

IM472932

# Inventor による自動設計の基本のキ

丹羽 博之

メニックス株式会社／業務企画部

## 学習の目的

- スケルトンモデルを作成し、パラメータ可変するモデルのポイント解説
- スケルトンモデルを利用したアセンブリの作成
- 設計テンプレートを流用するフロー説明
- 自動設計の手法についての説明

## 説明

Inventor のスケルトンモデルを利用した、設計手法を中心に自動設計に必要なポイントを解説します。例えば、カスタム商品で同じような設計作業を、日々繰り返し行っている場合、3次元のモデリング手法を活用する事で、大きな効率化を達成する事が可能です。まずはスケルトン・パラメータを理解して、自動設計への一步を踏み出しましょう。

## スピーカーについて

メニックス株式会社／業務企画部

丹羽 博之

【経歴】1990年代から搬送機器メーカーに在籍し、機械設計に従事。2000年代に入り、Inventor が日本へ上陸した頃、所属会社の3DCADをリプレースするタイミングと重なり、CAD マネージャとして Inventor と関わり合う事となった。

それ以来、20年近くを Inventor・Vault・AutoCAD Mechanical・Fusion360 等の Autodesk 製品と格闘する日々を続けている。

2005年に開催された Autodesk デザインコンテストでは、Inventor での 3D 設計の取り組みを発表して、機械設計分野で日本一に輝く。

その後、ユーザ会への参加や 3DCAD 勉強会を開催する事で、自分自身のスキルアップだけでなく、ユーザの皆さんへの技術・情報などの共有に尽力する。

2015年からは、3DCAD の立ち上げや使い方でも苦労している会社様への支援や教育を主な業務としており、2018年にはエキスパートエリートのメンバーに認定。2017年～2019年の3年間、AUJでハンズオンセッションを担当してきた。



## 自動設計へのハードル

会社から Inventor で自動設計に取り組むように、命じられました。実際に経験した事のない方は、「3次元設計?」、「自動設計?」、「プログラム?」、「複雑すぎて無理だろう」と感じた方が多いと思われます。

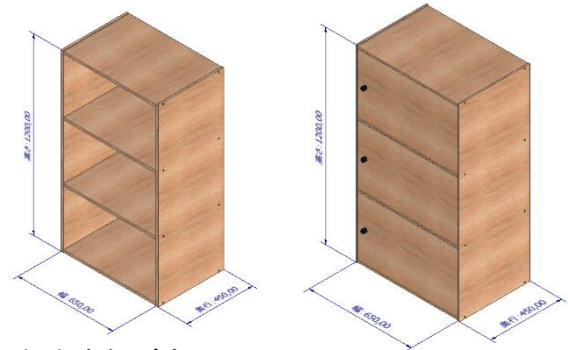


実は、Inventor では、難しい事は考えず、基本的なスキルをマスターすれば、自動設計に近いことを簡単に実現する事ができます。まずは、目指す目標値として 100%の自動化ではなく 90%とか 80%の自動化から取り掛かってみてみませんか。

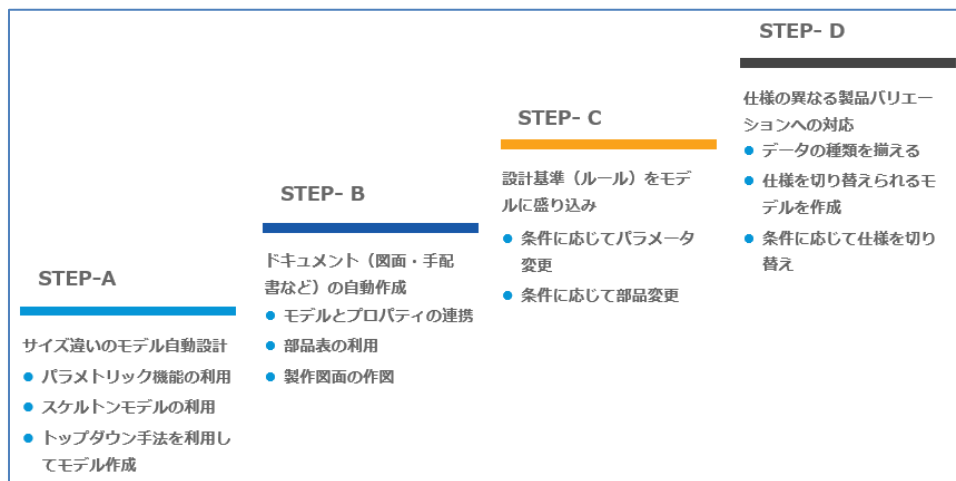
## 自動設計への要求

どんな事を盛り込んで自動設計をしたいのか?

