

設計者向け ウェビナーシリーズ  
機械設計マスターが教える設計講座 第3弾

# CAD上で設計計算を行うテクニック

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。
- 現在は独立して、これまでの知識と経験を社会に還元すべく活動中。
- Blog : <https://note.com/yo420186>



# agenda

電卓やエクセルでなく、CAD上で設計計算を行うテクニック

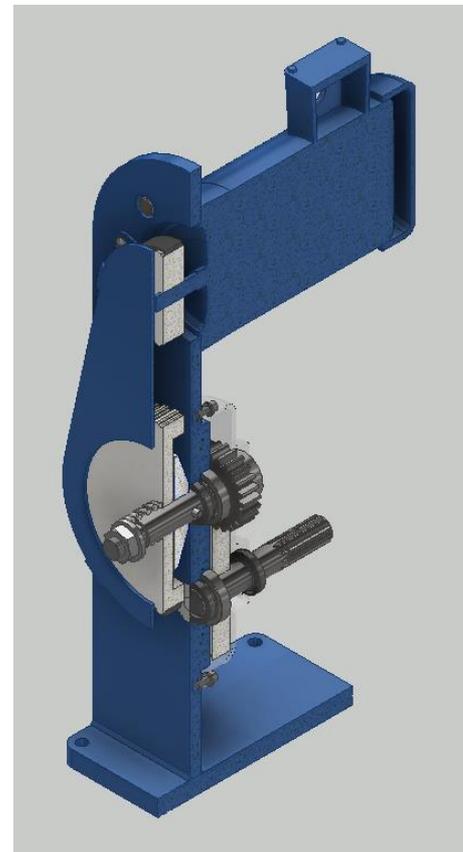
## 1. 3DCADで機械要素の設計計算

- Inventor デザインアクセラレータ概要
- 環境設定

## 2. 機械要素別の設計手法

- 軸、軸受、キーなど
- 歯車
- Vベルト・歯付きベルト・チェーン
- ばね
- ボルト締結

## 3. 設計手順紹介



# 3DCADで機械要素の設計計算



# 大事な事

## 3DCADで機械要素の設計計算

### ■ 3DCADは道具

- 設計を代わりにやってくれる魔法使いではない
- 設計計算を自力で出来るスキルが必要

# デザインアクセラレータ

計算に基づいてコンポーネントを生成する機能

## ■ メリット

- 設計プロセスを簡素化する
- **3Dモデル作成を自動化する**
- 設計要件を検証し、初期段階での設計品質を改善する
- 標準化を推進する

## ■ 構成

- エンジニア ハンドブック
- コンポーネント ジェネレータ
- メカニカル カリキュレータ

## ■ 詳細はオンラインヘルプ

- <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2021/JPN/?guid=GUID-24104648-BE41-49C7-9DD0-1AF2BAFC102E>

# エンジニアハンドブック

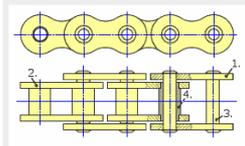
## 知識や計算式を利用する際に役立つクイックリファレンス ガイド



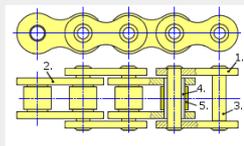
### ローラチェーンの計算の基本

#### チェーンの構造

ローラチェーンジェネレータは、ローラチェーンおよびプッシュチェーンを使用したチェーンドライブを設計するために使用します。1列チェーン、多列チェーンのいずれも可能です。ダブルピッチチェーンにも対応しています。次の図に、ローラチェーンおよびプッシュチェーンの基本的な構造を示します。両者の主な違いは、プッシュチェーンにはローラがないことです。



プッシュチェーンの部品



ローラチェーンの部品

1. 外プレート
2. 内プレート
3. 軸受ピン
4. プッシュ
5. ローラ

チェーン長さが偶数ピッチの場合は、継手リンクを使用してチェーンの両端をつなぐことができます。通常、この場合はチェーンの伝動性能は損なわれません。

チェーン長さが奇数ピッチとなる場合は、一方の端にオフセットリンクを装着します。そのようにしてから、両端を継手リンクでつなぐことができます。通常、オフセットリンクを使用すると伝動性能が低下します。伝動性能の低下の程度は、オフセットリンクの種類と構造によって異なります。伝動性能の低下は、チェーン構築係数の減少を意味します。

#### 繰返し引張荷重

チェーンドライブの中で作動するチェーンには周期的に引張荷重がかかるため、チェーンは疲労します。チェーンドライブで発生する荷重の典型的な例を次の図に示します。ドライブのレイアウトが異なると、荷重の発生し方も異なります。

エンジニアハンドブック

エンジニアハンドブック  
ジェネレータおよびカリキュレータに関する知識および計算式が含まれます。

$$\tau = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2} \leq \tau_A$$

$$P_1 = \frac{F}{d \cdot s_1} \leq P_{1A} \quad P_2 = \frac{F}{d \cdot s_2} \leq P_{2A}$$

ヘルプを表示するには F1 キー

ファイル アセンブリ デザイン 3Dモデル スケッチ 注記を作成 検査 ツール 管理 表示 環境 スタートアップ アイドン Vault コラボレーション エレメカ

配置 作成 自由移動 自由回転 ジョイント 拘束 表示 不具合を表示 すべて非表示 関係

パターン ミラー コピー パターン 管理

派生 代替を作成 生産性

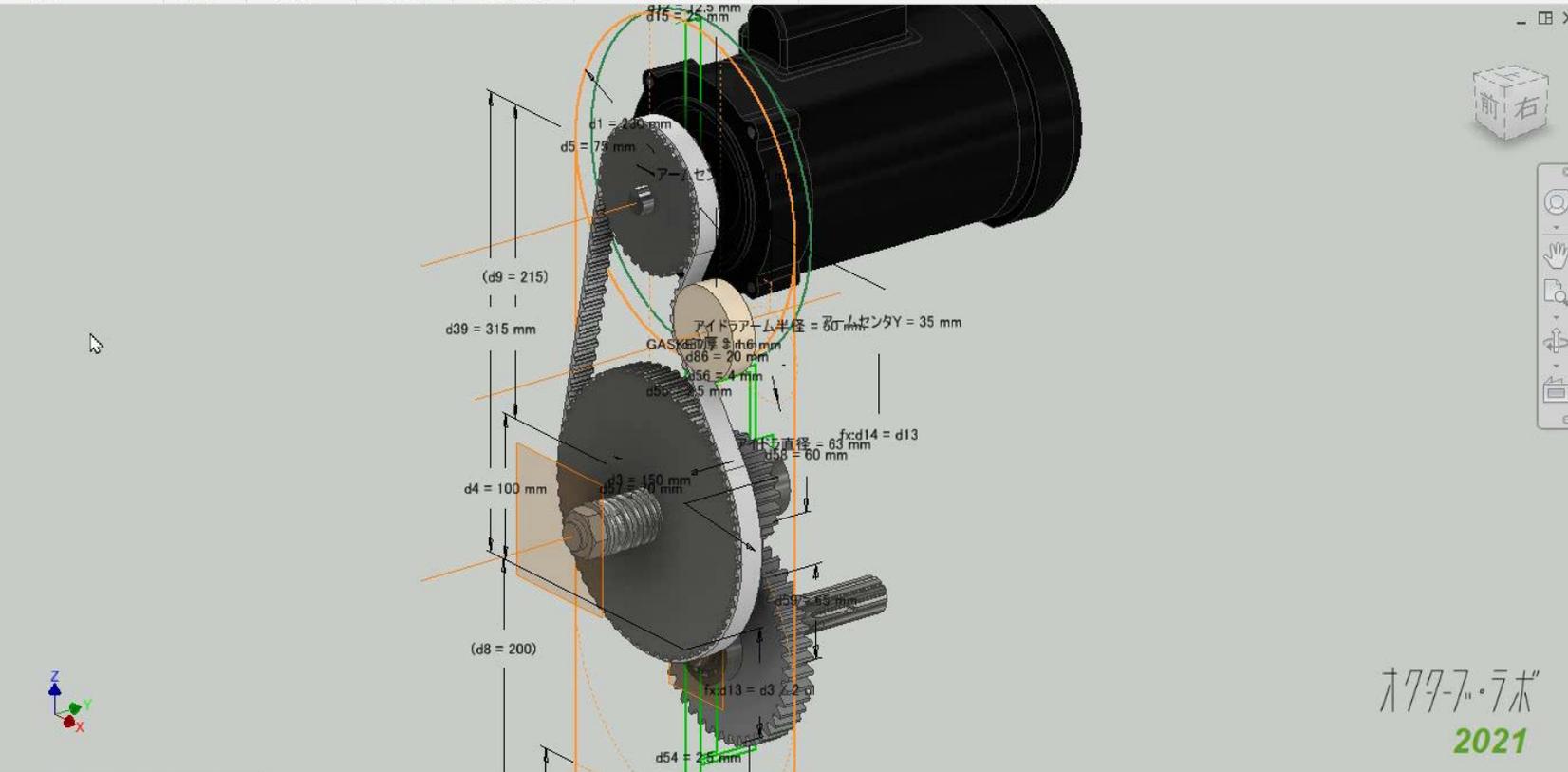
平面 軸点 UCS 作業フィチャ

シュリンクラップ 代替を シュリンクラップ 簡略化

コンテンツセンターから配置 ダイナミックシミュレーション 構造解析 Studio 照明スタイル

ユーザーコマンド

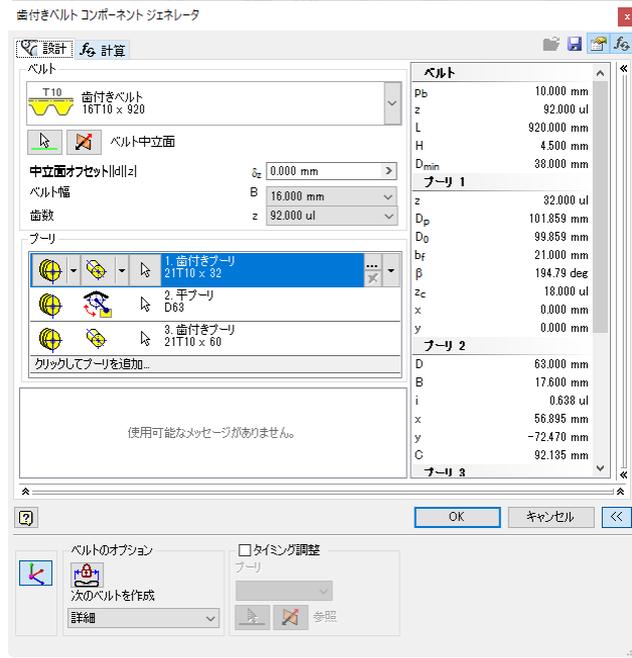
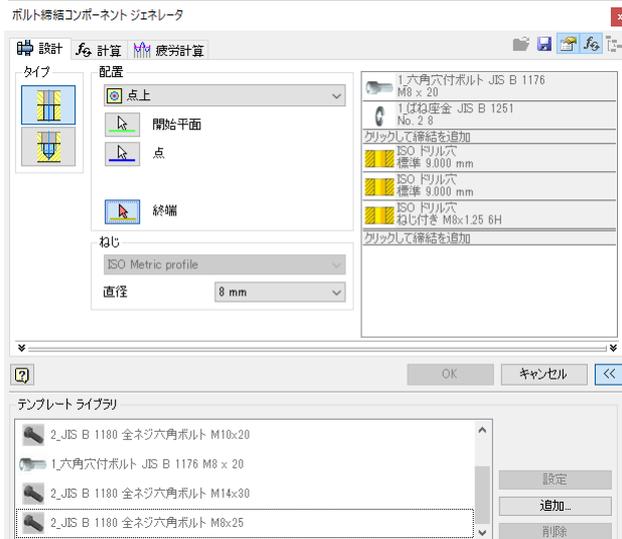
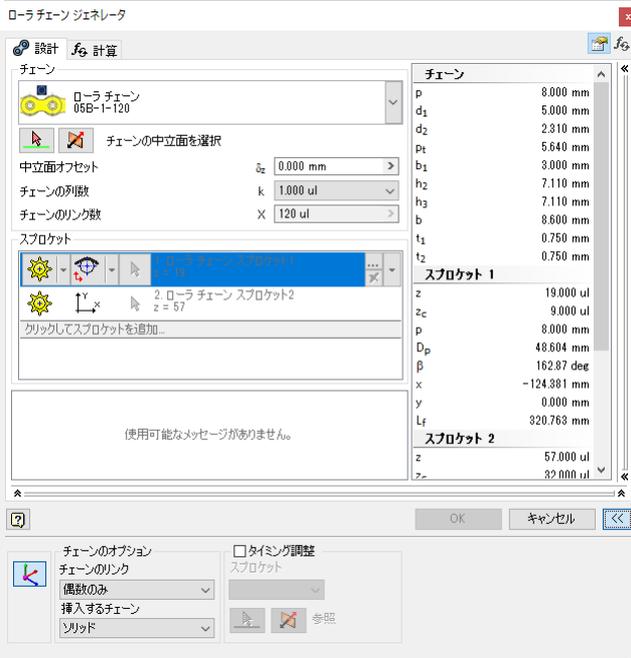
- モデル x iLogic +
- アセンブリ | モデリング
- YOベルト駆動減速機\_駆動系検討
  - 関係
  - リプレゼンテーション
  - Origin
  - YOベルト駆動減速機\_skeleton:1
  - 歯付きベルト伝達M:1
  - 中間軸3:1
  - 出力軸3:1
  - 平歯車:1
  - 軸受A:1
  - JIS B 2402 25 40 8 A:2
  - 軸受B:1
  - 軸受C:1
  - 軸受D:1
  - JIS B 1301 両丸形 8x7x20:3
  - インボリュート スプライン:1
  - JIS B 2804 25x12.1
  - JIS B 2804 25x12.2
  - FRICION\_HUB\_566:1
  - JIS 1354 A A - 6 x 40:2
  - FRICION\_PLATE\_566:1
  - 圧縮バネ:1
  - 1\_JIS B 1256 平座金 20x37:1
  - 3\_JIS B 1181 六角ナット 3種 M20x1
  - MOTOR\_566:1
  - 回キー接続:1



1777-ラボ  
2021

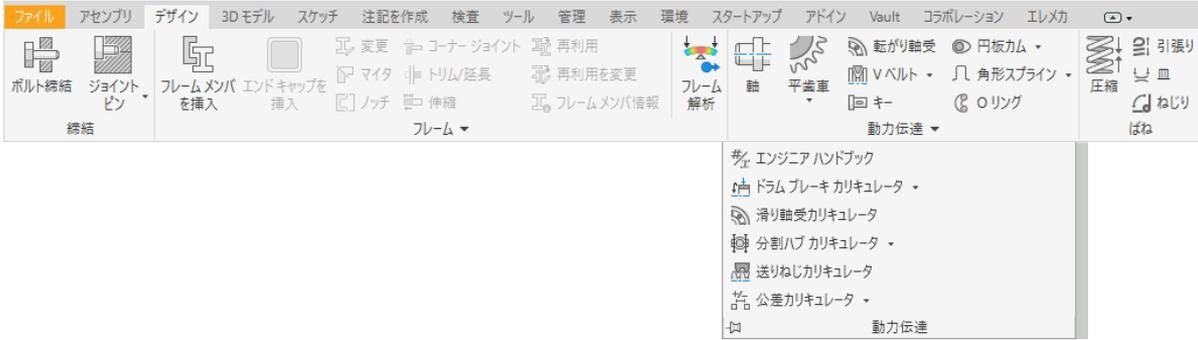
# コンポーネント ジェネレータ

計算を行い、結果に基づきコンポーネントを生成する



# カリキュレータ

一般的なエンジニアリングの問題の設計、検証、確認。コンポーネントは生成しない



送りねじカリキュレータ

**強度計算の種類**  
計算チェック

**荷重**  
最大ラスト荷重: F 100,000 N  
最大トルク: T 2,000 N m  
ねじ摩擦係数:  $f_s$  0.150 ul

**ねじ**  
ねじ径: d 10,000 mm  
ピッチ: p 3,000 mm  
平均ねじ径:  $d_p$  8,500 mm  
最小ねじ径:  $d_{min}$  6,700 mm  
ナットの高さ: H 50,000 mm  
駆条件用摩擦係数: n 1,000 ul  
最大長さ: L 300,000 mm

