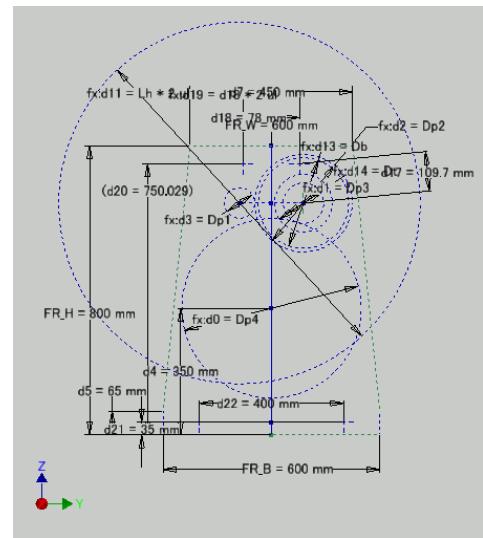
数値を追加 | 更新 | 未使用の項目を削除 XMLからパラメータセット XMLにエクスポート 完了



# LOD200

## 構想設計

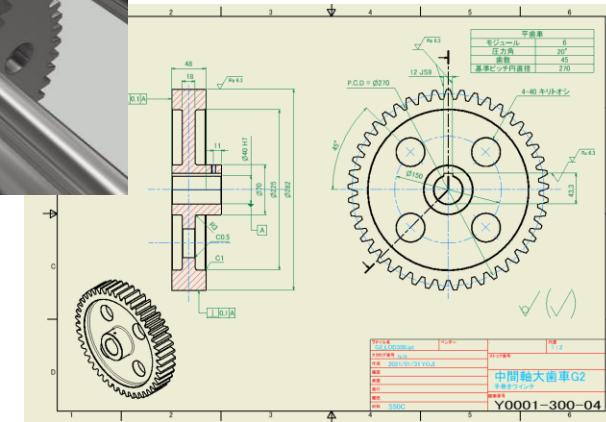
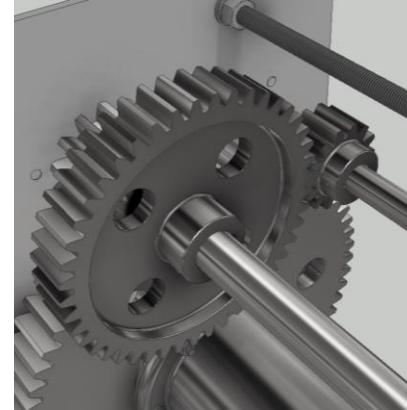
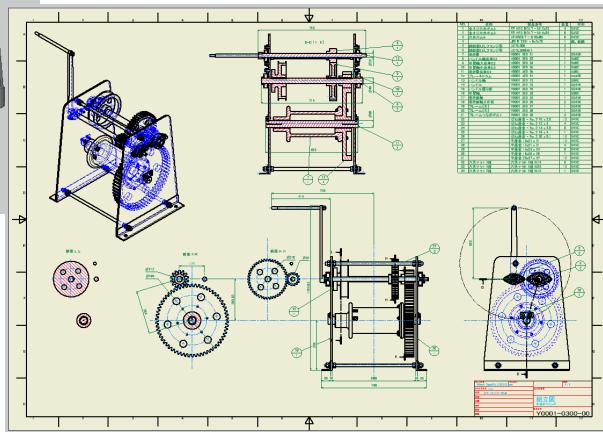
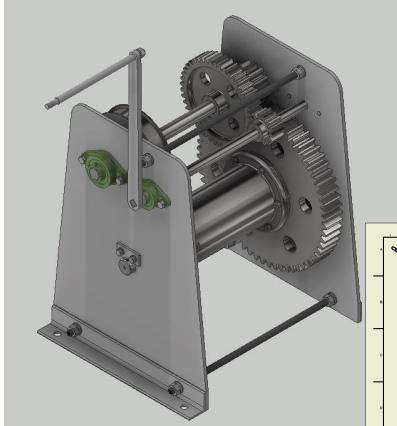
- 基本仕様が設計として成立するよう、基本構造、形状をまとめる
  - 概念設計の仕様を守りつつ、新たな設計仕様、形状、構造をまとめていく
  - 分解、組立て性などの取り合いの確認は、都度、投影図で確認