- 1) サイズ違いのモデル自動設計
- 2) ドキュメント(図面・手配書など)の自動作成
- 3) 設計基準(ルール)をモデルに盛り込み
- 4) 仕様の異なる製品バリエーションへの対応



などの要求事項にたいして、Inventor で実現する為には何をすれば良いのか。カラーボックスを題材にし、下図のような4つの STEP に分け、ポイントを解説します。



## STEP-A 「サイズ違いのモデル自動設計」

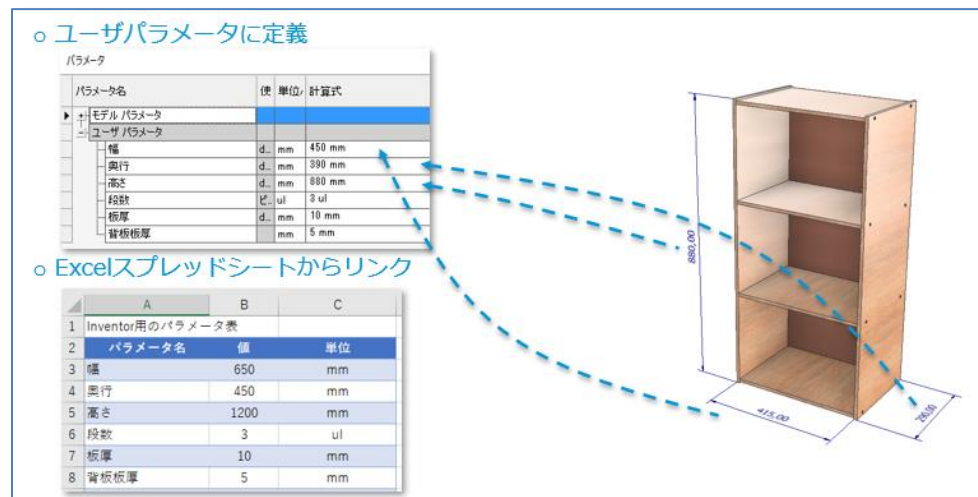
自動設計に一番重要となる、製品の基本となる 3D モデルの作成を行います。  
 具体的には、パラメトリック機能やスケルトン手法・トップダウン手法を用いてモデルを構築していきます。これらの基本モデルを製品テンプレートとして、データセットを管理し、製品設計時には、このデータセットを流用して設計していきます。このような設計の仕方を、一般的には「テンプレート設計」と呼ばれています。

### パラメトリック機能の利用

まず、製品設計に必要な主要寸法や仕様を、パラメータとして定義します。

パラメータの定義方法は、

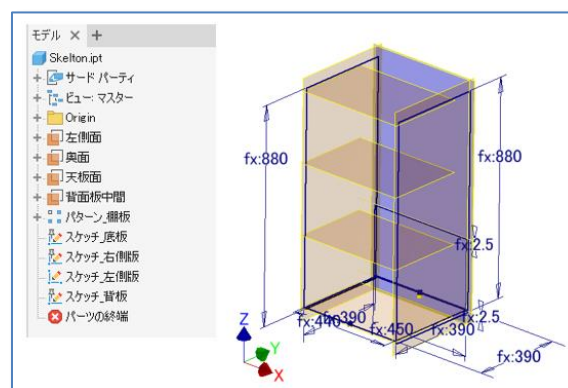
- ・Inventor のパラメータにユーザパラメータとして作成
  - ・Excel を使用してパラメータ表を作成して Inventor にリンクする
- どちらの方法でも可能です。