**材料**  
 ユーザ材料  
許容ねじ山圧力:  $P_A$  7,000 MPa  
弾性係数: E 205,000 MPa  
降伏係数:  $S_y$  300 MPa  
安全率:  $k_s$  3,000 ul  
伝達形式:  
 回転 → シフト  
 シフト → 回転

**結果**

$l_{red}$	300,000 mm
$\eta$	0.421 ul
$\lambda$	141,176 ul
$\sigma_t$	2,896 MPa
$\sigma_c$	33,867 MPa
$\sigma_{red}$	58,720 MPa
$\sigma_{red}$	75,840 MPa
$\sigma_E$	101,515 MPa
$\sigma_3$	78,857 MPa
$P_c$	0.200 MPa
$k_v$	5.108 ul
$\alpha$	5.45 deg

計算 OK キャンセル

滑り軸受カリキュレータ (SI 単位)

**強度計算の種類**  
計算チェック

**荷重**  
荷重: W 120,000,000 N  
ジャーナル速度: n 180,000 rpm

**寸法**  
ジャーナル直径: d 50,000 mm  
軸受長さ: L 50,000 mm

**軸受の面**  
ジャーナルの面:  $R_{qN}$  0.400 micron  
軸受の面:  $R_{qA}$  0.800 micron

軸受のねじり運動を考慮

**直径のクリアランス**  
 $\Delta d$  0.0640 mm

**許容曲げ応力**  
 $\sigma$  180,000 MPa

**軸受潤滑方法**  
 穴、ボケット、または軸方向の溝による潤滑剤の注入  
穴径または溝の長さ:  $b_s$  4,000 mm  
油注入口の位置:  $\gamma$  0.00 deg  
 ラジアル溝周辺に潤滑剤を注入  
ラジアル方向の溝の幅: s

高温の油の採取

**使用条件**  
軸受の周囲温度:  $T_U$  20,000 c  
潤滑剤入口温度:  $T_0$  40,000 c  
潤滑剤入口圧力:  $p_0$  0,000 MPa

**潤滑剤**  
軸受油 SAE 20, 20-W

**軸受の出口での潤滑剤温度**  
ジャーナルの材料:  $T_V$  58,000 c  
潤滑剤の動粘性率:  $\eta$  0.0213 Pa s  
摺り 20 度での潤滑剤初密度:  $\rho_{20}$  900,000 kg/m<sup>3</sup>  
オイルフィルタのメッシュのサイズ:  $\phi$  3,000 micron

**結果**

$\eta_H$	0.000 cm <sup>2</sup> /s
$b_b$	0.000 ul
$\psi$	0.000000 ul

**軸受の許容量**

$P_m$	0.000 kg/(cm s <sup>3</sup> )
$P_{max}$	0.000 kg/(cm s <sup>3</sup> )
f	0.00000 ul
S <sub>0</sub>	0.000 ul
e	0.000 ul
$\dot{m}_{min}$	0.000 rad/s
$F_{max}$	0.000 kg/cm <sup>2</sup>
$\dot{m}_T$	0.000 rad/s
$\dot{m}_V$	0.000 rad/s
$h_0$	0.000 cm

**軸受の熱平衡**

$V_p$	0.0000 cm <sup>3</sup> /s
$V_u$	0.0000 cm <sup>3</sup> /s
P	0.000 kg cm <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>
$V_1$	0.0000 cm <sup>3</sup> /s
$V_2$	0.0000 cm <sup>3</sup> /s
V	0.0000 cm <sup>3</sup> /s
$P_U$	0.000 kg cm <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>
$\Delta T$	0.000 K

プレビュー... 詳細...

使用可能なメッセージがありません。

計算 OK キャンセル

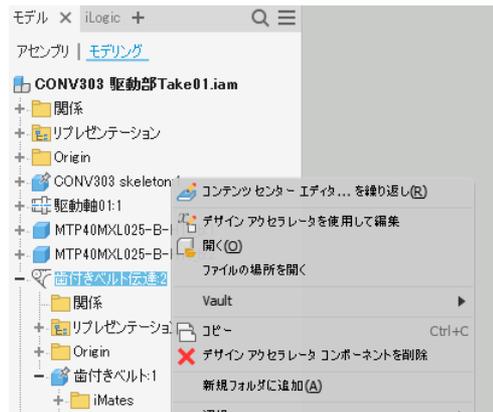
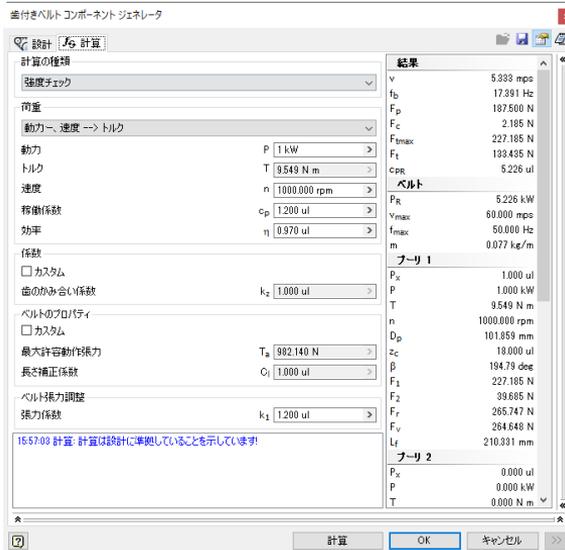
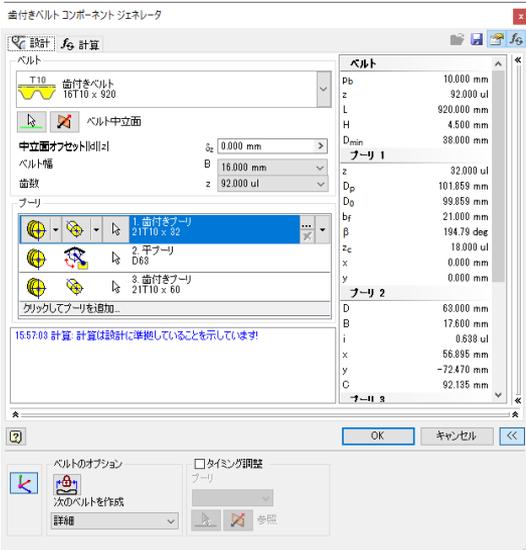
# コンポーネントジェネレーター共通仕様

## 共通のユーザインタフェース

### ■ アセンブリブラウザ

- デザインアクセラレータを使用して編集
- デザインアクセラレータ コンポーネントを削除

### ■ 設計タブと計算タブ



# コンポーネントジェネレーター共通仕様

## 共通のユーザインタフェース

### ■ 結果 (Result)

- 計算の結果をhtml形式ファイルで出力する

平歯車コンポーネントジェネレーター

設計  $f_0$  計算

強度計算方法  
Bach (単純な設計)

荷重

	歯車 1	歯車 2
動力 P	1.000 kW	0.980 kW
速度 n	1000.00 rpm	500.00 rpm
トルク T	9.549 N m	18.717 N m
効率 $\eta$	0.980 ul	

材料値

歯車 1  JIS S45C

歯車 2  JIS S45C

許容曲げ応力  $\sigma_{Ab}$  170.0 MPa > 150.0 MPa >

精度

計算 OK キャンセル >>

**結果**

$F_t$  286.479 N  
 $F_r$  112.957 N  
 $F_a$  0.000 N  
 $F_n$  307.944 N  
 $v$  3.456 mps  
 $\Omega E1$  17616.610 rpm

**歯車 1**  
 $S$  7.271 ul  
 $F_{all}$  2082.876 N

**歯車 2**  
 $S$  6.415 ul  
 $F_{all}$  1837.832 N

#### □ プロジェクト情報

#### □ ガイド

設計ガイド - 演算  
 単位の補正ガイド - ユーザ  
 荷重計算の種類 - 指定された動力および速度に対するトルク計算  
 強度計算の種類 - 計算チェック  
 強度計算方法 - Bach (単純な設計)

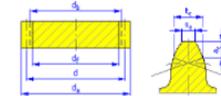
#### □ 共通パラメータ

歯数比	i	2.0000 ul
必要歯数比	$i_n$	2.0000 ul
モジュール	m	3.000 mm
ねじれ角	$\beta$	0.0000 deg
圧力角	$\alpha$	20.0000 deg
軸間距離	$a_w$	100.000 mm
製造中心距離	a	99.000 mm
半単位補正	Zx	0.3456 ul
円ピッチ	p	9.425 mm
基準円ピッチ	$P_{th}$	8.856 mm
作用圧力角	$\alpha_w$	21.5190 deg
かみ合い角	$\alpha_c$	1.3798 ul
歯の平行度の限界偏差	L	0.0110 mm
歯の平行度の限界偏差	$L_y$	0.0055 mm

#### □ 歯車

	歯車 1	歯車 2
モジュールの種類	メーチャ	コンポーネント
歯数	z	22 ul
単位補正	x	0.0000 ul
ピッチ円直径	d	66.000 mm
外径	$d_a$	71.926 mm
ルーツ径	$d_f$	58.500 mm
ベース径	$d_b$	62.020 mm
作動ピッチ円直径	$d_{pw}$	66.667 mm
歯幅	b	33.300 mm
歯数比	$i$	0.3030 ul
歯末の丈	$a^*$	1.0000 ul
クリアランス	$c^*$	0.2500 ul
ルーツフィレット	$r_f$	0.3500 ul
歯厚	s	4.712 mm
接線方向歯径	$s_t$	4.712 mm
張歯厚	$t_c$	4.161 mm
張歯歯先	$a_c$	2.206 mm
張歯守法	W	23.065 mm
張歯歯面	$r_{w1}$	3.000 ul
ワイヤ径由(巻)の寸法	$M$	75.872 mm
標径	$d_g$	6.000 mm
ねじれ角の限界偏差	$F_{\beta}$	0.0110 mm
限界円周節	$F_r$	0.0210 mm
歯ピッチの限界偏差	$F_{pt}$	0.0085 mm
基準ピッチの限界偏差	$F_{pb}$	0.0080 mm
歯の比較数	$z_v$	22.000 ul
仮想ピッチ円直径	$d_v$	66.000 mm
仮想外径	$d_{av}$	71.926 mm
仮想基準円直径	$d_{fv}$	62.020 mm
テーパーリングなしの単位補正	$x_0$	0.3949 ul
アンダーカットなしの単位補正	$x_{0c}$	-0.2670 ul
アンダーカットを許容する単位補正	$x_{0a}$	-0.4370 ul
歯末の丈切り取り	k	0.0123 ul
歯の厚みの外側のユニット	$k_0$	0.7197 ul
チップ圧力角	$\alpha_c$	30.4279 deg

アンダーカットを許容する単位補正	$x_{0a}$	-0.4370 ul
歯末の丈切り取り	k	0.0123 ul
歯の厚みの外側のユニット	$k_0$	0.7197 ul
チップ圧力角	$\alpha_c$	30.4279 deg



#### □ 荷重

	歯車 1	歯車 2
動力 P	1.000 kW	0.980 kW
速度 n	1000.00 rpm	500.00 rpm
トルク T	9.549 N m	18.717 N m
効率 $\eta$	0.980 ul	
ラジアル荷重 $F_r$	112.957 N	
接線力 $F_t$	286.479 N	
スラスト荷重 $F_a$	0.000 N	
歯面力 $F_n$	307.944 N	
円周速度 v	3.456 mps	
共通速度 $\Omega_{E1}$	17616.610 rpm	

#### □ 材料

	歯車 1	歯車 2
JIS	JIS S45C	JIS S45C
最大引張強さ $S_u$	640 MPa	540 MPa
降伏強さ $S_y$	390 MPa	325 MPa
許容曲げ応力 $\sigma_{Ab}$	170.0 MPa	150.0 MPa

#### □ 強度計算

##### □ 結果

許容荷重 $F_{all}$	2082.876 N	1837.832 N
張き係数 S	7.271 ul	6.415 ul
計算チェック	正	

#### □ メッセージの要約

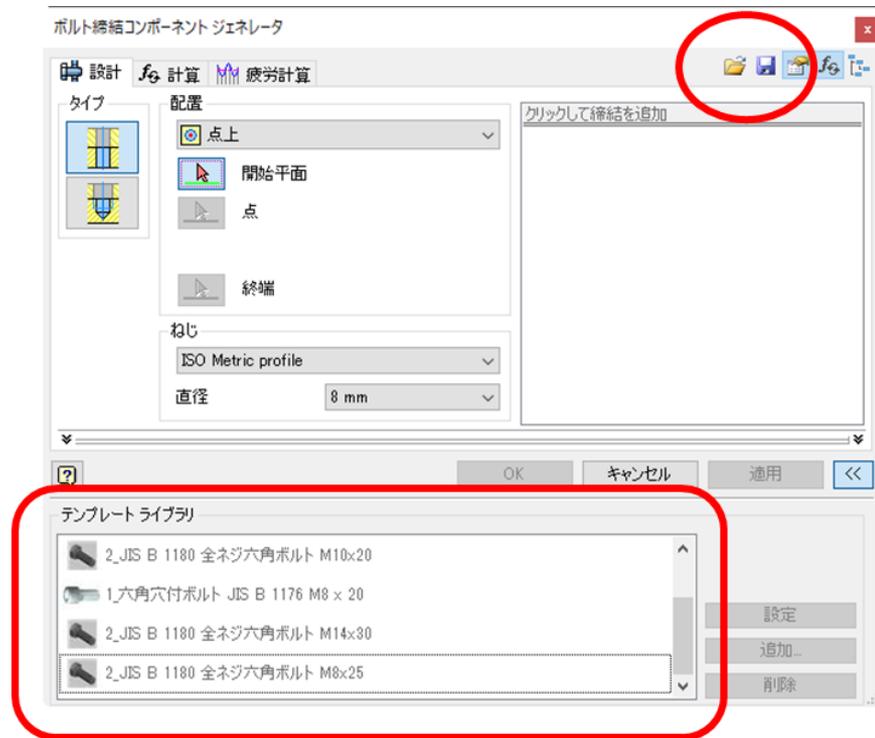
17:20:39 設計: 歯車 1: 単位補正 (x) がテーパーリングなしの単位補正 ( $x_0$ ) 未満です  
 17:20:39 設計: 歯数が歯数ではありません。同じ歯でかみ合う歯数が比較的多くなります。  
 17:20:39 計算: 計算は設計に準拠していることを示しています!