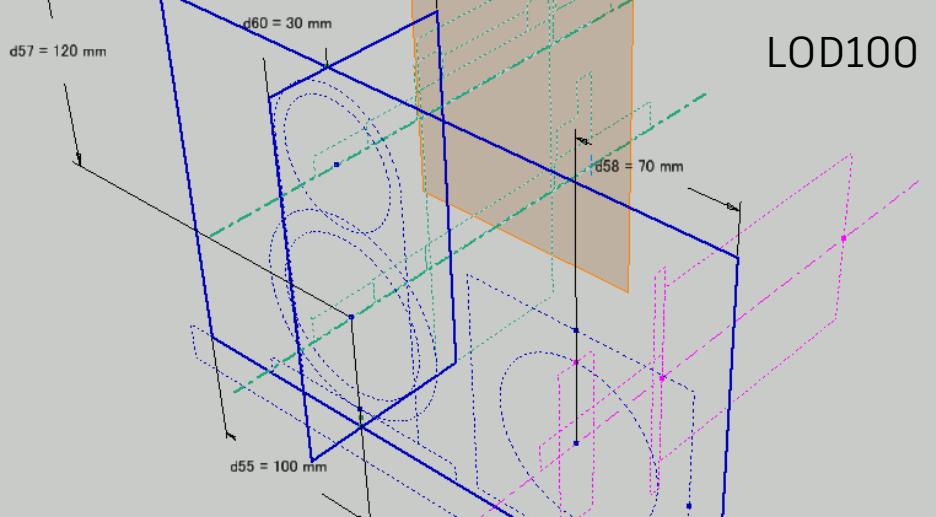


# LOD300

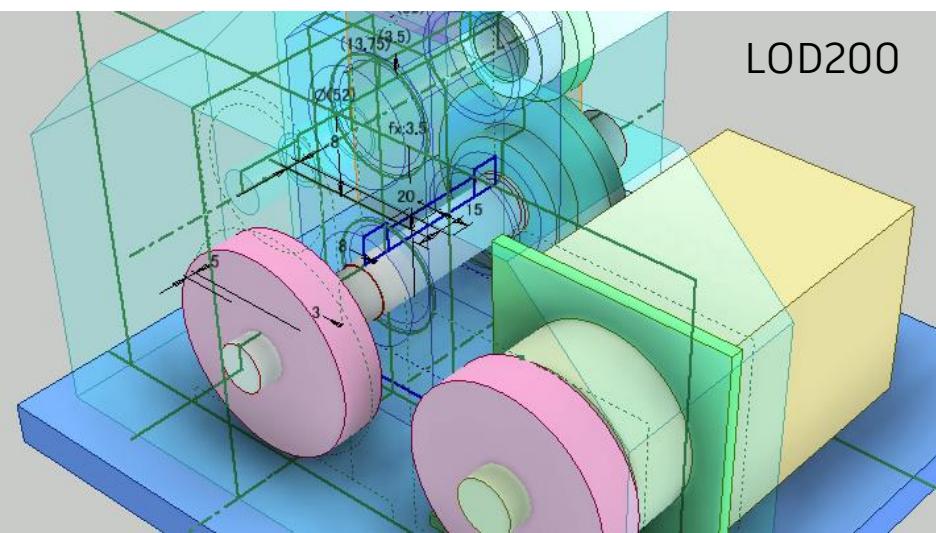
## 詳細設計

- 実際に部品の加工、組立、購入品手配などができるよう、  
詳細な設計仕様、形状をまとめ  
る
- 構想設計で決めた内容を守りつつ、詳細部分を設計していきます。