### スケルトンモデルの利用

次に、先程作成したパラメータを使用して、スケルトンモデルの作成をします。

スケルトンモデルは、「スケッチ」「作業ジオメトリ」「ソリッド要素」などを使用して構築していきます。製品の計画を 3D 空間上でザックリと行っていくイメージです。

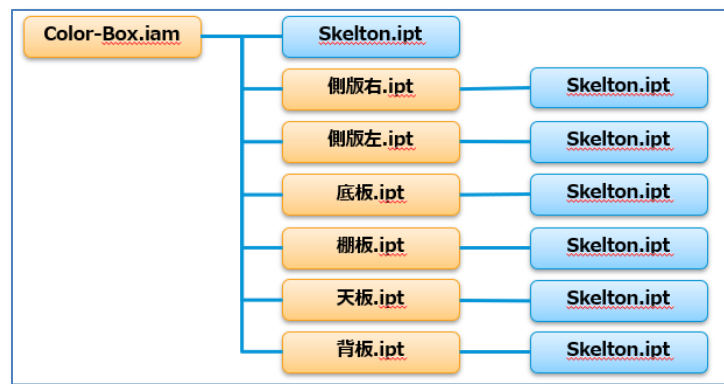


### トップダウン手法を利用してモデル作成

スケルトンモデルが作成出来たら、トップダウン手法をつかってアセンブリモデルとパーツモデルを作成していきます。作成したスケルトンモデルは、各パーツに参照関係を持っており、パラメータを変更するとスケルトンモデルが変形し、自動でアセンブリ・パーツも変形するように構成します。

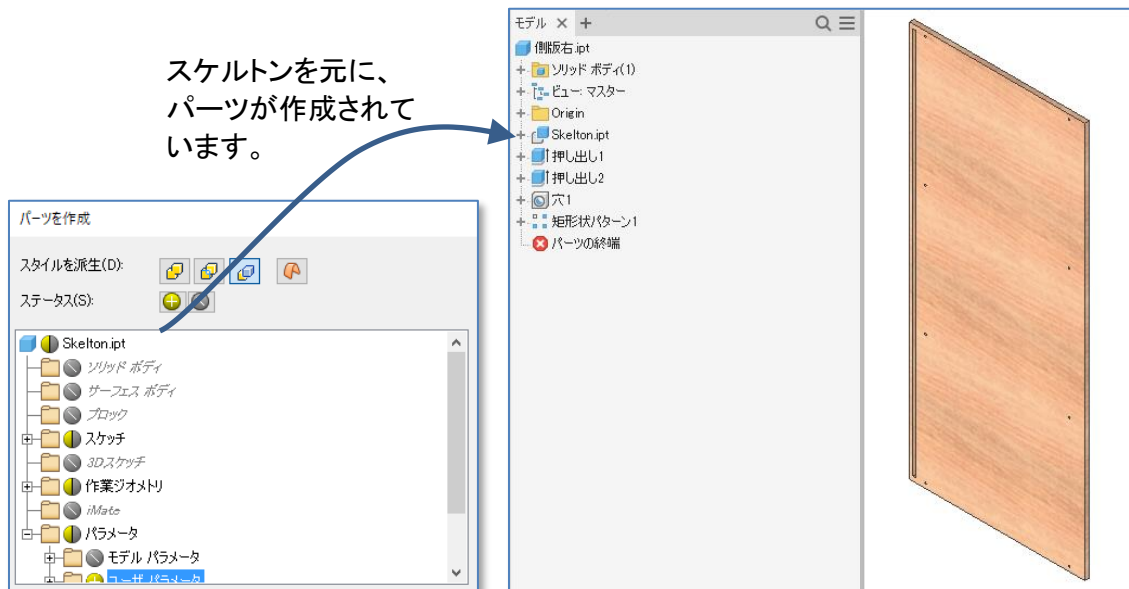
これらのデータを、製品のテンプレートデータとして、データセットとして管理して、実際の設計時に流用して設計を行っていきます。