# コンポーネントジェネレーター共通仕様

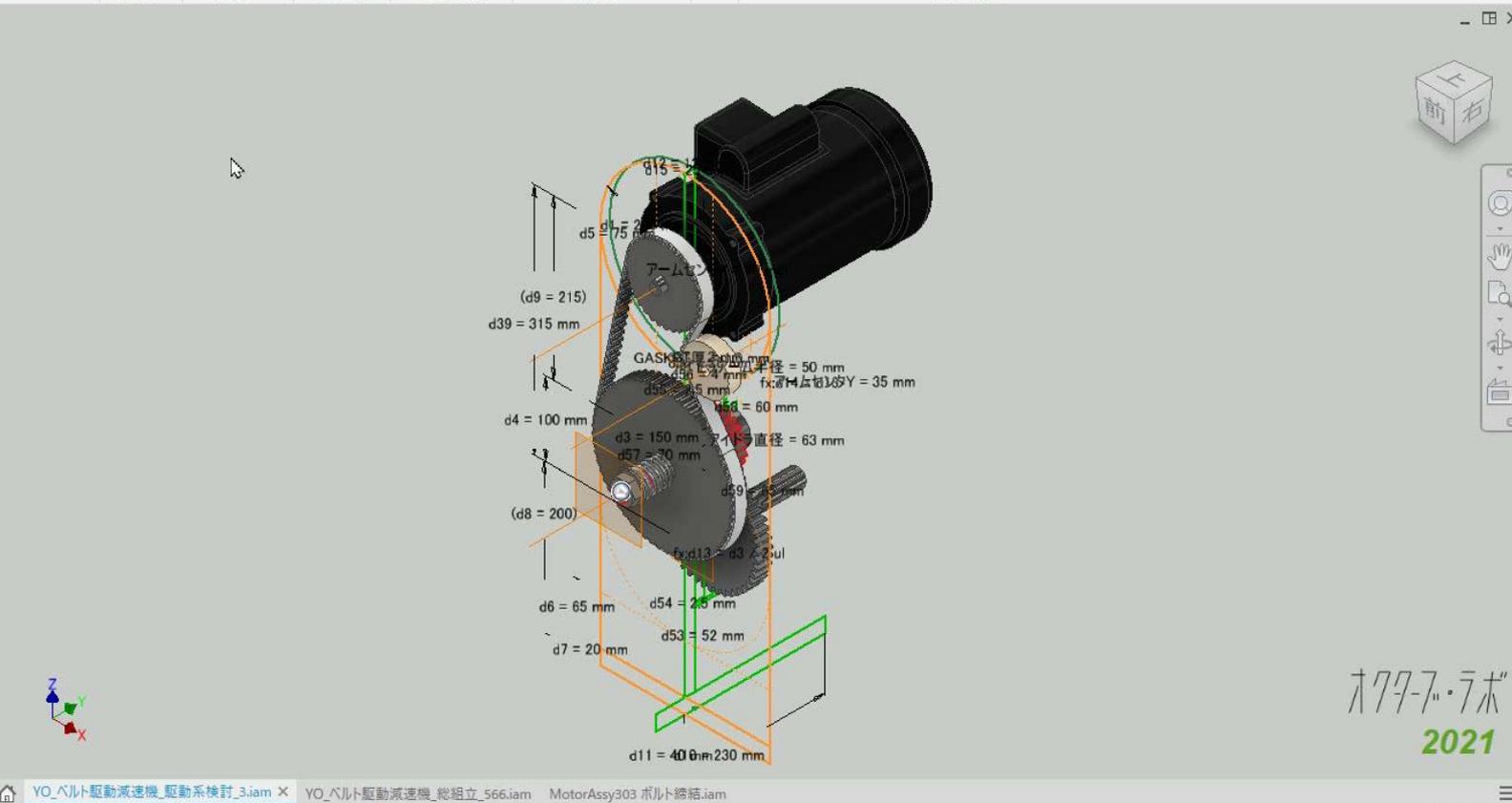
## 共通のユーザインタフェース

### ■ テンプレート

- 設定内容の保存機能
- エクスポートとインポート
  - 指定の場所に名前を付けて保存
- テンプレートライブラリ
  - Inventorの設定ライブラリに保存



- モデル x iLogic +
- アセンブリ | モデリング
- YO\_ベルト駆動減速機\_駆動系検討\_3.iam
  - 関係
  - リプレゼンテーション
  - Origin
  - YO\_ベルト駆動減速機\_skeleton:1
  - 歯付きベルト伝達M:1
  - 中間軸3:1
  - 出力軸3:1
  - 平歯車:1
  - 軸受A:1
  - JIS B 2402 25 40 8 A:2
  - 軸受B:1
  - 軸受C:1
  - 軸受D:1
  - JIS B 1301 両丸形 8x7x20:3
  - インボリュートスプライン:1
  - JIS B 2804 25x1.2:1
  - JIS B 2804 25x1.2:2
  - FRICION\_HUB\_566:1
  - JIS 1354 A A - 6 x 40:2
  - FRICION\_PLATE\_566:1
  - 圧縮バネ:1
  - 1\_JIS B 1256 平座金 20x37:1
  - 3\_JIS B 1181 六角ナット 3種 M20x1.5:1
  - MOTOR\_566:1
  - 回キー接続:1



オクターブラボ  
2021

ファイル アセンブリ デザイン 3Dモデル スケッチ 注記を作成 検査 ツール 管理 表示 環境 スタートアップ アドイン Vault コラボレーション エレメンツ

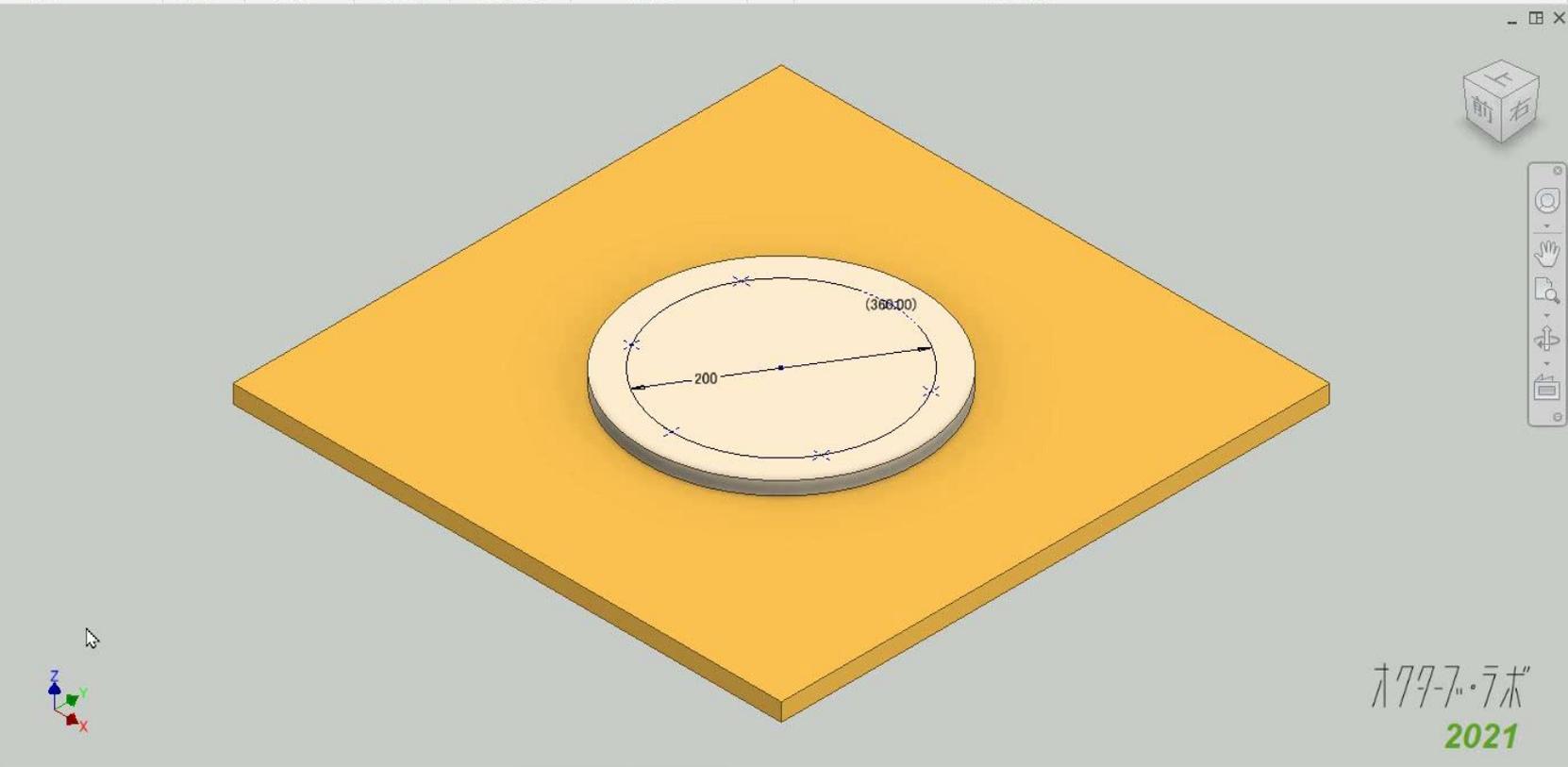
配置 作成 自由移動 自由回転 ジョイント 拘束 表示 不具合を表示 すべて非表示 関係

パターン ミラー 部品表 パラメータ 管理 派生 代替を作成 生産性 平面 軸 点 UCS 作業フィーチャ 点 シュリンクラップ 代替を シュリンクラップ 簡略化

コンテンツセンターから配置 ダイナミック シミュレーション 解析 Studio 照明スタイル ユーザー コマンド

モデル x iLogic +

- アセンブリ | モデリング
- MotorAssy303 ボルト締結.iam
  - 関係
  - リプレゼンテーション
  - Origin
  - モータブラケット303 (2):1
  - MOTOR303-01:1
  - プレートシャープ コーナー(mm) 500 x 12.1
    - ソリッド ボディ(1)
    - Origin
    - 押し出し1
    - フィレット1 (省略)
    - 面取り1 (省略)
    - × パーツの終端
  - プレート丸め(mm) 250 x 12.1
    - ソリッド ボディ(1)
    - Origin
    - 押し出し1
    - スケッチ2
    - × パーツの終端



Navigation toolbar with icons for: Home, Rotate, Move, Zoom, Pan, and other standard CAD navigation tools.

オクティブラボ  
2021

# コンテンツセンターの設定

一部のジェネレータはパーツをコンテンツセンターから挿入します

## ■ コンテンツセンターを利用するジェネレータ

- ボルト締結
- キー接続
- 軸受
- クレビス ピン
- ジョイント ピン
- 固定ピン
- ラジアル ピン
- クロス ピン
- O リング
- 軸

## ■ 自社の設計規格との整合性を合わせる為に、コンテンツセンターの編集を

- 使用不可のサイズをライブラリから削除
- 手配が出来る様にプロパティを編集
- 同様に、材料手配が出来る様に材料のライブラリを整備

## ■ コンポーネント オーサリング

- 登録が無い機械要素は、オーサリング機能を使用して、コンテンツセンターに登録します。
- <https://help.autodesk.com/view/INVENTOR/2021/JPN/?guid=GUID-8C2AB3A6-7384-4DF8-B314-3A4204FA4619> を参照

ファイル アセンブリ デザイン 3Dモデル スケッチ 注記を作成 検査 ツール 管理 表示 環境 スタートアップ アドイン Vault コラボレーション エレメカ

配置 作成 自由移動 自由回転 ジョイント 拘束 表示 不具合を表示 すべて非表示 関係

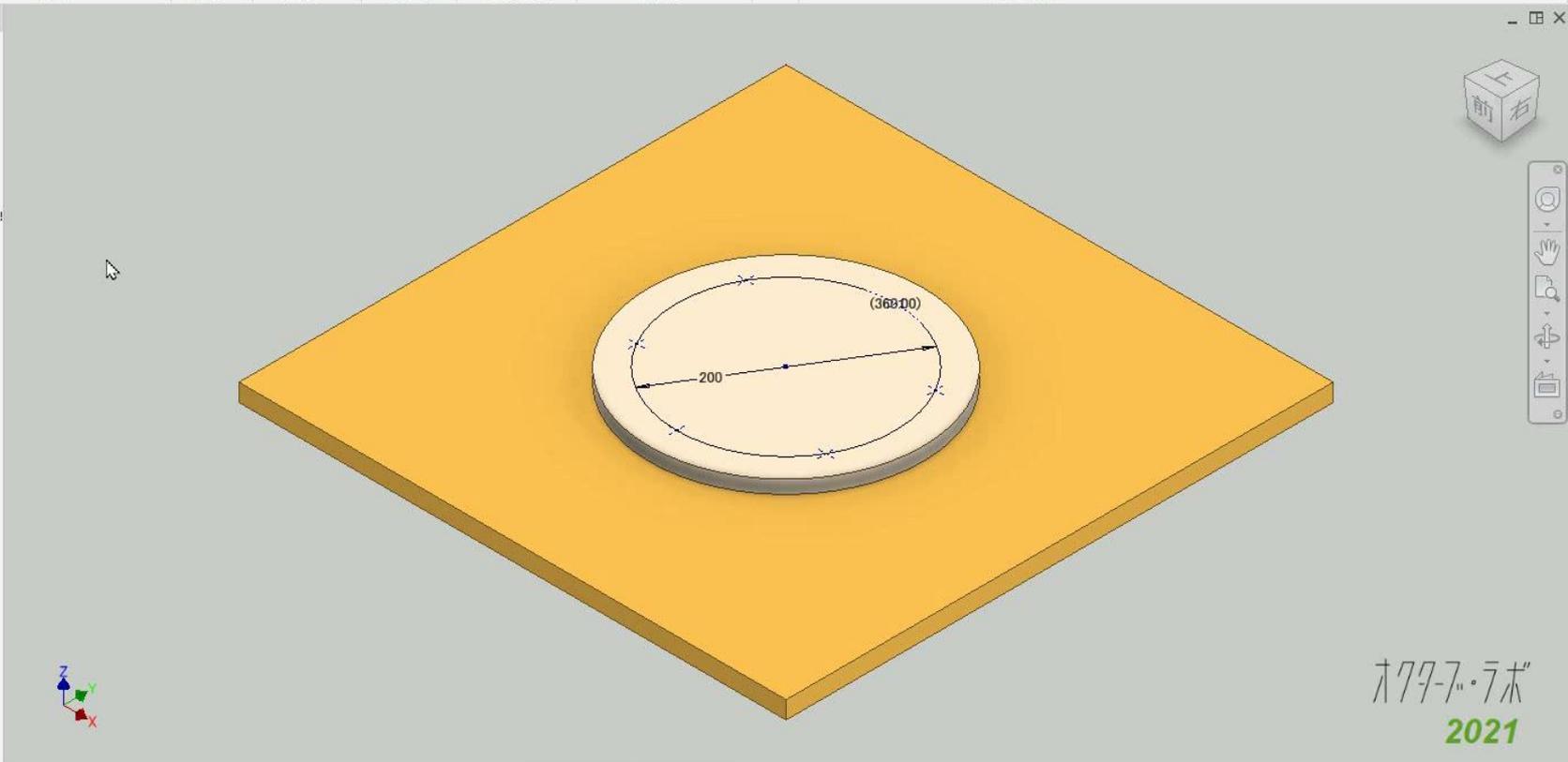
パターン ミラー 部品表 パラメータ 管理 派生 代替を作成 生産性 平面 軸 点 作業フィーチャ 軸点 シュリンクラップ 代替を シュリンクラップ 簡略化

コンテンツセンターから配置 ダイナミック シミュレーション 解析 Studio 照明スタイル ユーザーコマンド

モデル x iLogic +

アセンブリ | モデリング

- MotorAssy303 ボルト締結.iam
  - 関係
  - リプレゼンテーション
  - Origin
  - モータブラケット303 (2):1
  - MOTOR303-01:1
  - プレートシャープ コーナー(mm) 500 x 12:1
    - ソリッド ボディ(1)
    - Origin
    - 押し出し1
    - フィレット1 (省略)
    - 面取り1 (省略)
    - パーツの終端
  - プレート丸め(mm) 250 x 12:1
    - ソリッド ボディ(1)
    - Origin
    - 押し出し1
    - スケッチ2
    - パーツの終端



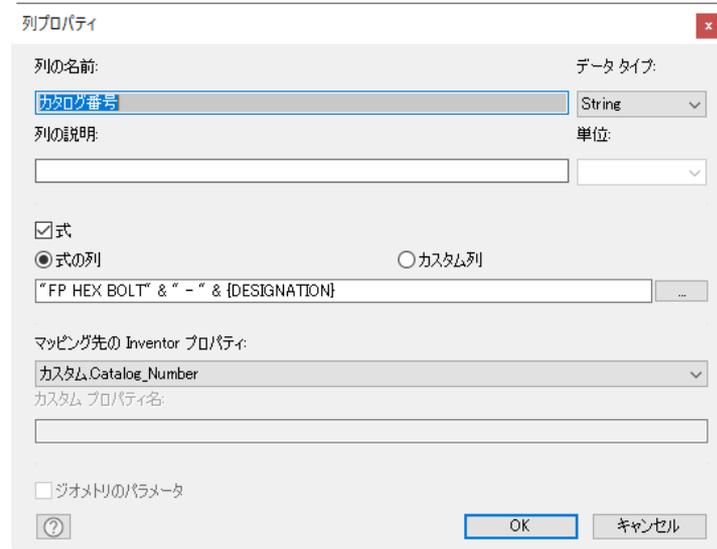
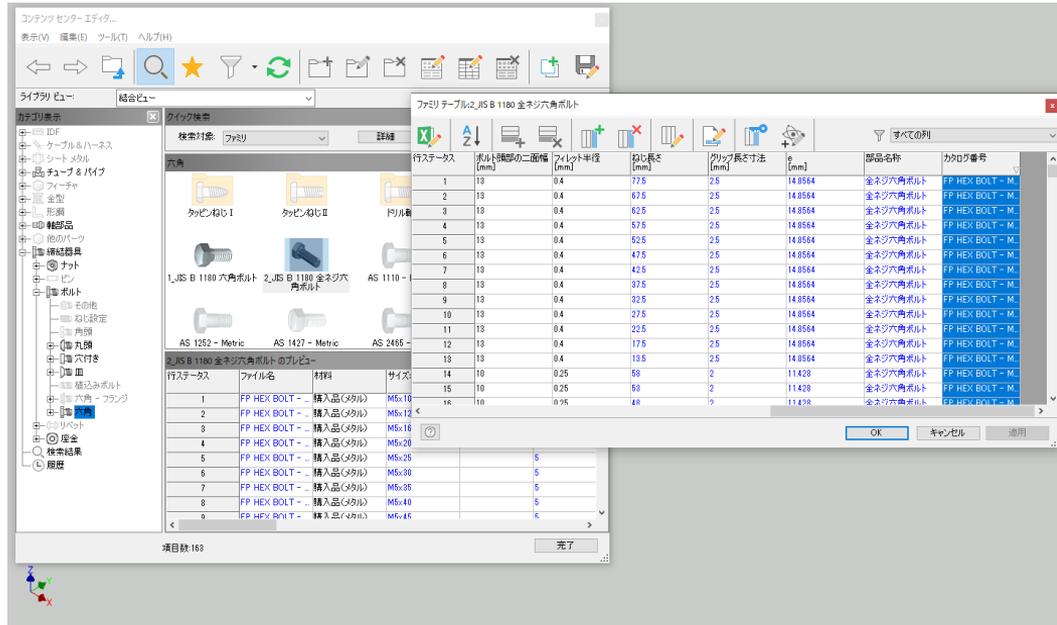
オクティブラボ  
2021