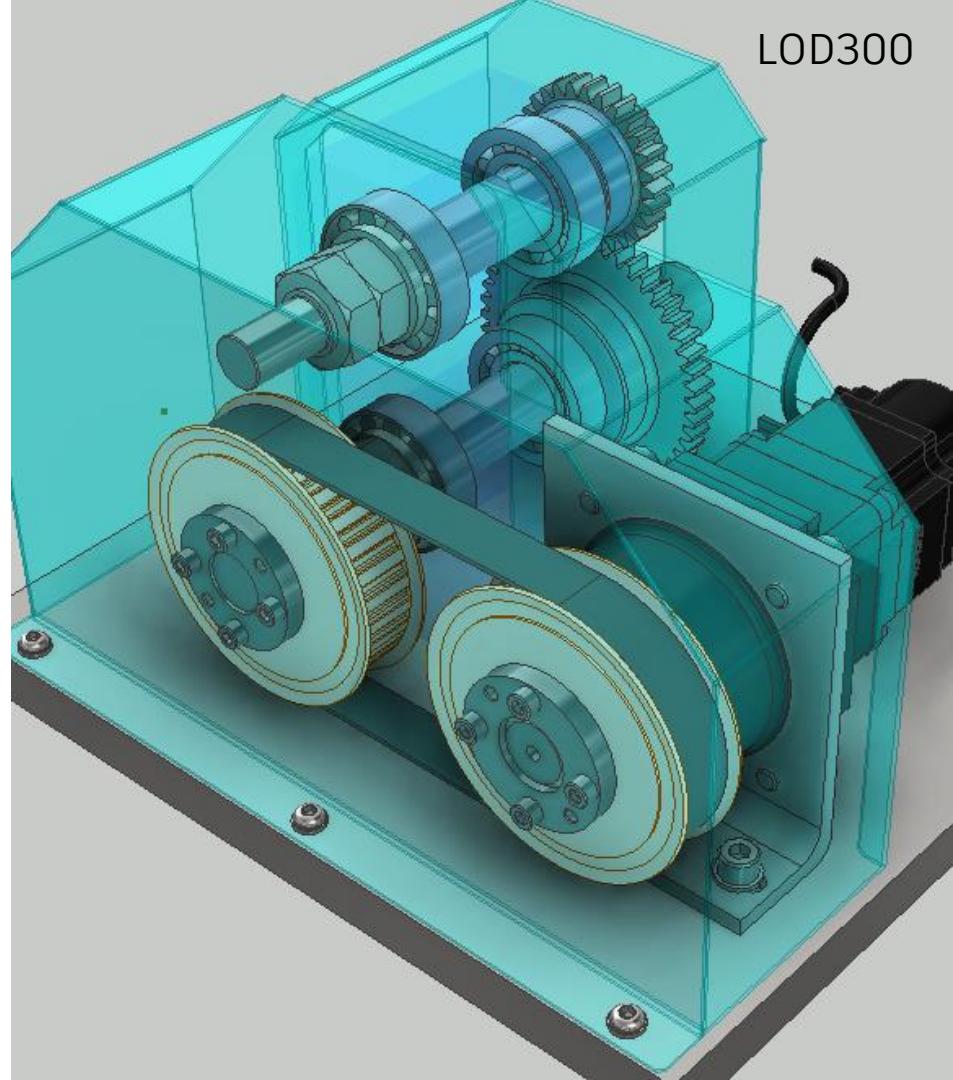




LOD100



LOD200



LOD300

スケルトン

# スケルトン：イケールユニット

上位の設計のコンテナ＝スケルトン

## 1. 設計の意図・要件

- シャフト取付け用のイケール

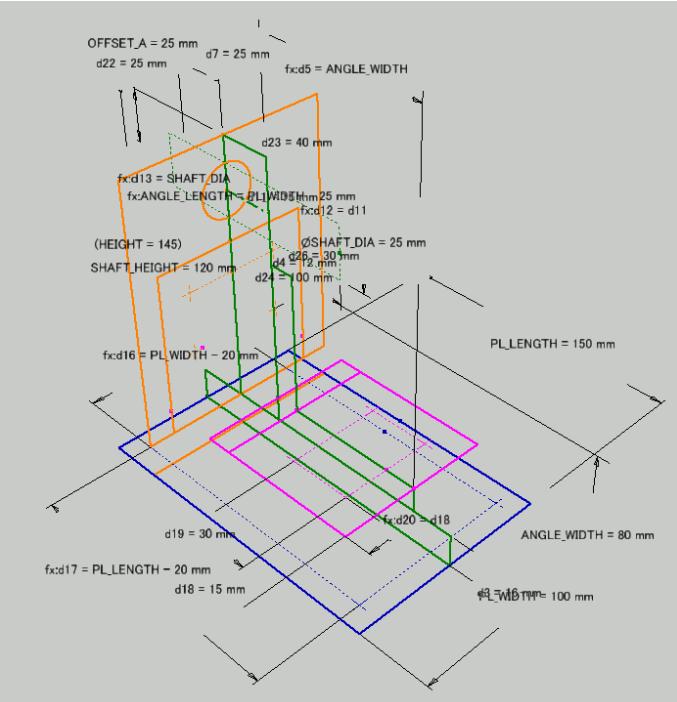
## 2. 設計の構成（ストラクチャ）

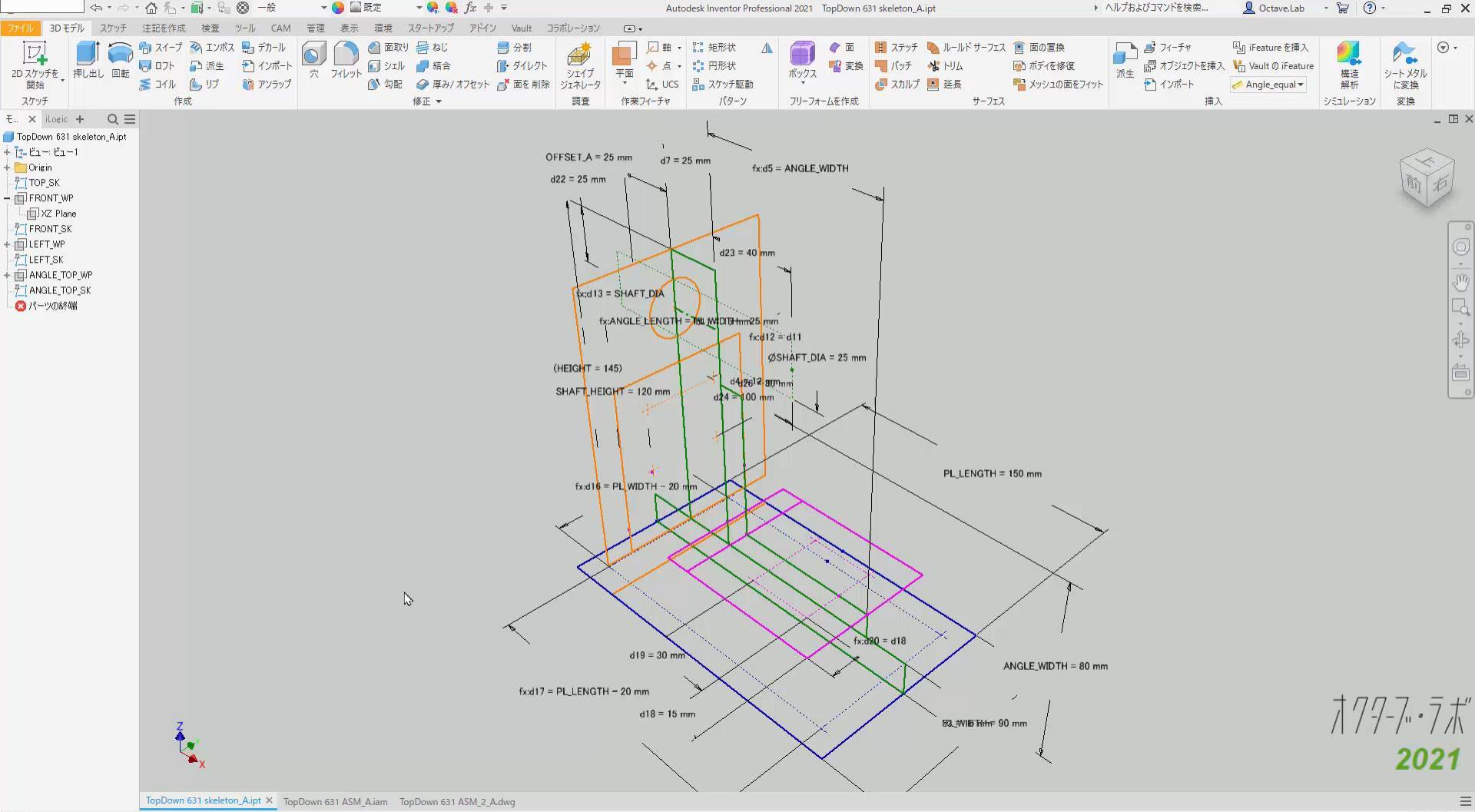
- プレート
- サイドプレート
- アングル
- ボルト締結

## 3. 設計情報を共有するコンテナ

- 右の図のパーツ（スケルトン）
  - 主要寸法
  - 各構成要素の形状
  - その他

パラメータ名	使用者	単位/タイプ	計算式	表記値	転	寸法	モデル値	キー	コメント
PL_WIDTH	d16_ANGL...	mm	90 mm	90.000000	元	90.000000	✓	✓	
PL_LENGTH	d17_TOP_SK...	mm	150 mm	150.000000	元	150.000000	✓	✓	
ANGLE_WIDTH	d5_FRONT...	mm	80 mm	80.000000	元	80.000000	✓	✓	
OFFSET_A	FRONT_SK...	mm	25 mm	25.000000	元	25.000000	✓	✓	
SHAFT_HEIGHT	FRONT_SK...	mm	120 mm	120.000000	元	120.000000	✓	✓	
SHAFT_DIA	d18_FRONT...	mm	25 mm	25.000000	元	25.000000	✓	✓	
参照パラメータ									
HEIGHT		mm	145.000 mm	145.000000	元	145.000000	✓	✓	
ユーザパラメータ									
元のサイズ		英/角	True						