#### 【データ構造の例】

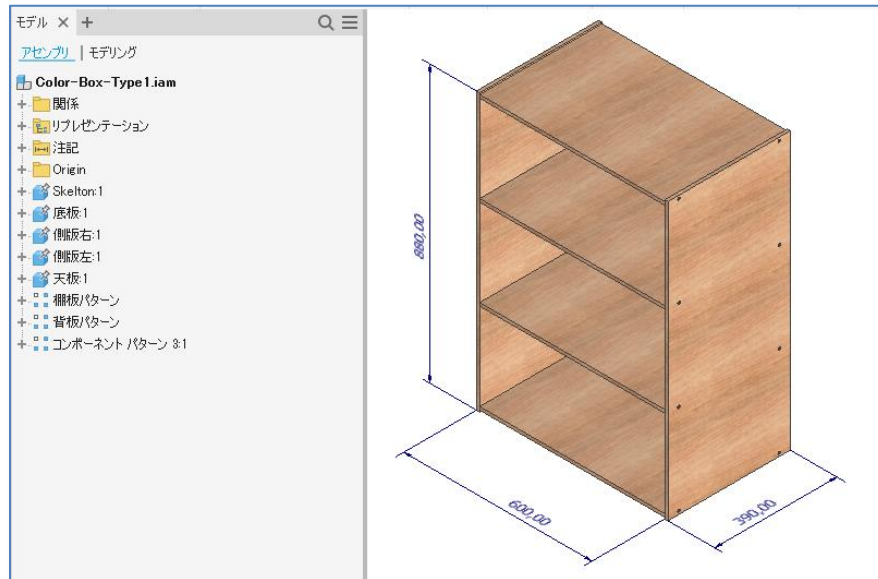


#### 【パーツの作成例】

スケルトンを元に、  
パーツが作成されて  
います。



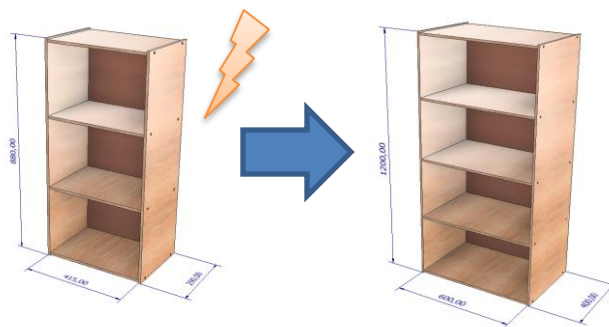
### 【製品アセンブリモデルの作成例】



### 実設計時のフロー

パラメータを設定し、製品アセンブリファイルを開き、モデルの更新を行うことで、基本的な設計が完了します。

	A	B	C
1	Inventor用のパラメータ表		
2	パラメータ名	値	単位
3	幅	650	mm
4	奥行	450	mm
5	高さ	1200	mm
6	段数	3	ul
7	板厚	10	mm
8	背板板厚	5	mm
9	ネジ数	2	ul
10	耐荷重	20	kg

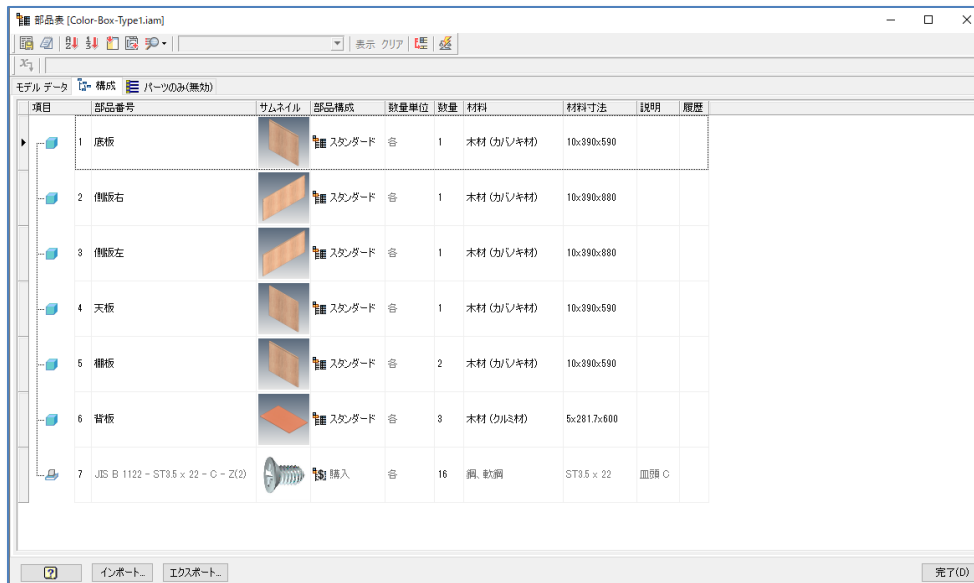









## STEP-B 「ドキュメント(図面・手配書など)の自動作成」

STEP-A で作成したモデルの情報を利用して、図面や手配書などのドキュメントの作成をします。モデルの iProperty 情報を使って、手配書に利用したり、製品テンプレートに図面を予め準備しておけば、都度、一から図面を作図しなくても良いです。

### 部品表の利用

部品表データは、Excel 形式や CSV 形式などでエクスポートする事ができます。モデルの iProperty に手配に必要な情報を入力しておき、部品表に手配に必要な情報列を表示させ、部品表をエクスポートして手配書へ貼り付けたりします。