# コンテンツセンターの設定

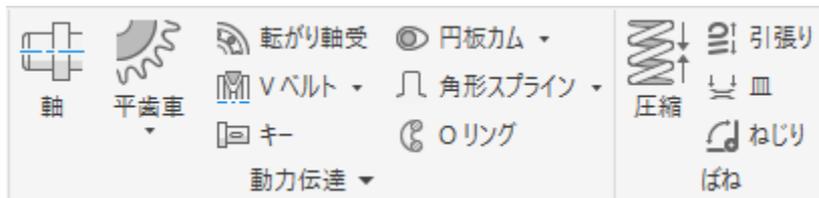
## コンテンツセンターの編集

### ■ コンテンツセンターのファミリー テーブルを表示または変更するには

- <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2021/JPN/?guid=GUID-3D76E185-3D21-4D44-B18D-33271C5F3F79> を参照



# 機械要素別の設計手法



# 軸

## 軸コンポーネントウィザード

### ■ 概要

- 軸の形状を設計
- 荷重の条件を追加して強度チェック
- モデルを生成
- 結果をレポート出力

### ■ 軸関連のコンポーネントを追加

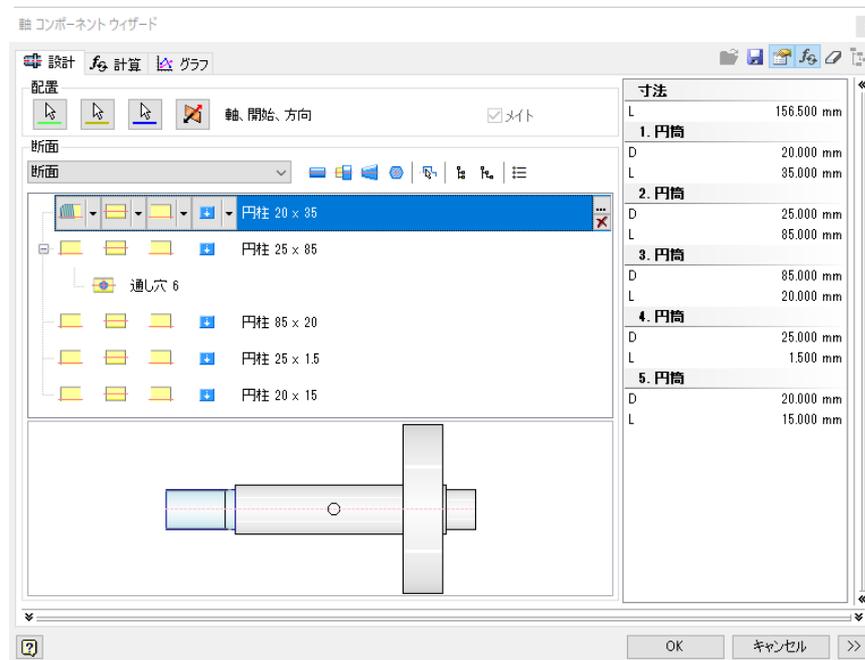
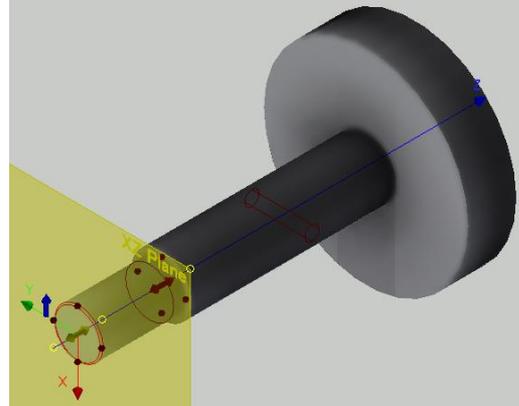
- キー溝・止め輪の溝など

### ■ エッジフィーチャの追加

- 面取り・フィレット・ネジなど

### ■ 詳細はヘルプを参照

- <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2021/JPN/?guid=GUID-9BDDFABF-0A38-4A10-AFDC-4D5450A51DD6>



ファイル アセンブリ デザイン 3Dモデル スケッチ 注記を作成 検査 ツール 管理 表示 環境 スタートアップ アドイン Vault コラボレーション エレメンツ

配置 作成 自由移動 自由回転 ジョイント 拘束 表示 不具合を表示 すべて非表示 関係

コンポーネント 位置

パターン ミラー コピー パターン 管理

派生 代替を作成 生産性

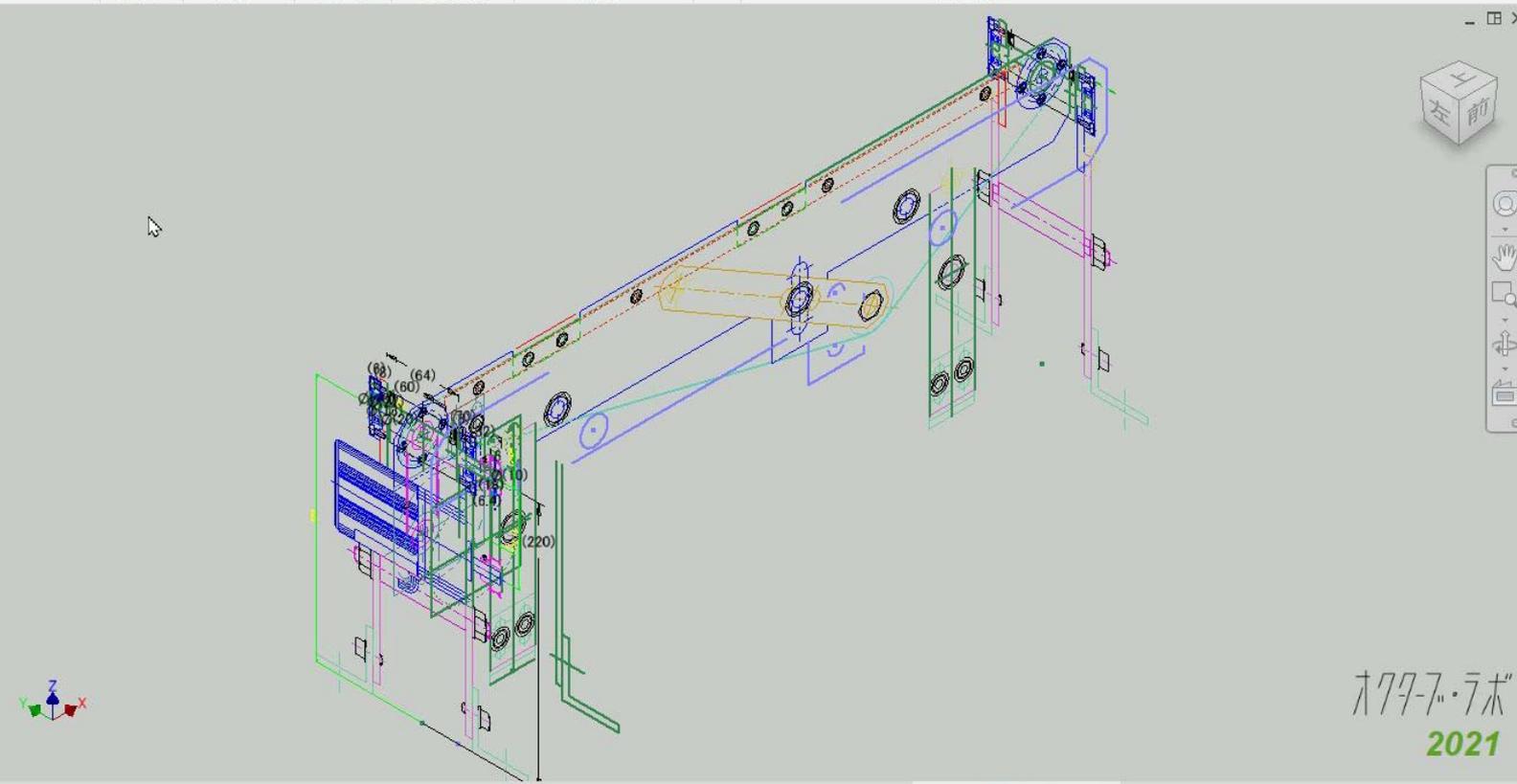
平面 軸 点 UCS 作業フィーチャ

シュリンクラップ 代替をシュリンクラップ 簡略化

コンテンツセンターから配置 ダイナミックシミュレーション 解析 Studio 照明スタイル

ユーザーコマンド

- モデル x iLogic +
- アセンブリ | モデリング
- CONV303 駆動部Take00.iam
    - 関係
    - リプレゼンテーション
    - Origin
    - CONV303 skeleton:1
      - Origin
      - FRONT\_WP
      - FRONT\_SK
      - LEFT\_WP
      - LEFT\_SK
      - RIGHT\_WP
      - RIGHT\_SK
      - 駆動軸開始面
      - 駆動軸
      - タイミングベルト中立軸
      - タイミングベルト取付面
      - コンベアフレームR面
      - コンベアフレームR\_SK
      - 架台取付面
      - 架台取付SK



# 軸受

## 軸受コンポーネント ジェネレータ

### ■ 概要

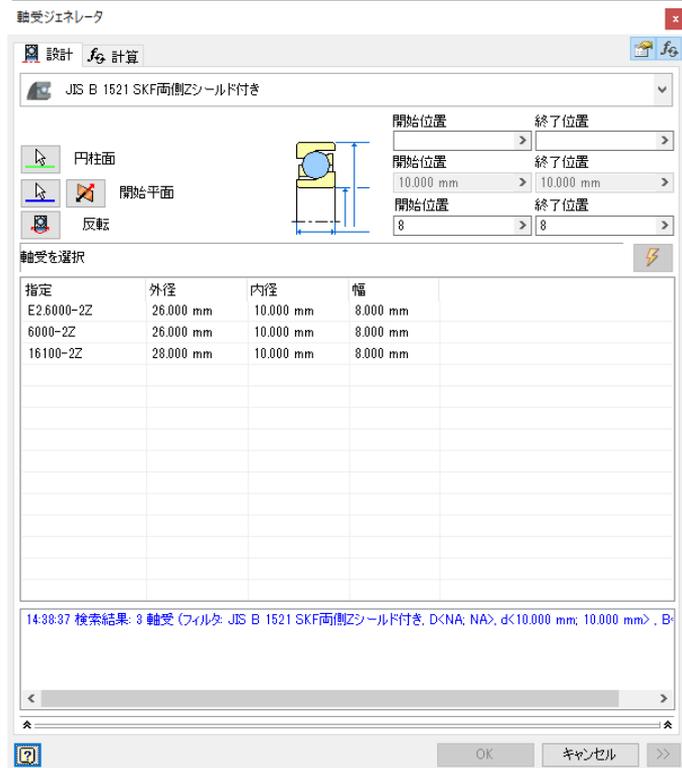
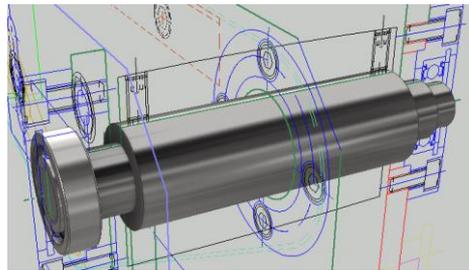
- 転がり軸受の計算用
- サイズを選定し、荷重の条件を追加して強度をチェック
- モデルがコンテンツセンターから配置される
- 結果 でレポート出力

### ■ コンテンツセンターのコンテンツを利用

- 必要に応じてコンテンツセンターを編集

### ■ 詳細はヘルプを参照

- <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2021/JPN/?guid=GUID-68F5430E-32EF-4B3B-8C88-BC1868937FAE>





# キー

## 平行キー接続ジェネレータ

### ■ 概要

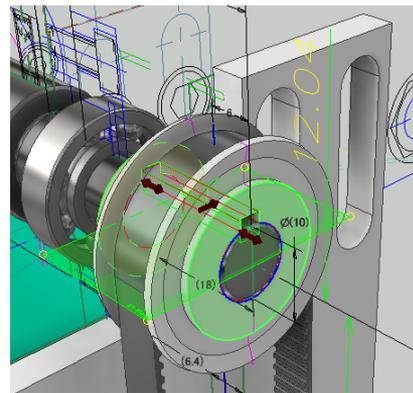
- キー ジョイントの設計と強度チェックが実行できます。
- 軸径から、対応するキー及び必要な荷重に耐える最短の長さが選択されます。
- 荷重の条件を追加して強度チェック
- モデルを生成
- 結果をレポート出力

### ■ コンテンツセンターのコンテンツを利用

- 必要に応じてコンテンツセンターを編集

### ■ 詳細はヘルプを参照

- <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2021/JPN/?guid=GUID-01B4AF44-A174-4FCB-A030-12748C0A984E>





# 歯車

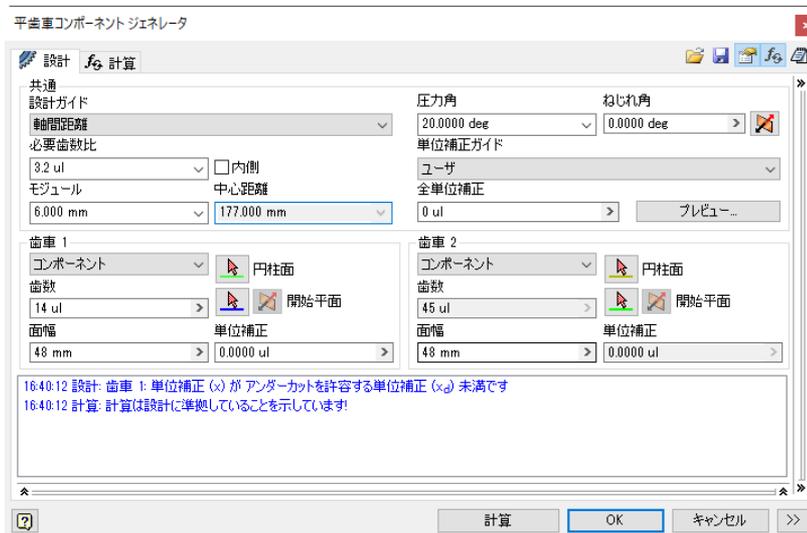
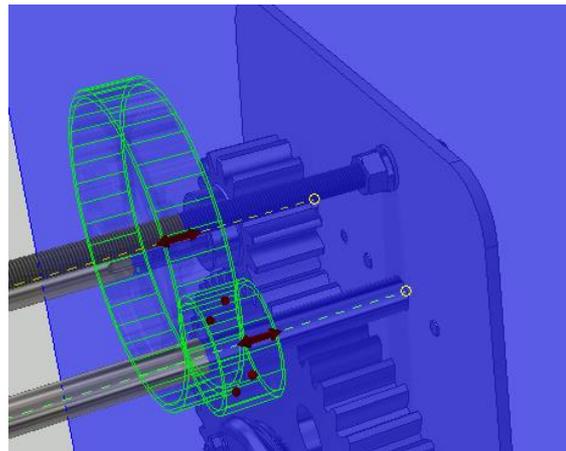
## 平歯車コンポーネント ジェネレータ

### ■ 概要

- 平歯車およびはすば歯車について、外歯車と内歯車の寸法を計算し、強さをチェックします。
- 荷重の条件を追加して強度チェック
- モデルを生成
- 結果をレポート出力

### ■ 詳細はヘルプを参照

- <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2021/JPN/?guid=GUID-CAB3855A-B6B6-44AA-978F-D086217CF2B3>



プレビュー

寸法 ギアのかみ合い ピニオンとラックのかみ合い ギアとラックのかみ合い

寸法

歯車 1 歯車 2

11.000 mm

結果

Ptb	17.713 mm
p	18.850 mm
Pt	18.850 mm
a	174.000 mm
$\alpha_t$	20.0000 deg
$\alpha_w$	22.5170 deg
$\alpha_{tw}$	22.5170 deg
d	84.000 mm
db	78.934 mm
df	69.000 mm
da	95.631 mm
W	27.746 mm
z <sub>w</sub>	2.000 ul
M	100.237 mm
t <sub>c</sub>	8.322 mm

平歯車コンポーネントジェネレータ

設計 f<sub>0</sub> 計算

強度計算方法  
ISO 6336:1996

荷重

	歯車 1	歯車 2
P	0.12 kW	0.102 kW
n	13 rpm	4.14 rpm
T	88.147 N m	235.479 N m
$\eta$	0.85 ul	

材料値

歯車 1  JIS S50C

歯車 2  JIS S50C

曲げ疲労限度  $\sigma_{Flim}$  390.0 MPa

接触疲労限度  $\sigma_{Hlim}$  1140.0 MPa

弾性係数 E 206000 MPa

ポアソン比  $\mu$  0.300 ul

熱処理 2 ul

必要寿命 L<sub>h</sub> 10000 hr

係数 精度

結果

F <sub>t</sub>	2063.175 N
F <sub>r</sub>	855.314 N
F <sub>a</sub>	0.000 N
F <sub>n</sub>	2233.439 N
v	0.057 mps
nE1	19889.283 rpm
<b>歯車 1</b>	
S <sub>H</sub>	2.063 ul
S <sub>F</sub>	8.423 ul
S <sub>Hst</sub>	1.724 ul
S <sub>Fst</sub>	19.190 ul
<b>歯車 2</b>	
S <sub>H</sub>	2.880 ul
S <sub>F</sub>	10.719 ul
S <sub>Hst</sub>	2.147 ul
S <sub>Fst</sub>	23.886 ul

16.44.08 設計: 歯車 1: 単位補正 (x) がアンダーカットを許容する単位補正 (x<sub>d</sub>) 未満です  
16.44.08 計算: 計算は設計に準拠していることを示しています!