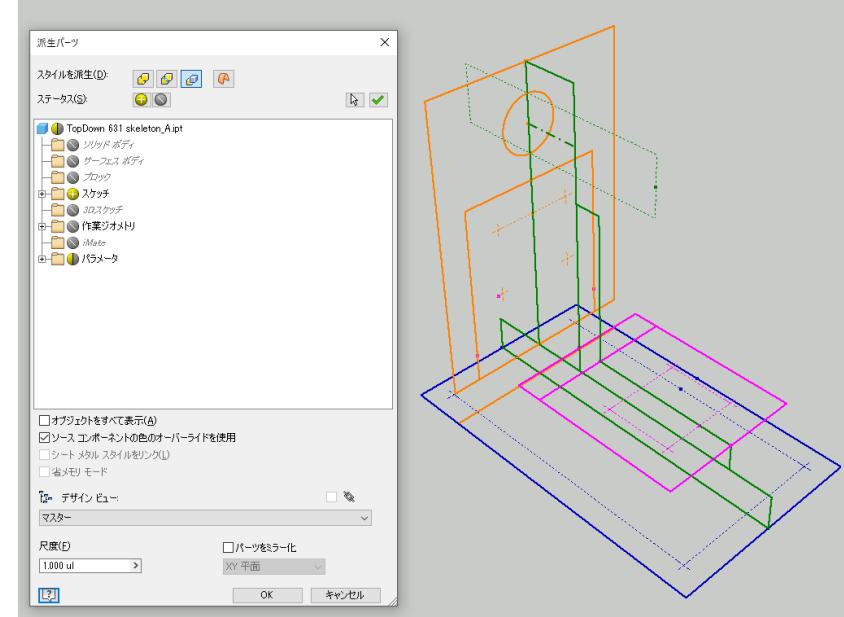


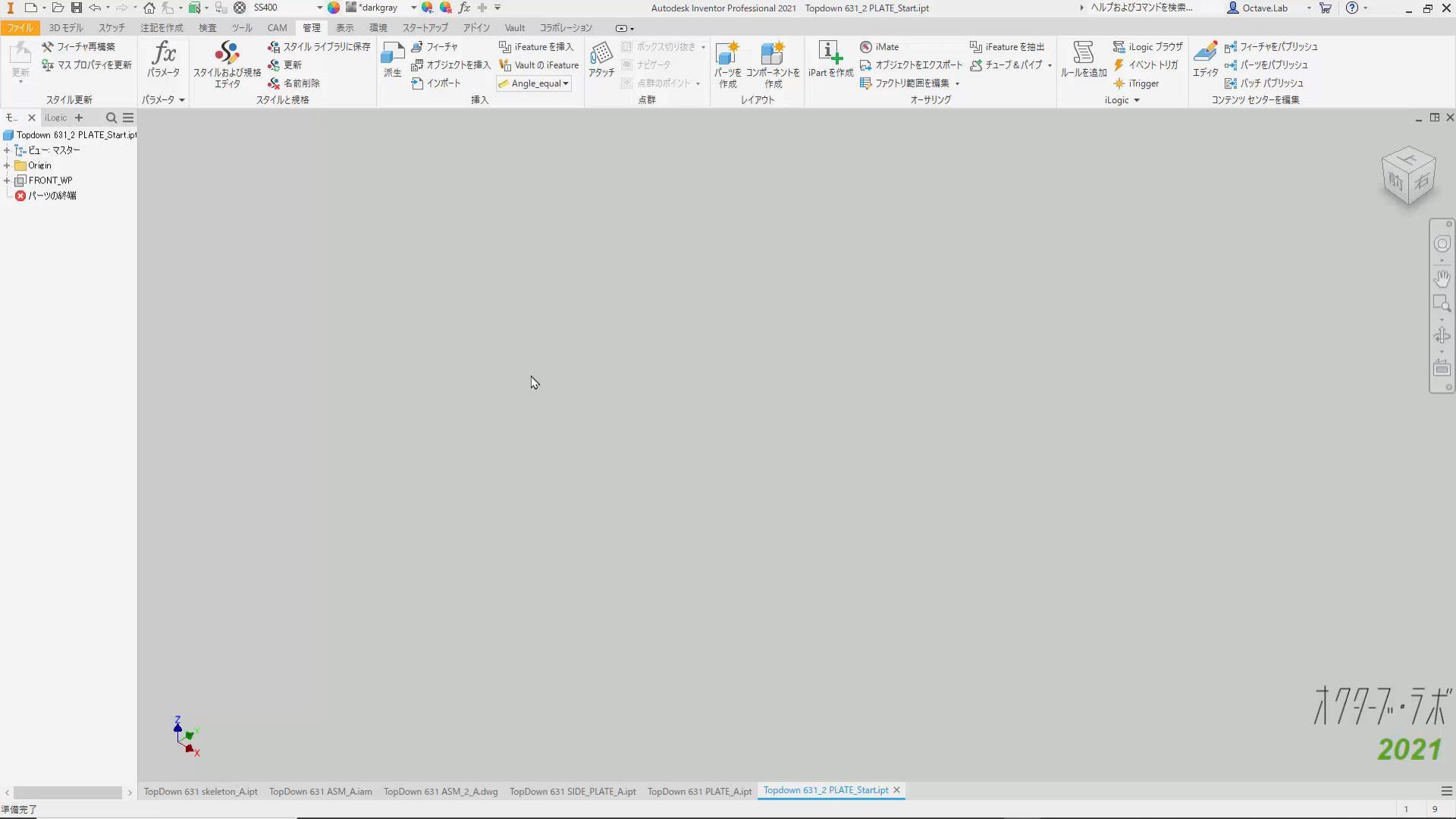
# パーティモデルの作成

# パーティモデル

派生パーティの機能を使って、上位の設計仕様を下位の設計に取り込む

1. 派生パーティの機能を使って、スケルトンパーティの内容を取り込む（派生）
    - ジオメトリ情報
      - サーフェス、ソリッド、スケッチ・作業オブジェクト
    - パラメータ情報
  2. 取り込んだ情報を元に形状を作成する
    - 派生したスケッチのジオメトリをそのまま利用
    - 派生したパラメータの値を利用
- ◆ スケルトンが変更されれば、派生パーティの内容も変更される