計算 OK キャンセル

プレビュー

寸法 ギアのかみ合い ピニオンとラックのかみ合い ギアとラックのかみ合い

ファイル アセンブリ デザイン 3Dモデル スケッチ 注記を作成 検査 ツール 管理 表示 環境 スタートアップ アドイン Vault コラボレーション エレメカ

ボルト締結 クレビスピン フレームメンバを挿入 エンドキャップを挿入

変更 コナージョイント 再利用 再利用を変更 フレームメンバ情報

マイタ トリム/延長 ノッチ 伸縮 フレーム

フレーム解析 軸 平歯車

回転軸受 歯付きベルト キー 動力伝達

円板カム 角形スプライン オリング

圧縮 引張り ねじり

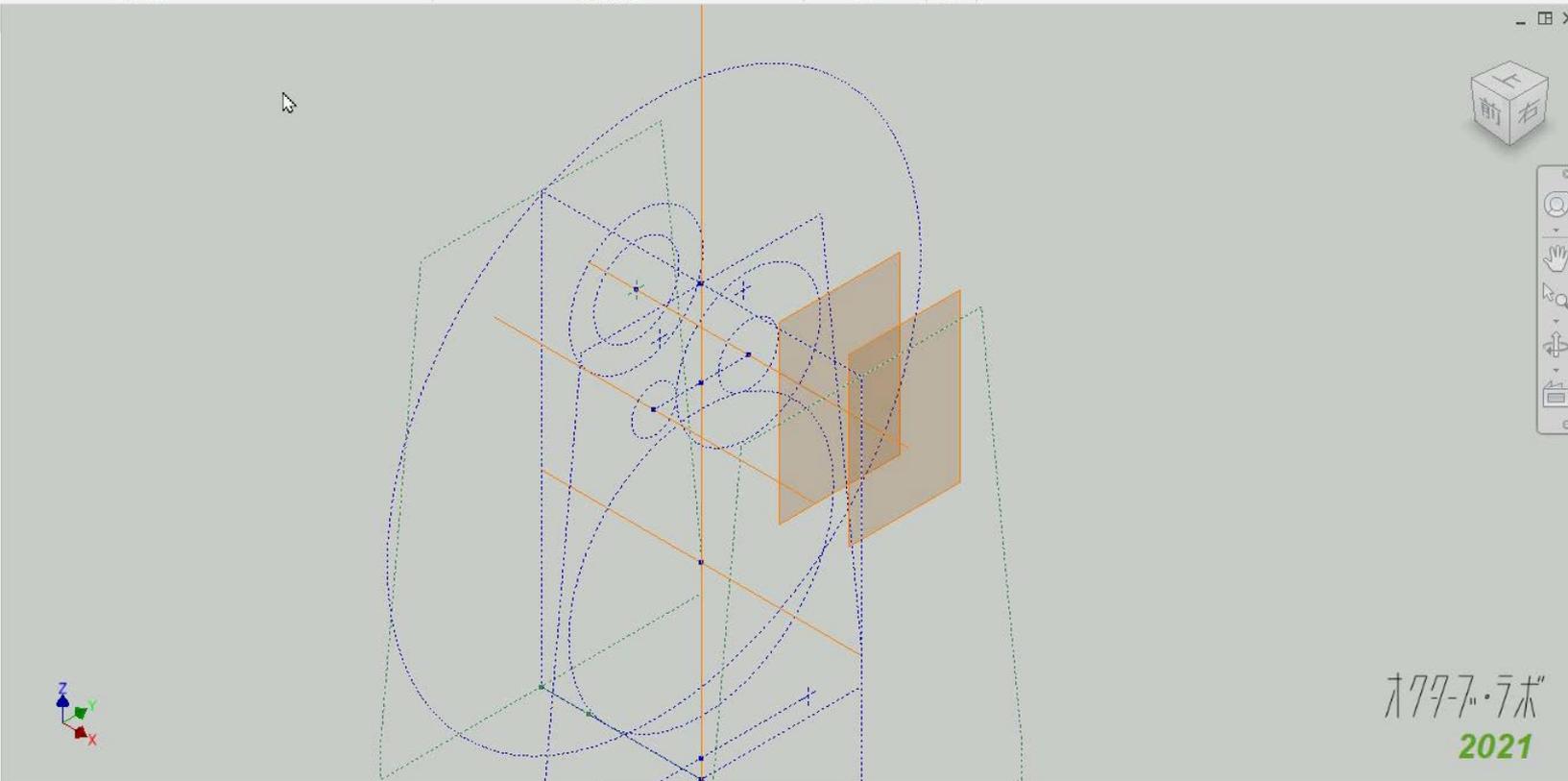
公差解析

モデル x iLogic +

アセンブリ | モデリング

Winch Type2A\_平歯車詳細設計.iam

- 関係
- リプレゼンテーション
- Origin
- Winch Type2A\_skeleton 説明用.1
  - 平歯車.1
  - 平歯車.2



Navigation toolbar with icons for: Home, Rotate, Move, Zoom, and other standard CAD navigation functions.

オクターブ・ラボ  
2021

# 歯付きベルト (タイミングベルト)

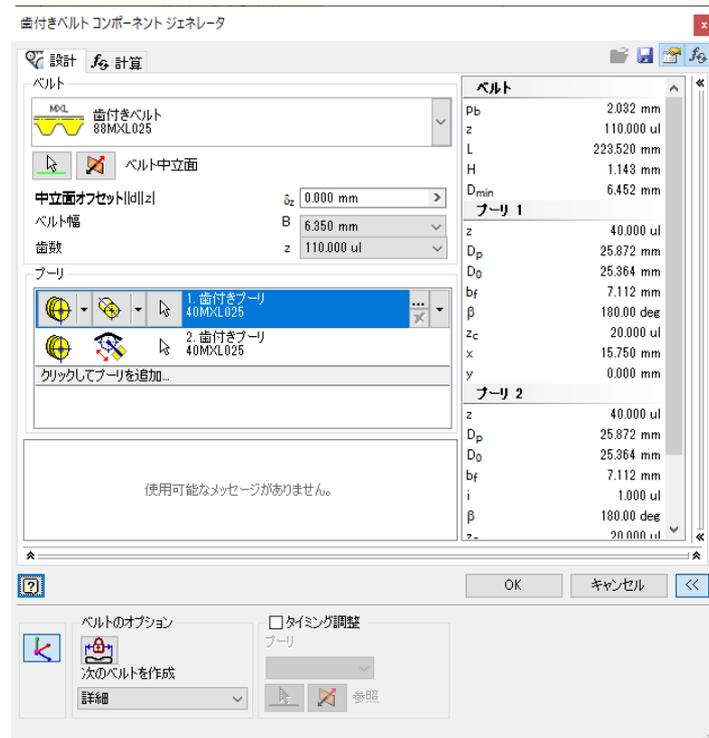
## 歯付きベルトコンポーネント ジェネレータ

### ■ 概要

- さまざまな歯付きベルト駆動用に使用できるモデリング ツール。
- 荷重の条件を追加して強度チェック
- モデルを生成
- 結果をレポート出力

### ■ 詳細はヘルプを参照

- <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2021/JPN/?guid=GUID-8EB0A05F-6A84-4C0F-AD7C-819D2448DBA5>



ファイル アセンブリ デザイン 3Dモデル スケッチ 注記を作成 検査 ツール 管理 表示 環境 スタートアップ アドイン Vault コラボレーション エレメカ

配置 作成 自由移動 自由回転 ジョイント 拘束 表示 不具合を表示 すべて非表示 関係

パターン fx 部品表 パラメータ 管理

派生 代替を作成 生産性

平面 軸 点 UCS 作業フィチャ

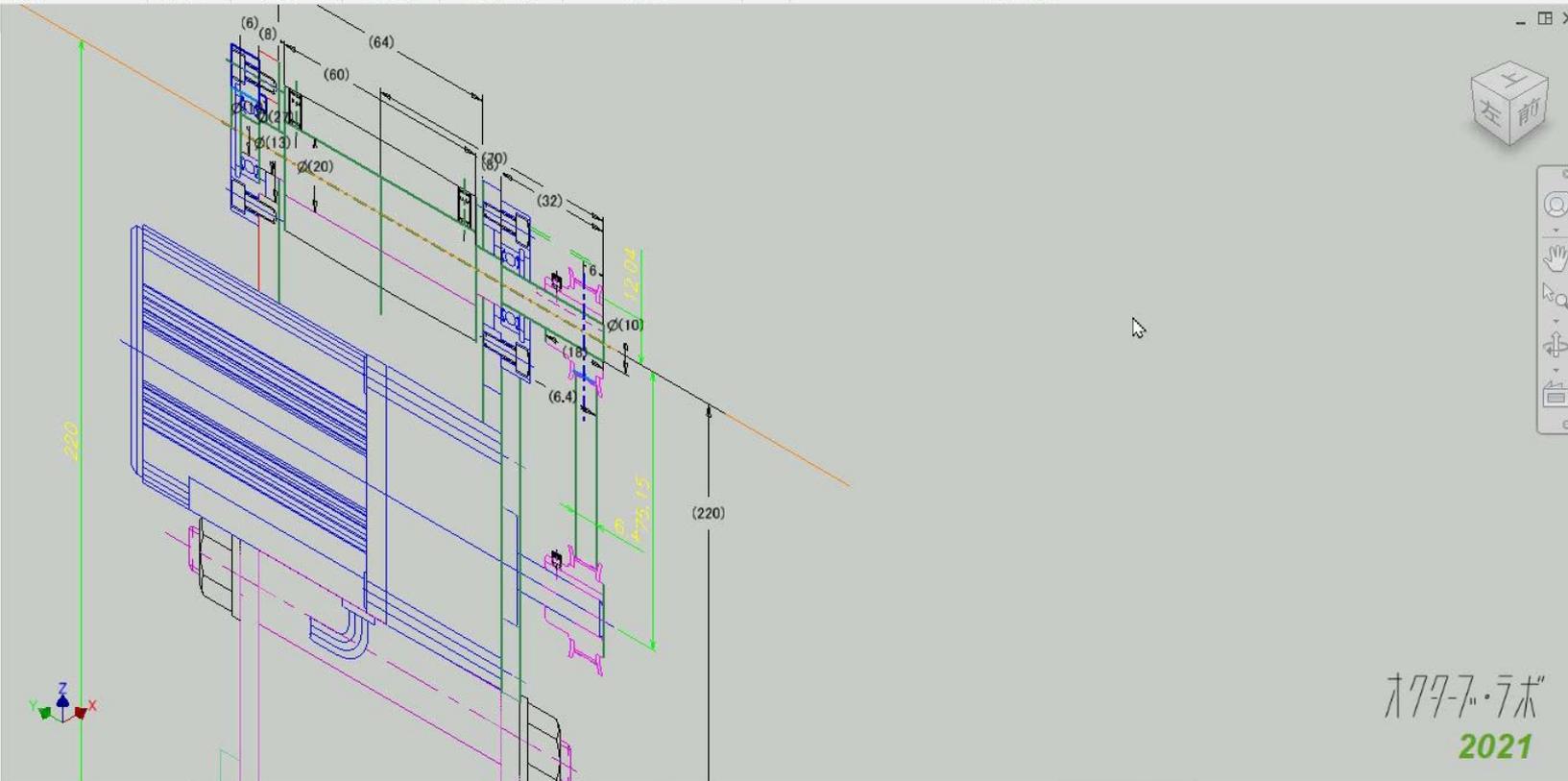
シュリンクラップ 代替をシュリンクラップ 簡略化

コンテンツセンターから配置 ダイナミック シミュレーション 解析 Studio 照明スタイル ユーザーコマンド

モデル x iLogic +

アセンブリ | モデリング

- TEST303-02.iam
  - 関係
  - リプレゼンテーション
  - Origin
  - CONV303 skeleton:1
    - Origin
    - FRONT\_WP
    - CONV-00000.DWG
    - FRONT\_SK
    - LEFT\_WP
    - CONV-00000.DWG
    - LEFT\_SK
    - RIGHT\_WP
    - CONV-00000.DWG
    - RIGHT\_SK
    - 駆動軸開始面
    - 駆動軸
    - タイミングベルト中立軸
    - タイミングベルト取付面
    - コンベアフレームR面
    - コンベアフレームR\_SK
    - 架台取付面
    - 架台取付SK
    - パーツの終端
    - 歯付きベルト伝達1



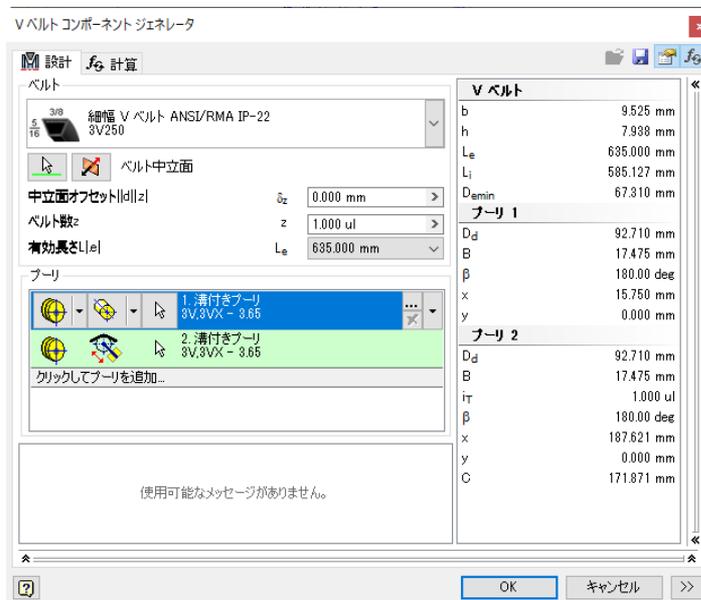
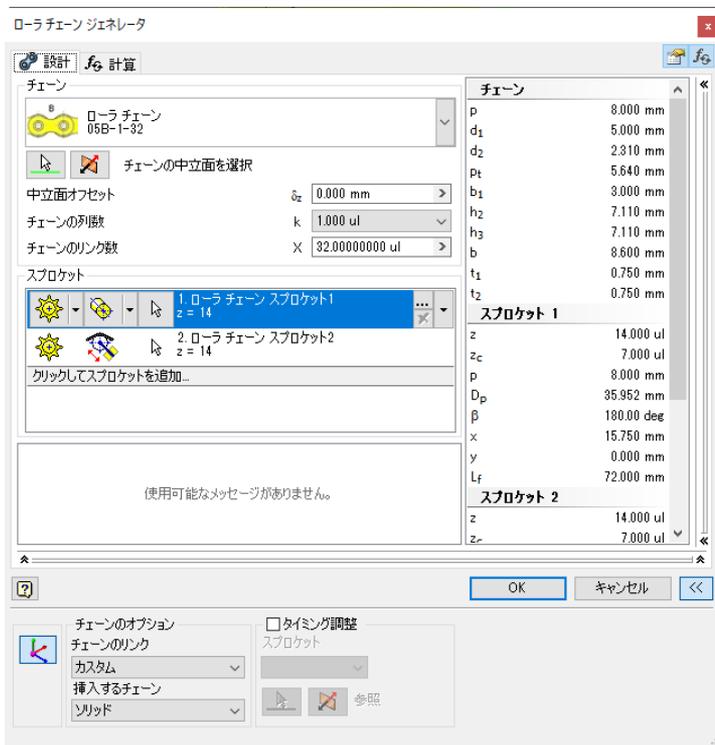
左前

Navigation icons: Home, Rotate, Pan, Zoom, etc.

オクターブラボ  
2021

# ローラーチェーン・Vベルト

基本的な設定方法は歯付きベルトと同じ



# ばね

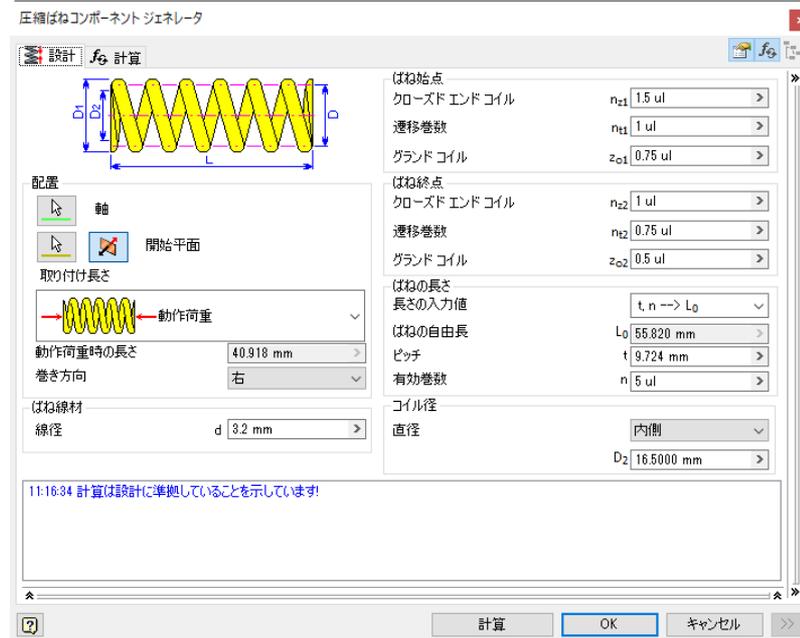
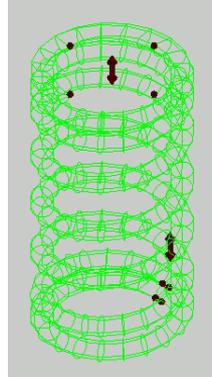
## 圧縮ばねコンポーネント ジェネレータ

### ■ 概要

- 設計モードでは、必要寸法・必要荷重から、ばねの線径、巻き数、コイル径、材料などを設計します。
- チェックモードでは、取り付け寸法またはばね荷重が計算されます。
- モデルは右巻きコイルによって作成されます。
- モデルを生成
- 結果をレポート出力

### ■ 詳細はヘルプを参照

- <https://help.autodesk.com/view/INVNTO/R/2021/JPN/?guid=GUID-E5C8B9B9-81D7-4CA6-85DA-AAA761A62395>



ファイル アセンブリ デザイン 3Dモデル スケッチ 注記を作成 検査 ツール 管理 表示 環境 スタートアップ アドイン Vault コラボレーション エレメカ

配置 作成 自由移動 自由回転

ジョイント 拘束 表示 不具合を表示 すべて非表示

コンポーネント 位置

パターン ミラー コピー パターン 管理

派生 代替を作成 生産性

平面 点 UCS 作業フィチャ

シュリンクラップ 代替を シュリンクラップ 簡略化

コンテンツセンターから配置 ダイナミック シミュレーション 構造 解析 Studio 照明スタイル

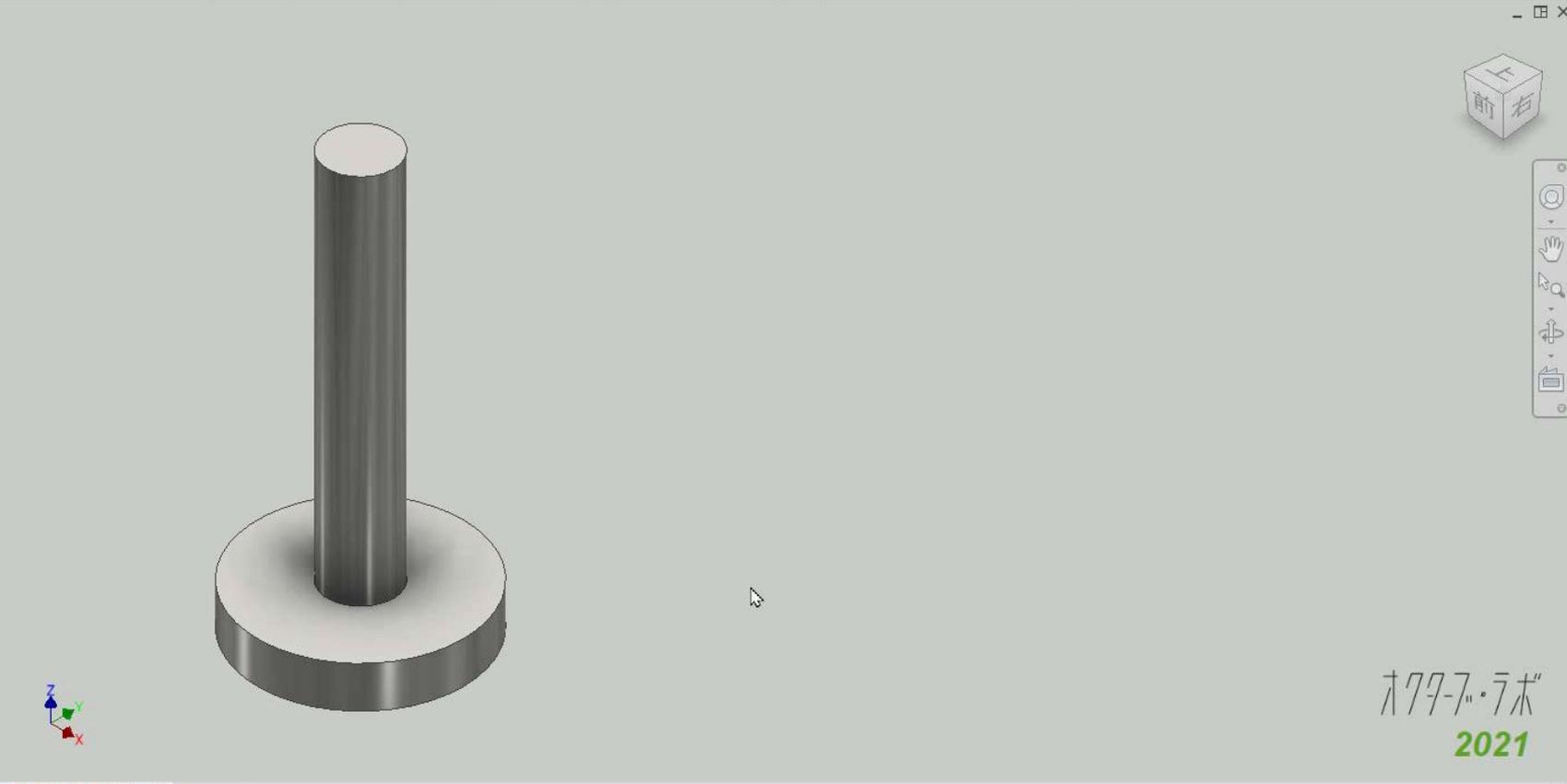
ユーザ コマンド

モ... x iLogic +

アセンブリ | モデリング

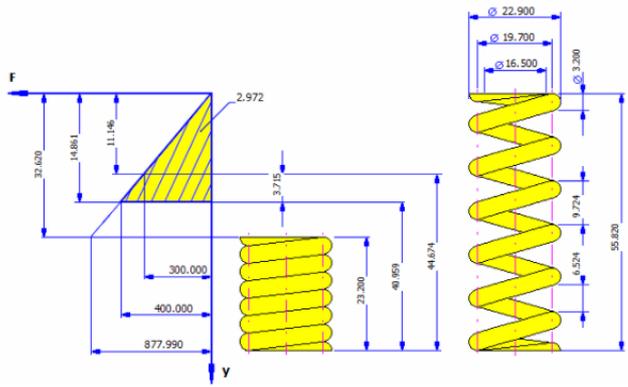
圧縮ばねTEST 303-03.iam

- 関係
- リプレゼンテーション
- Origin
  - YZ Plane
  - XZ Plane
  - XY Plane
  - X Axis
  - Y Axis
  - Z Axis
  - Center Point
- CYL 16 x 100 303.1
- 圧縮ばね:1
- 圧縮ばね:1
- 圧縮ばね:1



Navigation toolbar with icons for: Rotate, Pan, Zoom, Move, and Print.

オクターブ・ラボ  
2021

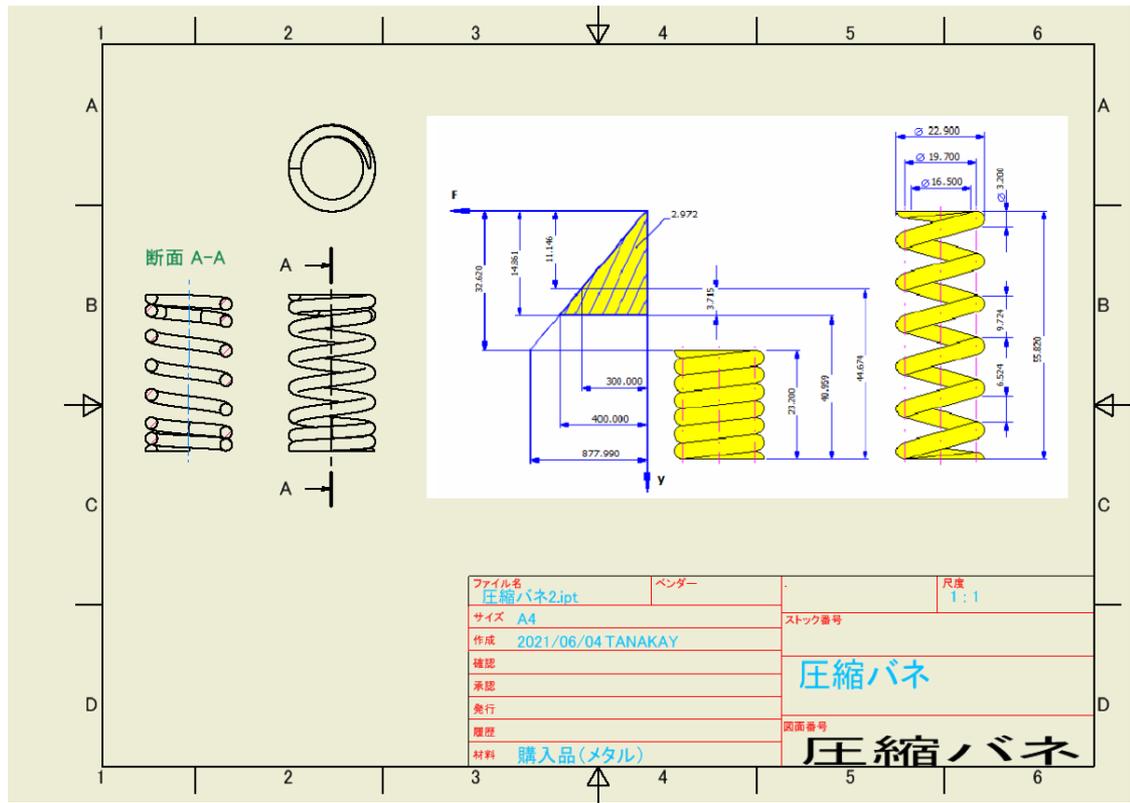


結果

自由長での巻き節長さ	a	6.524 mm
自由長でのピッチ	t	9.724 mm
応力集中係数	$K_w$	1.000 ul
ばね定数	k	26.916 N/mm
最小荷重時のばねたわみ	$s_1$	11.146 mm
全ばねたわみ	$s_8$	14.861 mm
限界ばねたわみ	$s_9$	32.620 mm
ばねの限界テスト長さ	$L_{minf}$	25.970 mm
ばねの長さの理論上の限界	$L_9$	23.200 mm
ばね限界力	$F_9$	877.990 N
最小荷重時の応力	$T_1$	459.280 MPa
最大荷重時の応力	$T_8$	612.374 MPa
密着長さ応力	$T_9$	1344.144 MPa
ばねの危険速度	v	20.844 mps
ばね波動における自然振動数	f	586.885 Hz
変形エネルギー	$W_8$	2.972 J
ワイヤ長さ	l	472.800 mm
ばね質量	m	0.030 kg
ばねチェックの結果		正

メッセージの要約

10:26:12 : 計算は設計に準拠していることを示しています!



# ボルト締結

## 歯付きベルトコンポーネント ジェネレータ

### ■ 概要

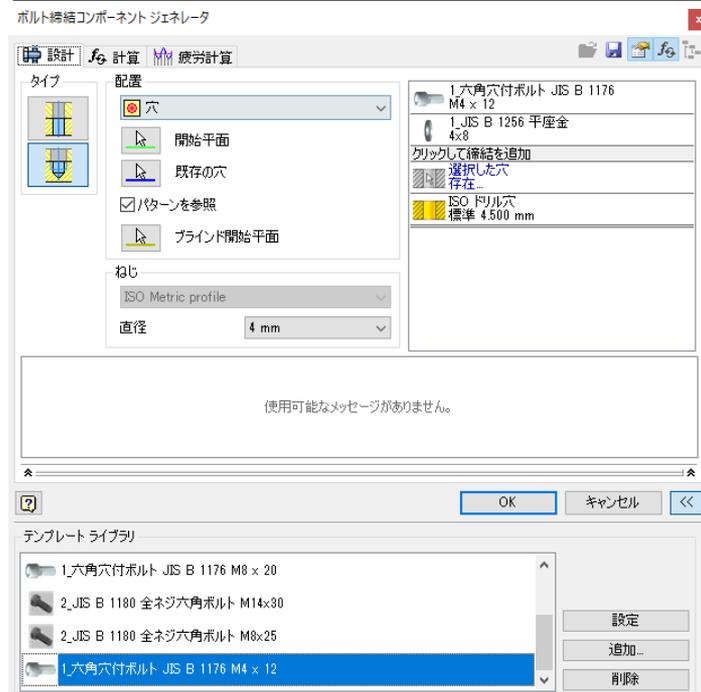
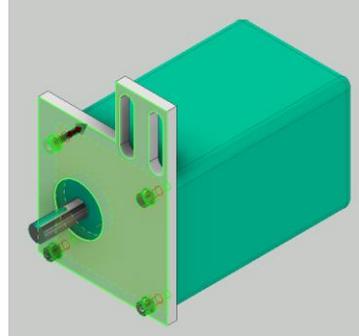
- ボルト締結の設計とチェック
- コンテンツセンターから締結部品を選択、ボルトの組み合わせを配置
- 部品に穴、ネジ穴をモデリング

### ■ コンテンツセンターのコンテンツを利用

- 必要に応じてコンテンツセンターを編集

### ■ 詳細はヘルプを参照

- <https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2021/JPN/?guid=GUID-3A51B44B-7C58-44F2-A608-3932A9F787E7>



ファイル アセンブリ デザイン 3Dモデル スケッチ 注記を作成 検査 ツール 管理 表示 環境 スタートアップ アドイン Vault コラレーション エレメンツ