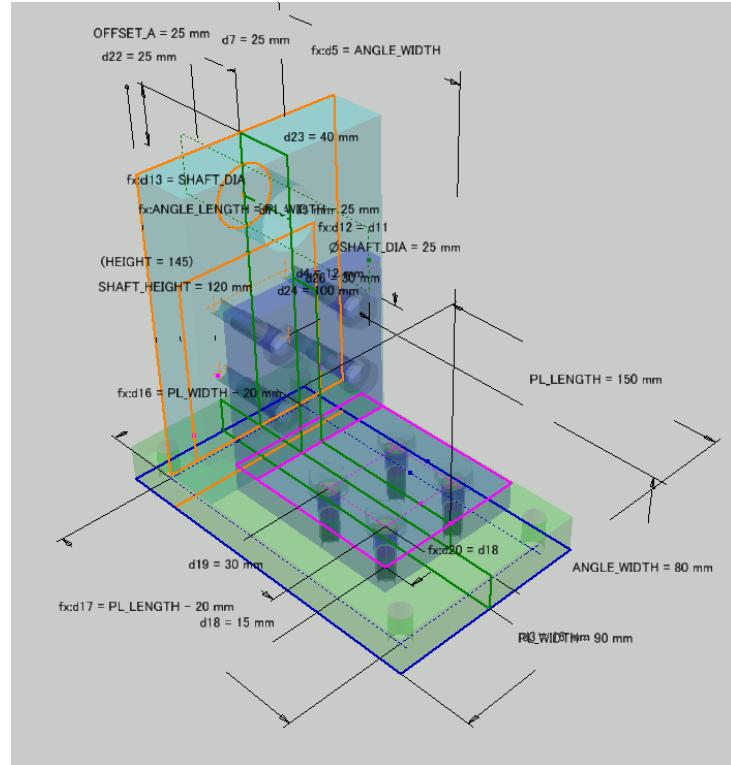


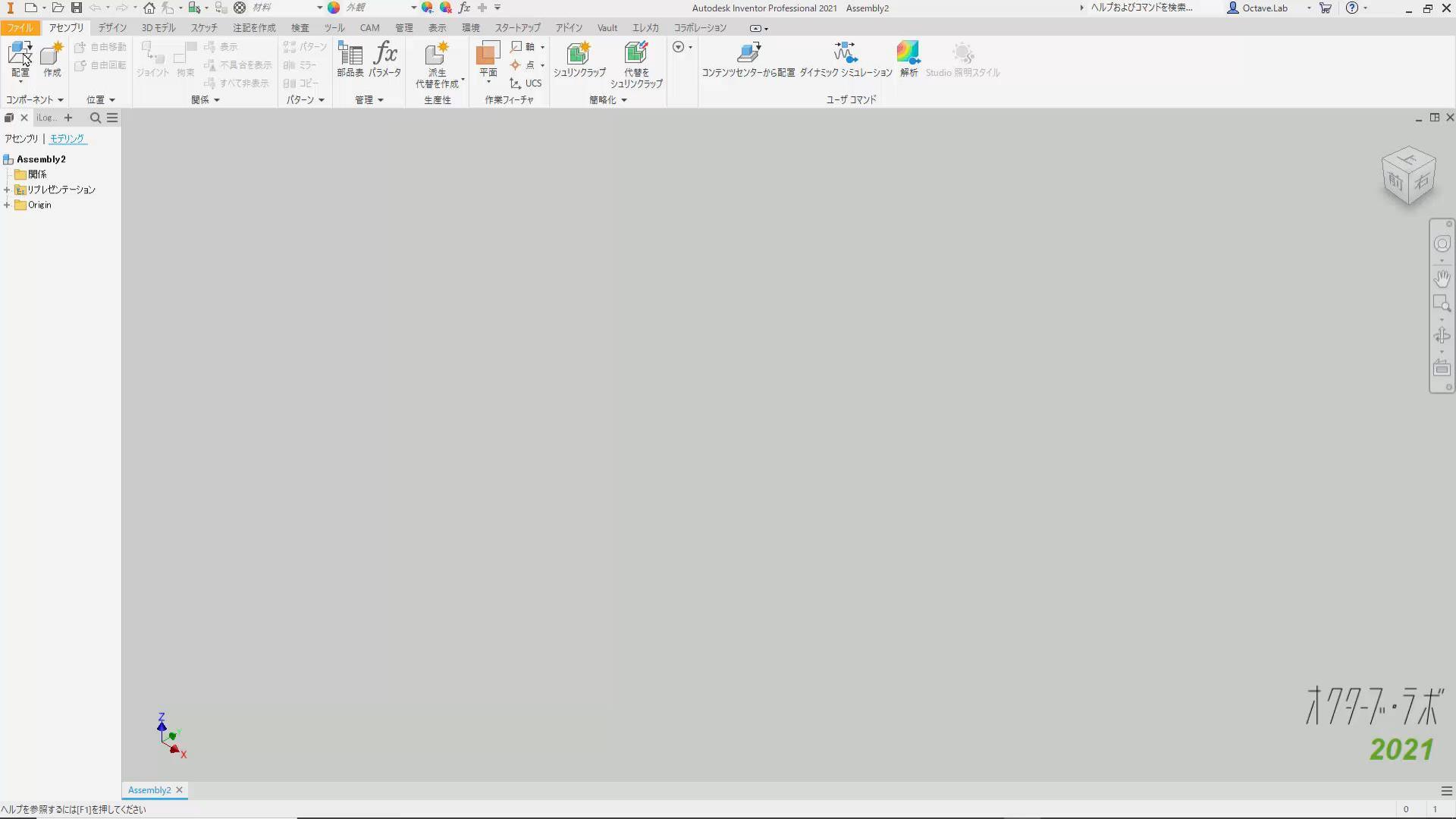
# アセンブリモデルの作成

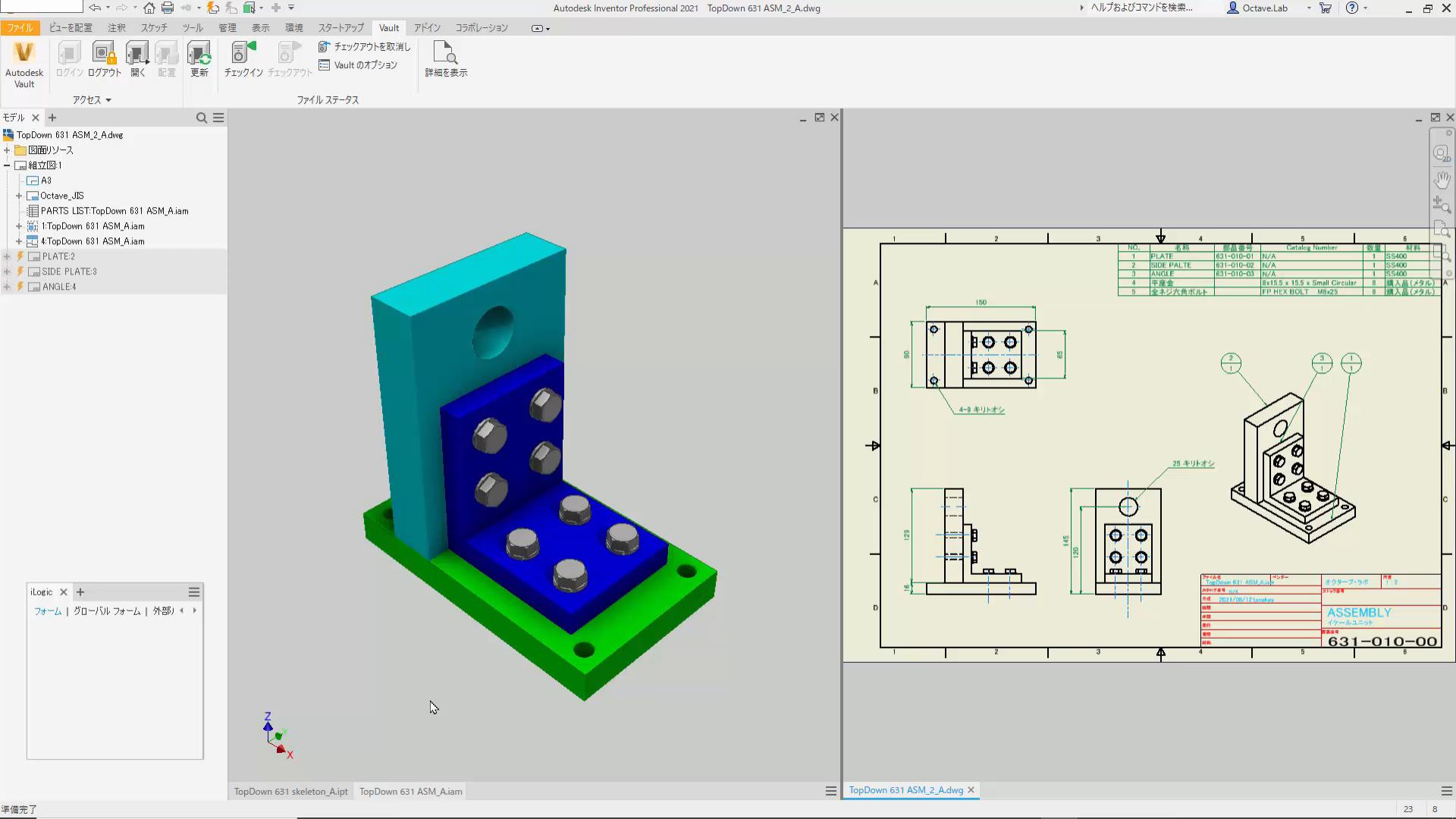
# アセンブリモデル

派生パーツをアセンブリモデル上に配置する