配置 作成 自由移動 自由回転 ジョイント 拘束 表示 不具合を表示 すべて非表示 コンポーネント 位置

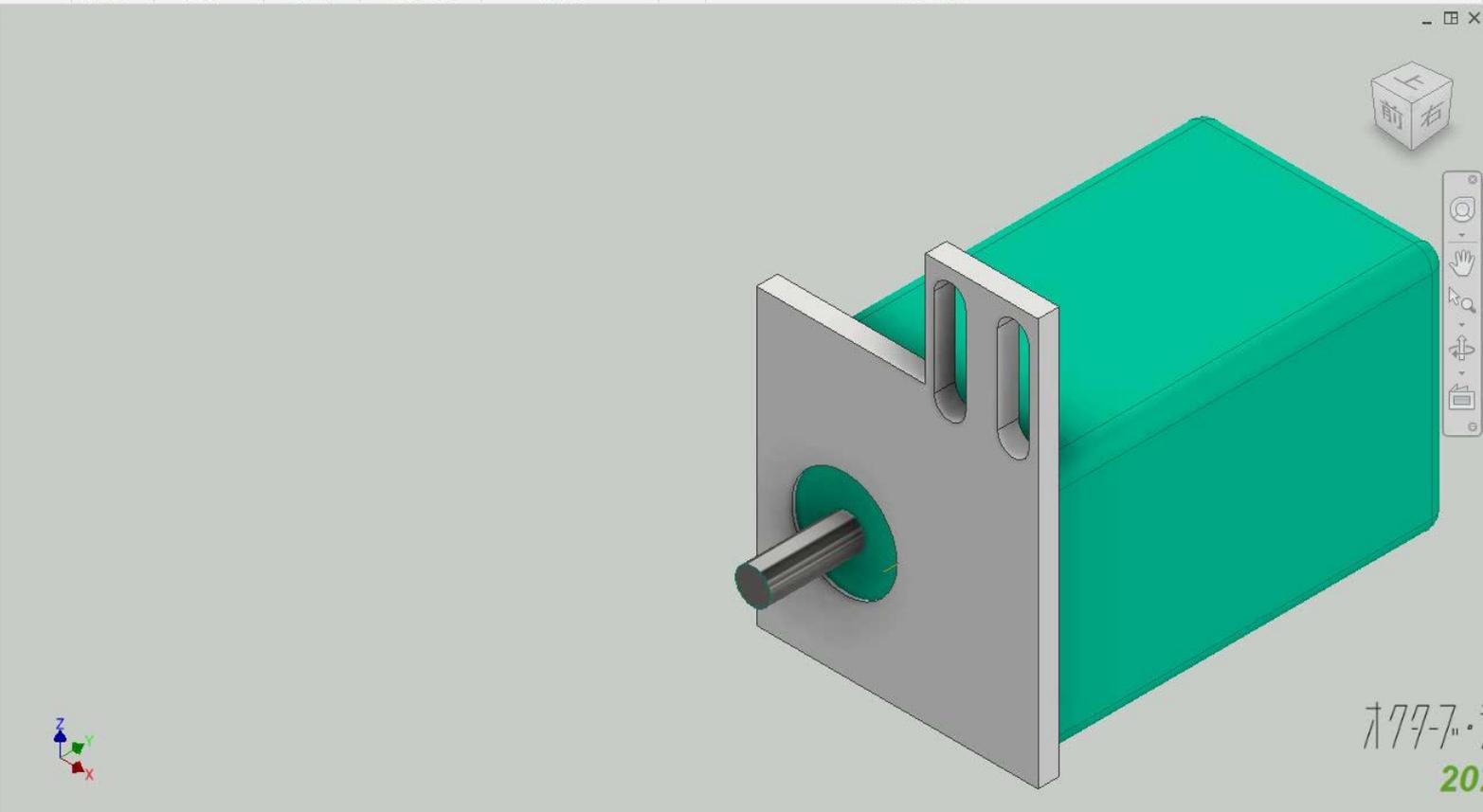
パターン ミラー 部品表 パラメータ 管理 派生 代替を作成 生産性 平面 軸 点 UCS 作業フィーチャ シュリンクラップ 代替を シュリンクラップ 簡略化 ユーザコマンド

コンテンツセンターから配置 ダイナミックシミュレーション 解析 Studio 照明スタイル

モデル x iLogic +

アセンブリ | モデリング

- MotorAssy303 ボルト締結.iam
  - 関係
  - リプレゼンテーション
  - Origin
  - モータブラケット303 (2):1
  - MOTOR303-01:1
  - プレートシャープコーナー(mm) 500 x 500 x 16:1
  - プレート丸角(mm) 250 x 12:1



# 設計手順紹介



# ベルト駆動減速機

## 設計手順紹介

- **Mechanical design with intent の資料を利用**
  - <https://customersuccess.autodesk.com/disciplines/mechanical/challenges/mechanical-design-with-intent>



### Mechanisms Design in Mechanical Engineering (ME-MM01)

Mechanisms control and transform movement in machines and as such are one of the most common elements mechanical engineers calculate and ...

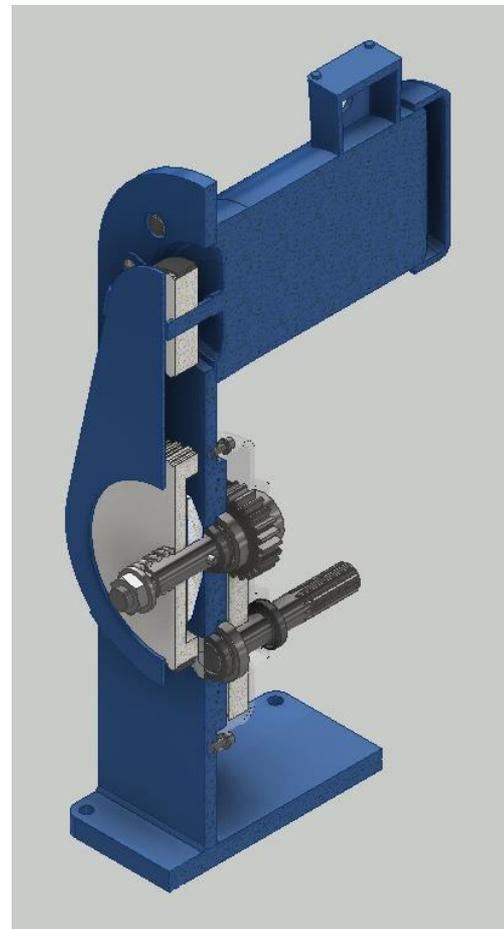
→ REVIEW



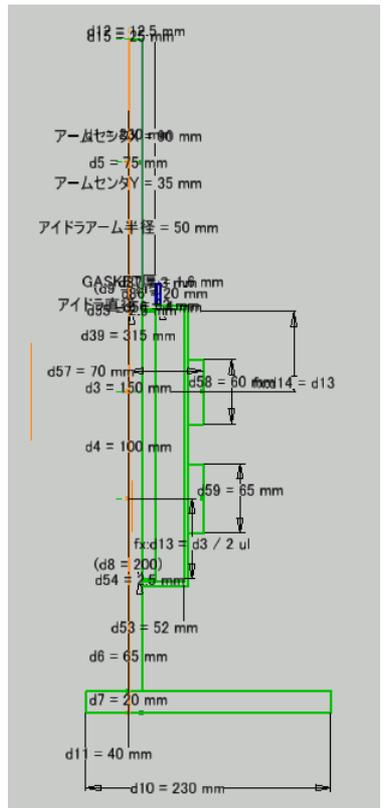
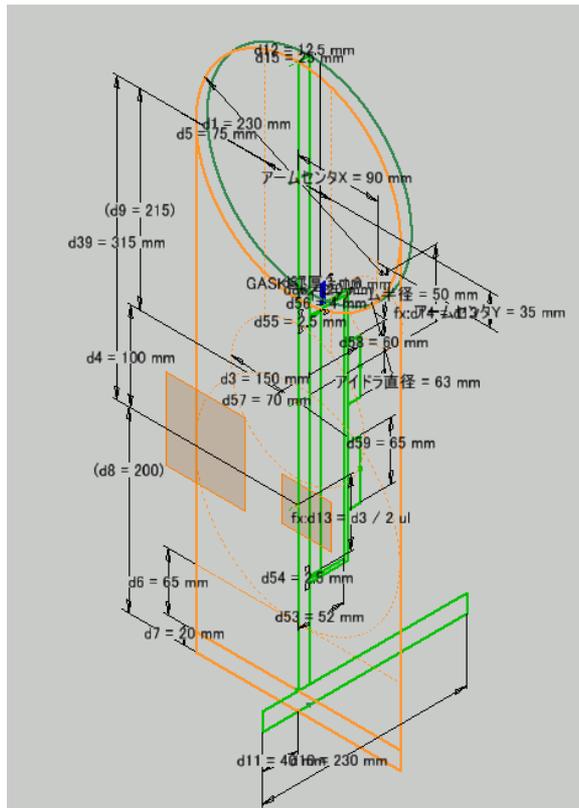
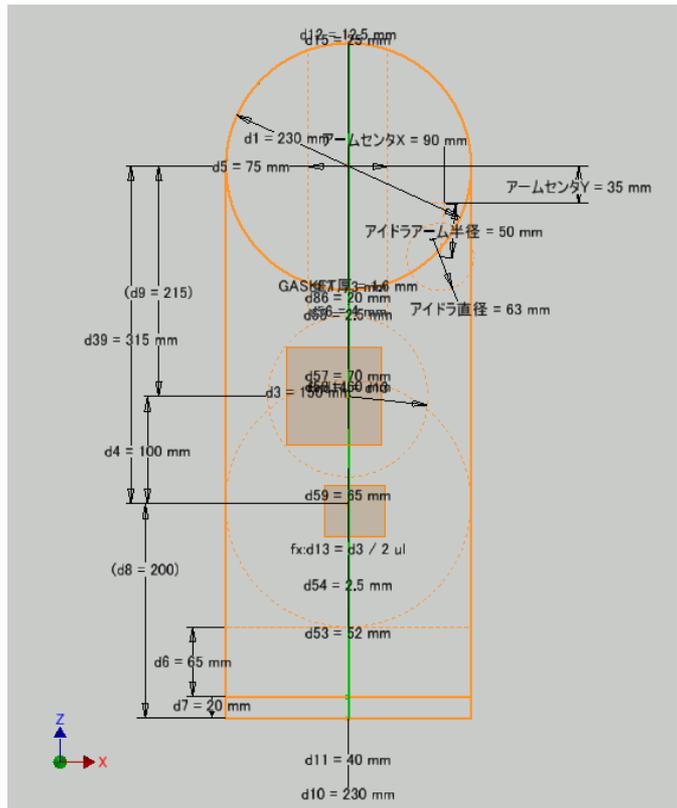
### Machine Elements Design in Mechanical Engineering (ME-MM02)

In this course you will learn how to design static elements of Machines such as frames, bolted connections and others based on a hypothet...

→ REVIEW

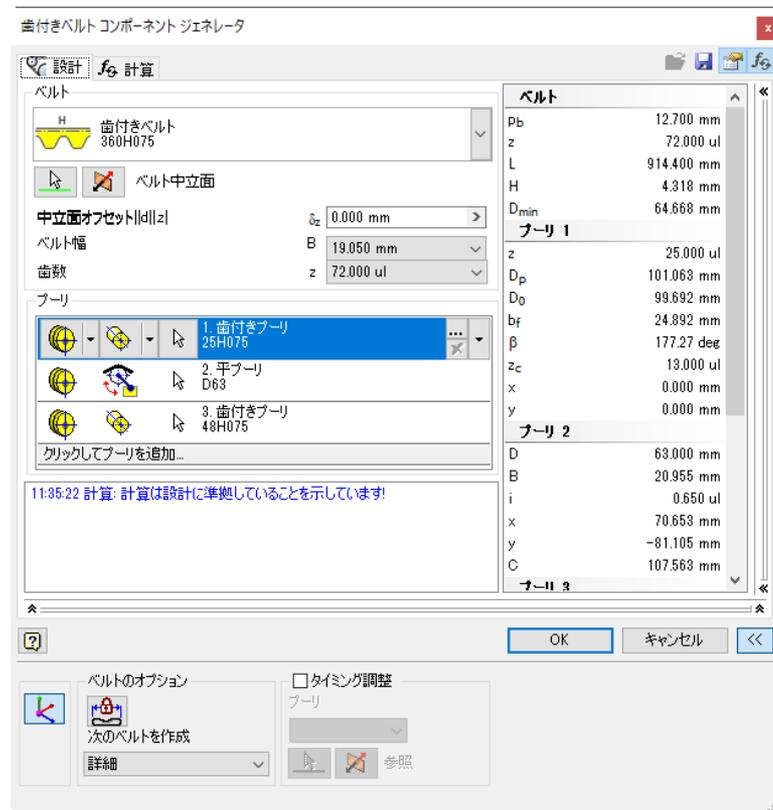
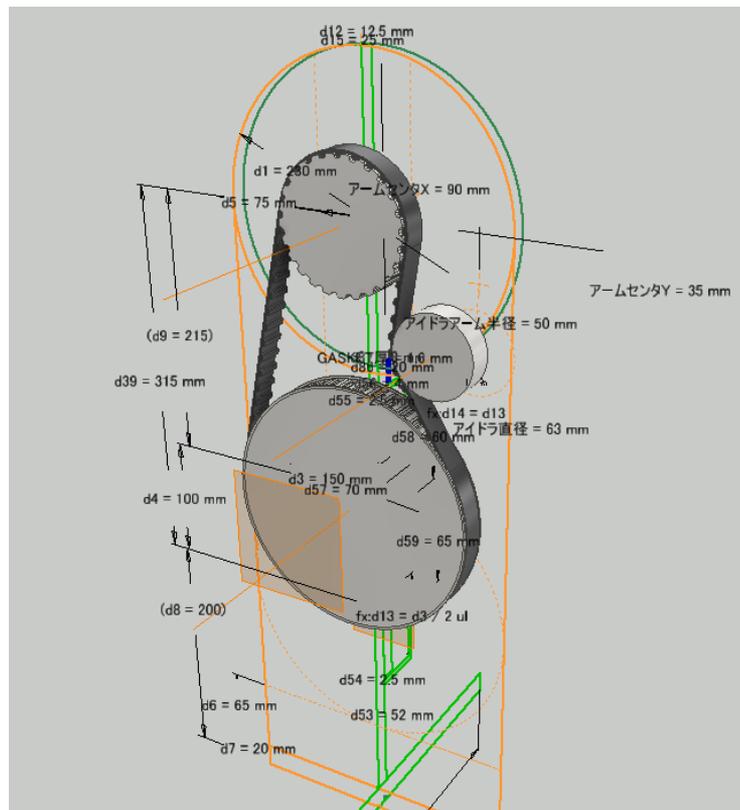