- 各パーツを原点に配置するだけ
  - アセンブリ拘束は不要
    - スケルトンで各パーツの位置関係が示されているから



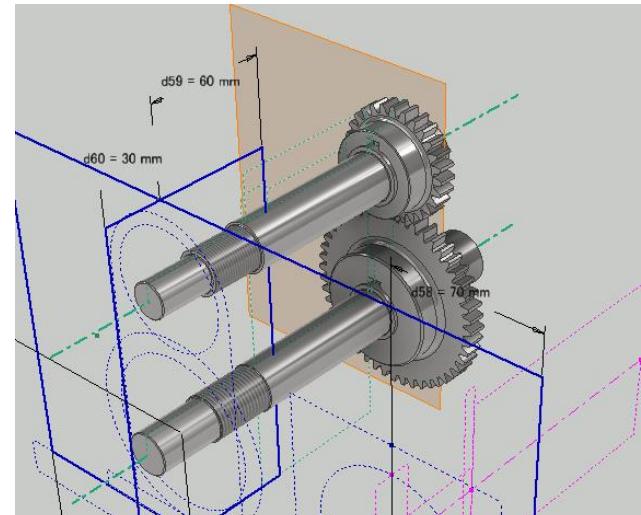
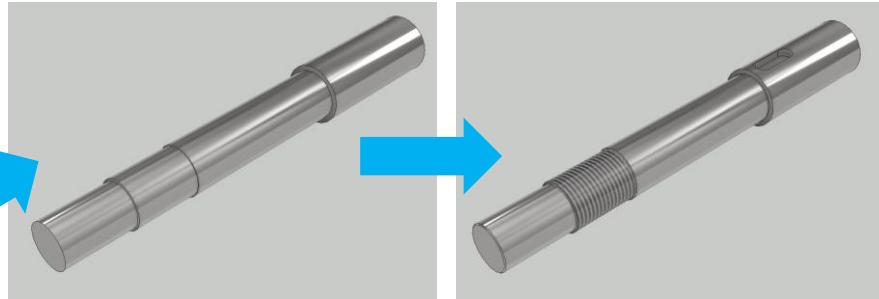
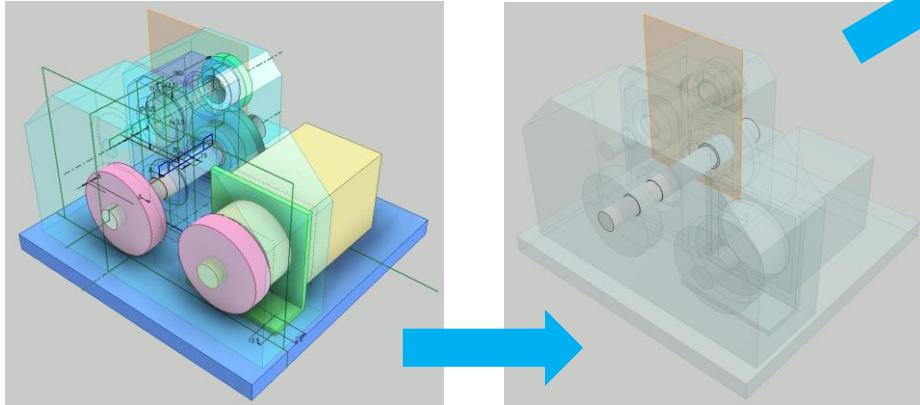