# スケルトン



# タイミングベルトの設計

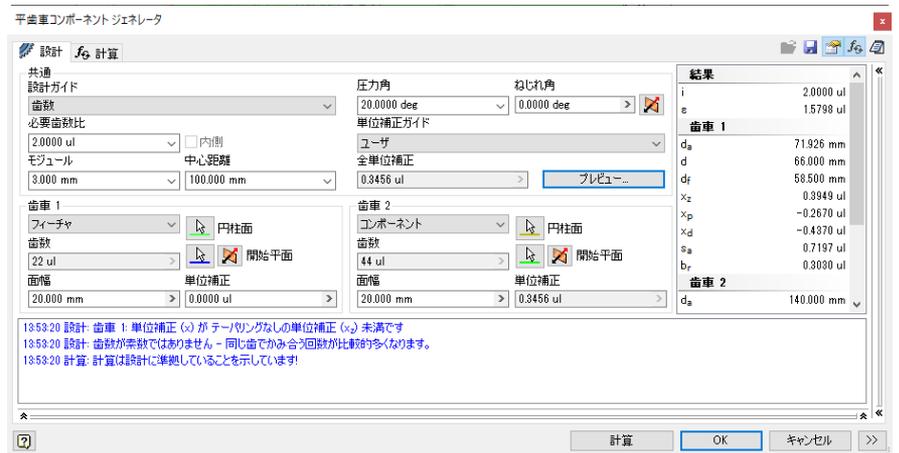
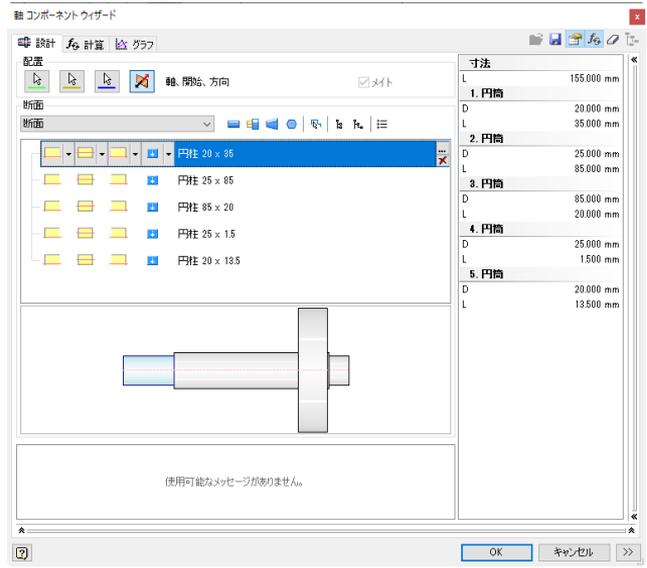
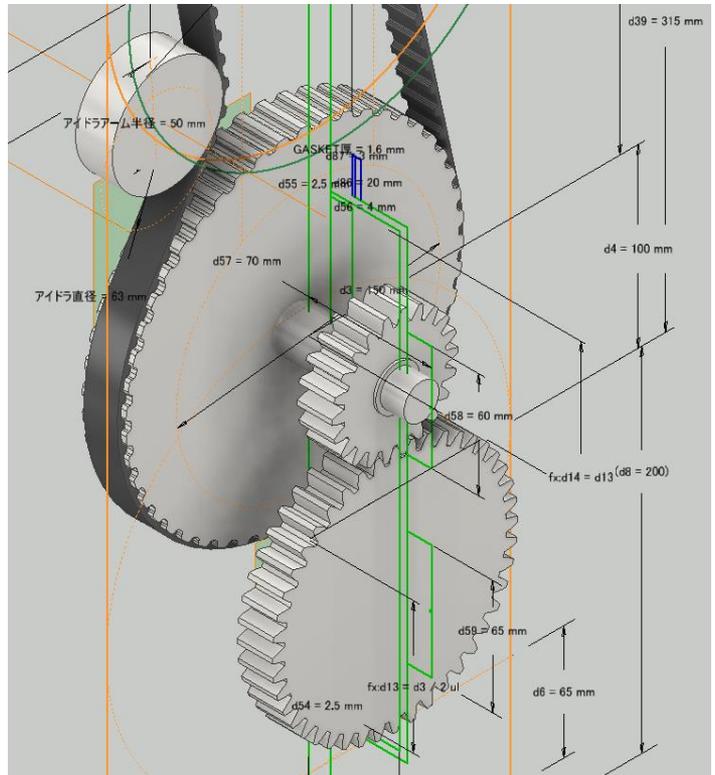
## 歯付きベルトコンポーネントジェネレータ





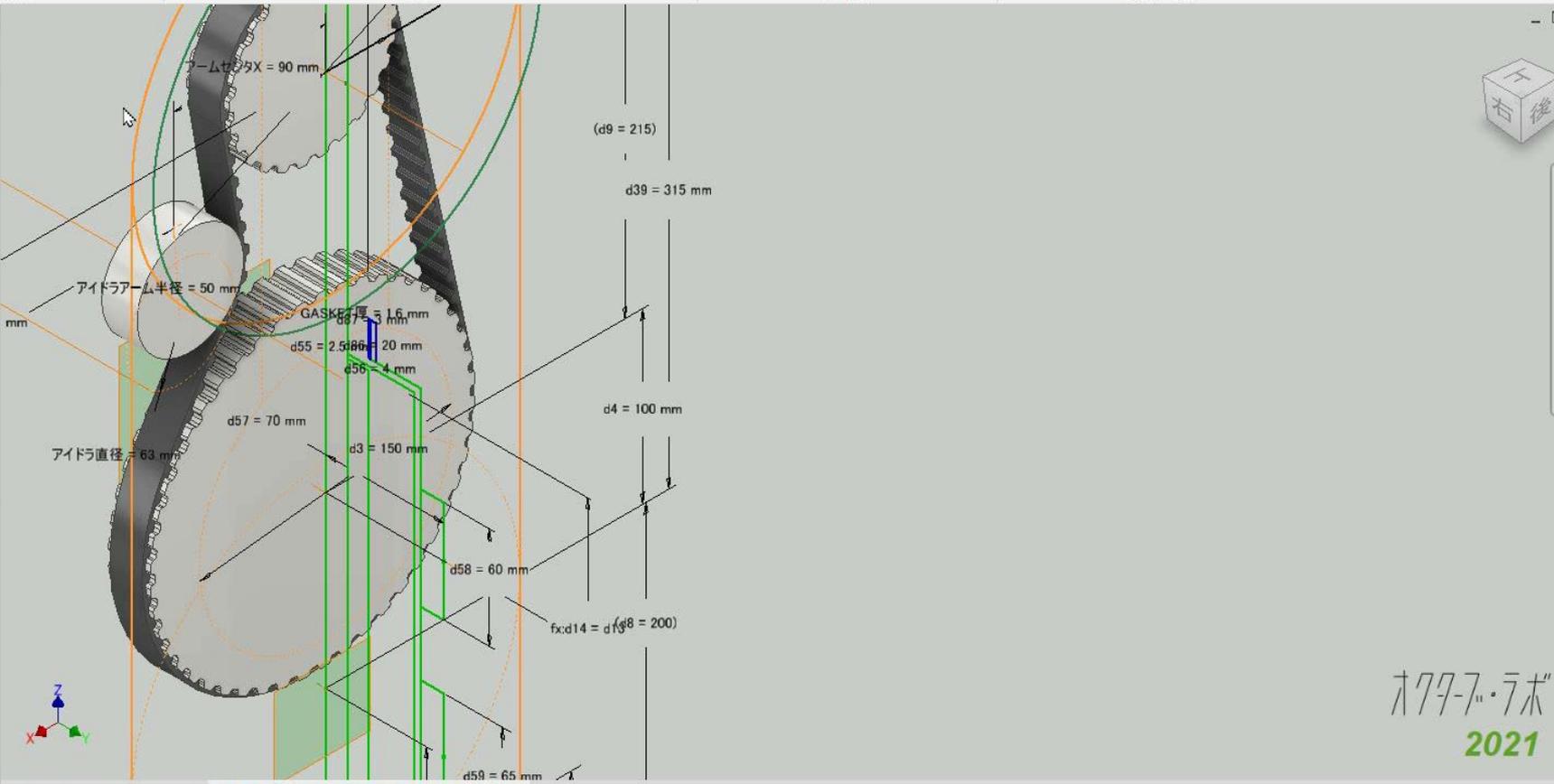
# 中間軸の設計

## 軸コンポーネントウィザード 平歯車コンポーネントジェネレータ



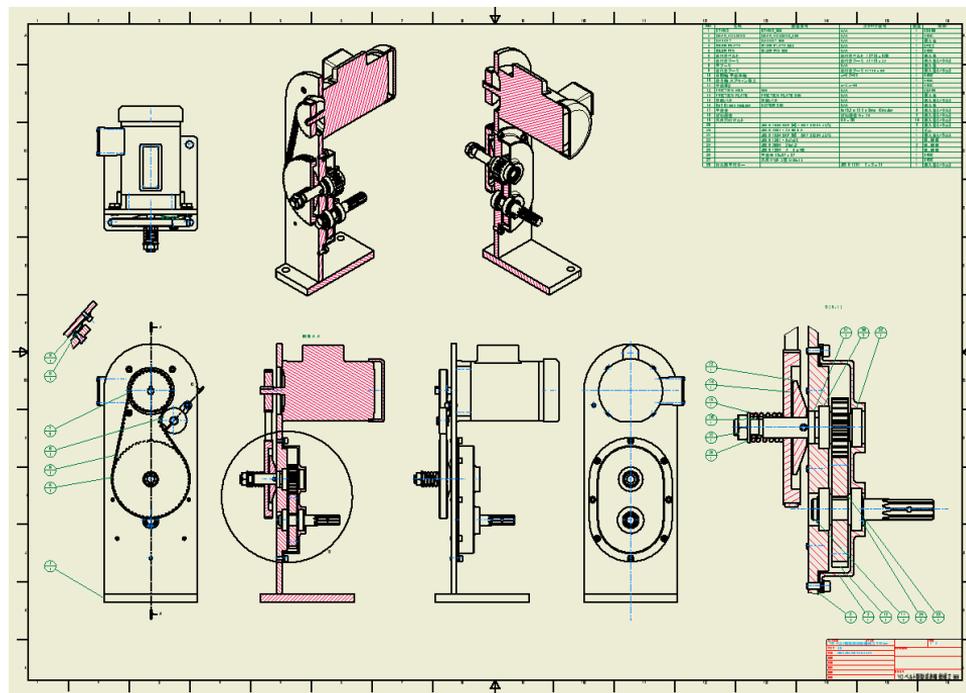
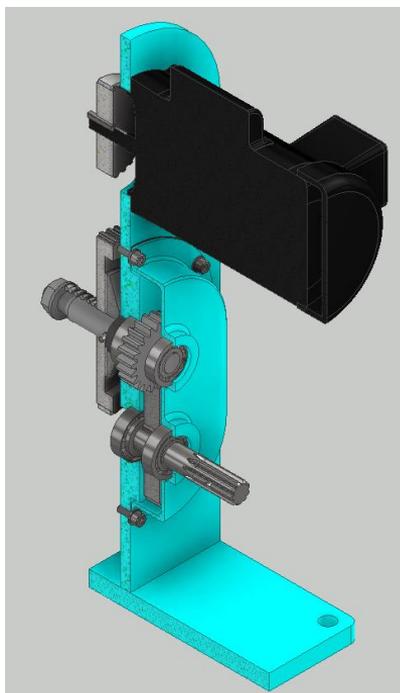
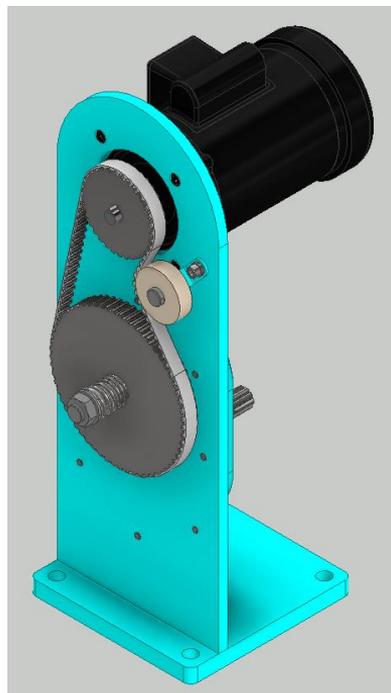
ファイル アセンブリ デザイン 3Dモデル スケッチ 注記を作成 検査 ツール 管理 表示 環境 スタートアップ アドイン Vault コラボレーション エレメカ  
 表示プリセット Light Theme レイトレーシング  
 テクスチャオン  
 ユーザ インタフェース フルスクリーン 表示 切り替え 新規  
 ウィンドウ  
 フルナビゲーション ホイール 画面移動 ビュー正面 全画面表示 戻る 拘束オビット ホームビュー ナビゲーション

- モデル: X + 検索
- アセンブリ | モデリング
  - YO\_バルト駆動減速機
    - 関係
    - リプレゼンテーション
    - Origin
      - YZ Plane
      - XZ Plane
      - XY Plane
      - X Axis
      - Y Axis
      - Z Axis
      - Center Point
    - YO\_バルト駆動減速機
      - Origin
      - 正面\_WP
      - 正面\_SK
      - 右側面\_SK
      - 駆動軸
      - 中間軸
      - 出力軸
      - アイドル軸
      - 減速機構\_SK
      - 歯付きバルト面
      - 歯車面
      - ハウジング\_SK
      - 中間軸開始面
      - 出力軸開始面
      - 取付背面
      - 作業平面7
      - ハウジング取付
      - スケッチ10
      - 角度3 (0.00 d
      - メイト21
      - メイト22



オクティブ・ラボ  
2021

## 完成



# 既存電子カタログの3Dモデルとのかかわり方

## 機械要素の3Dモデルが既にある場合の設計手順

### ■ 構想設計

- スケルトン→ジェネレータで設計仕様確認
- 結果をテンプレートに保存しておく
- この段階では電子カタログの3Dモデルは使わない。ジェネレータでコンポーネントを作成。

### ■ 詳細設計

- ジェネレータからテンプレートを読み出す
- コンポーネントは仮想を選択して実行
- 作成ジオメトリ（図の場合はタイミングベルト）を利用して電子カタログの3Dモデルを配置する

### ■ 構想設計と詳細設計は別モデル（別ファイル）

- テンプレートを利用して設計仕様を共有する



# まとめ



オクターブ・ラボ ©  
2021年5月

# まとめ

電卓やエクセルでなく、CAD上で設計計算を行うテクニック

## 1. 3DCADで機械要素の設計計算

- Inventor デザインアクセラレータ概要
- 環境設定

## 2. 機械要素別の設計手法

- 軸、軸受、キーなど
- 歯車
- Vベルト・歯付きベルト・チェーン
- ばね
- ボルト締結

## 3. 設計手順紹介

# What's Next?

電卓やエクセルでなく、CAD上で設計計算を行うテクニック

## 1. 計算チェックの機能をまず使っている

- 従来の設計方法での計算結果をデザインアクセラレータでチェック

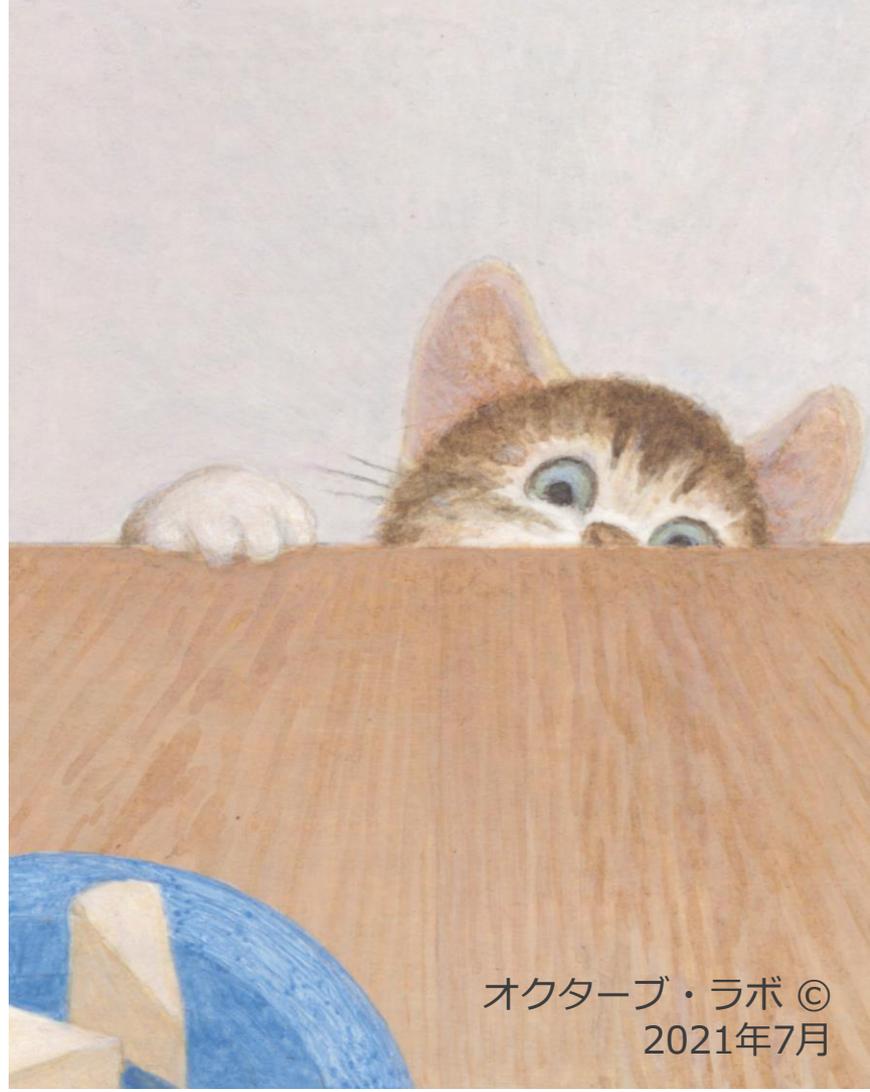
## 2. デザインアクセラレータを使って、CAD上で設計計算

- 計算結果の妥当性を確認
- 自社での運用方法を決定する

## 3. 良く使用する設計計算をテンプレートにして、標準化

- ムダやムラの無い設計が可能に

# Q&A



オクターブ・ラボ ©  
2021年7月



ご清聴ありがとうございました