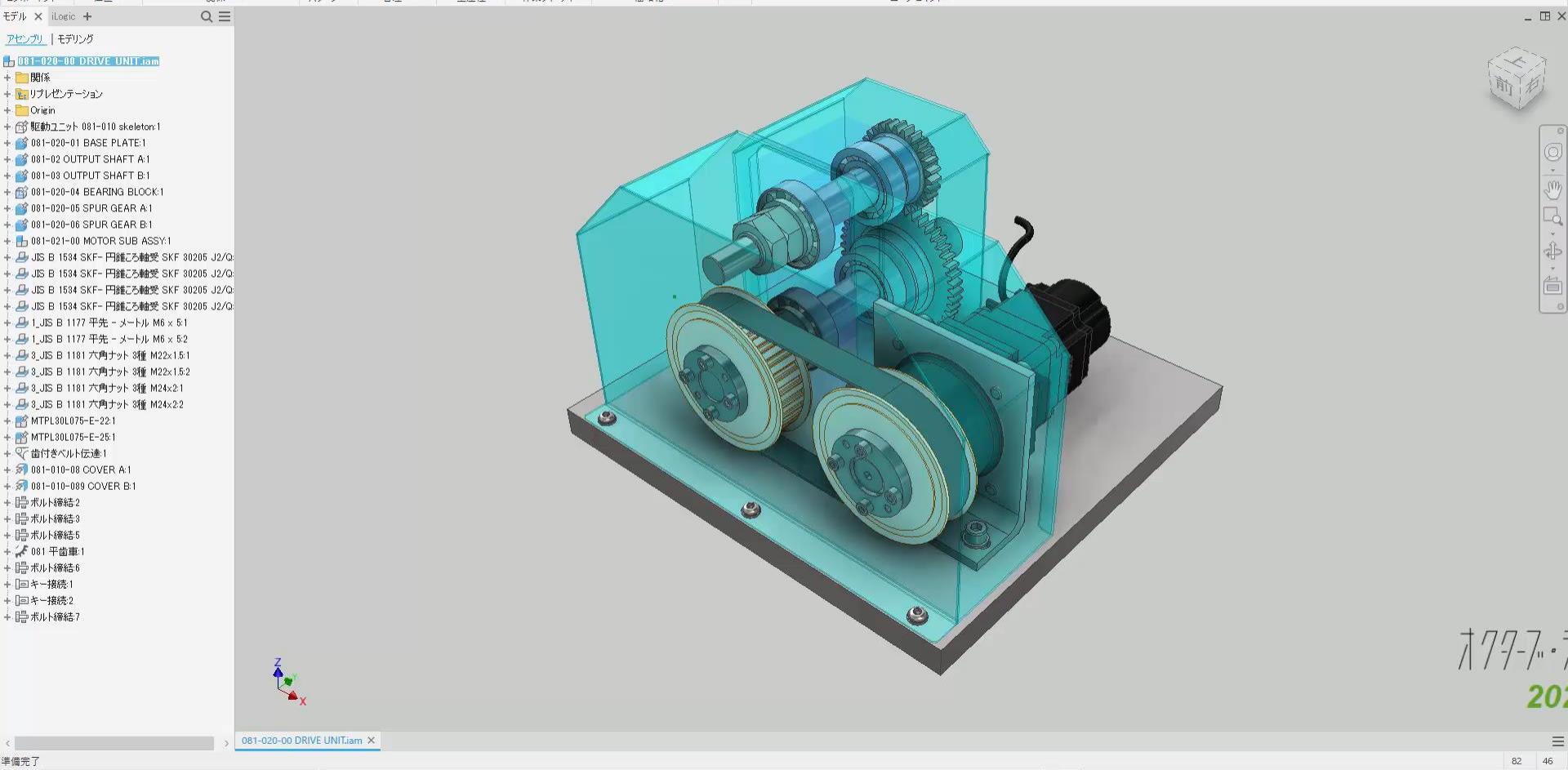


# アセンブリモデル

構想設計から詳細設計へのトップダウン

- 考え方は同じ、派生パートの機能を使う
  - 構想設計モデルをスケルトンとして扱う
  - 構想設計モデルもパートで設計する





The background is a dark, abstract design featuring several thin, glowing lines. One line runs diagonally from the top-left to the bottom-right. Another line is horizontal on the right side. A third line is vertical on the left side. The lines are a bright, possibly white or yellow, color and appear to be made of a solid, glowing material. The rest of the background is a dark, solid color.

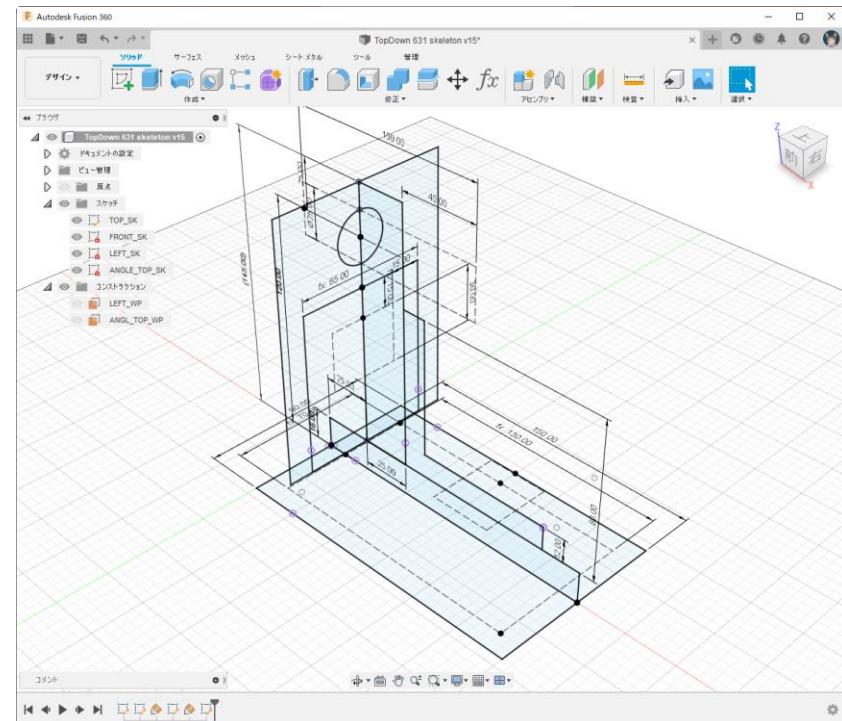
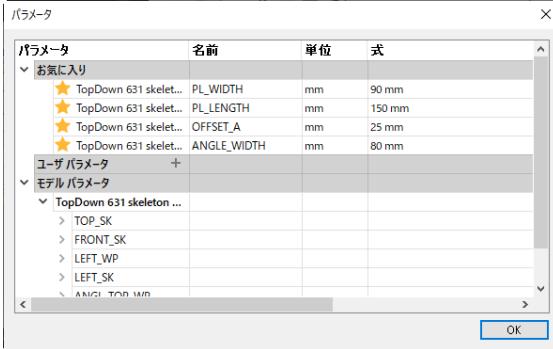
Fusion 360

# Fusion360 でのトップダウン設計

## スケルトンの作成

- Inventorと考え方は同じ

1. スケルトンに相当するデザインを作成
2. 主要寸法は名前を付け、お気に入りに登録



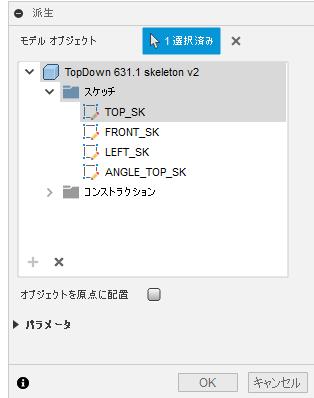
# Fusion360 でのトップダウン設計

派生の機能を使って、デザインを完成する

## 1. 新規デザイン

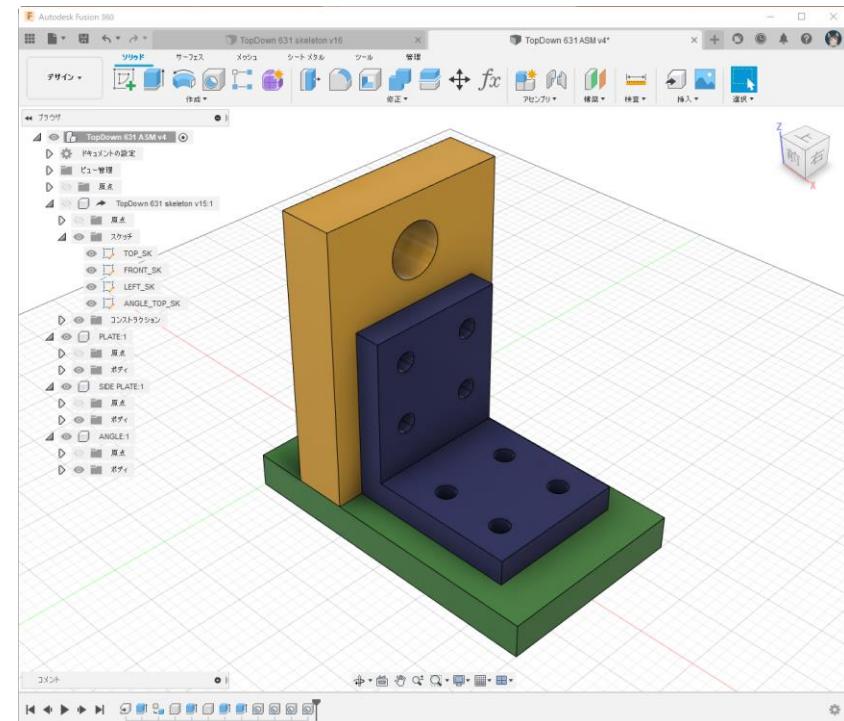
## 2. 派生を挿入

### 1. スケルトンを選択



### 3. スケルトンのジオメトリを利用して、各部品を作成

- 新規コンポーネントとして作成





ブラウザ

- TopDown 631.1 skeleton v0\*
- ドキュメントの設定
- ビュー管理
- 原点
- スケッチ
  - TOP\_SK
  - FRONT\_SK
  - LEFT\_SK
  - ANGLE\_TOP\_SK
- コストラクション
  - LEFT\_WP
  - ANGLE\_TOP\_WP

3D View: A perspective view of a mechanical part on a grid. A green line and a small green dot are visible on the part's surface. A coordinate system (X, Y, Z) is shown in the top right corner.

Bottom Left: A toolbar with icons for Undo, Redo, Save, and Print.

Bottom Right: A toolbar with icons for Selection, Measure, and other tools.

Bottom Center: A toolbar with icons for Selection, Measure, and other tools.

まとめ

# まとめ

## 3D機械設計におけるトップダウン設計手法

1. トップダウン設計とは?
  - 構想設計から詳細設計まで使えるテクニック
  - Inventor はもちろん、Fusion360 でも活用できる
2. 設計ワークフローについて
  - 概念設計→構想設計→詳細設計などワークフローを意識した設計
3. スケルトン
  - 上位の設計仕様のコンテナー
4. パーツモデルの作成
  - 派生パーツの機能を上手に活用
5. アセンブリモデルの作成
  - 作成の効率が良く、設計変更に対応でき、流用設計がしやすいアセンブリ

# AUTODESK UNIVERSITY

Autodesk およびオートデスクのロゴは、米国およびその他の国々における Autodesk, Inc. およびその子会社または関連会社の登録商標または商標です。その他のすべてのブランド名、製品名、または商標は、それぞれの所有者に帰属します。オートデスクは、通知を行うことなくいつでも該当製品およびサービスの提供、機能および価格を変更する権利を留保し、本書中の誤植または図表の誤りについて責任を負いません。