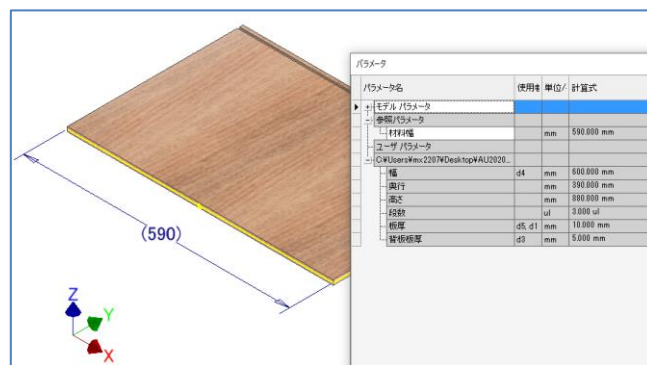
項目	部品番号	サムネイル	部品構成	数量単位	数量	材料	材料寸法	説明	層階
1	底板		■ スタンダード	谷	1	木材 (カバノキ材)	10x390x590		
2	側板右		■ スタンダード	谷	1	木材 (カバノキ材)	10x390x880		
3	側板左		■ スタンダード	谷	1	木材 (カバノキ材)	10x390x880		
4	天板		■ スタンダード	谷	1	木材 (カバノキ材)	10x390x590		
5	側板		■ スタンダード	谷	2	木材 (カバノキ材)	10x390x590		
6	背板		■ スタンダード	谷	3	木材 (カバノキ材)	5x281.7x600		
7	JIS B 1122 - ST3.5 x 22 - C - Z(2)		■ 購入	谷	16	鋼、軟鋼	ST3.5 x 22	面開 C	

### モデルとプロパティの連携

手配書には、「材料寸法」のように材料サイズを示す事がよくありますが、3D モデルからサイズ情報を取り出すことができます。

サイズの情報がパラメータとしてなければ、非駆動寸法をいれ参照パラメータを作成します。パラメータが準備出来たら、【エクスポート】をしてカスタムプロパティとし、材料寸法としてプロパティを生成します。

数量	材料	材料寸法
1	木材 (カバノキ材)	10x390x590
1	木材 (カバノキ材)	10x390x880
1	木材 (カバノキ材)	10x390x880
1	木材 (カバノキ材)	10x390x590



パラメータ

パラメータ名	使	単位	計算式	表記値	寸法公差	モデル値	キー	編集	コメント
モデルパラメータ									
参照パラメータ									
材料幅		mm	590.000 mm	590.000000	●	590.000000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
ユーザーパラメータ									
C:\Users\#mx\2207\Desktop\#AU...									
幅	d4	mm	600.000 mm	600.000000	●	600.000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
奥行		mm	390.000 mm	390.000000	●	390.000000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
高さ		mm	880.000 mm	880.000000	●	880.000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
総数		ul	3.000 ul	3.000000	●	3.000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
板厚	d...	mm	10.000 mm	10.000000	●	10.000000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
背板板厚	d3	mm	5.000 mm	5.000000	●	5.000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

棚板.ipt iProperty

全般 概要 プロジェクト ステータス カスタム 保存 物理情報

名前(N): 材料寸法 [修正(C)]

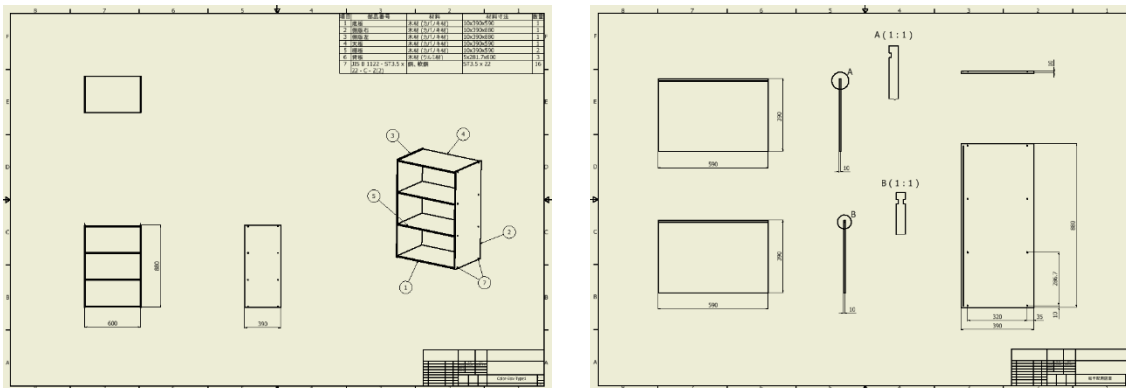
タイプ(T): テキスト [削除(E)]

値(V): =<板厚>x<奥行>x<材料幅> [fx]

名前	値	タイプ
奥行	390	テキスト
材料寸法	10x390x590	テキスト
材料幅	590	テキスト
板厚	10	テキスト

### 製作図面の作図

製品のテンプレートデータの中に、予め製作に必要な図面を作っておけば、サイズや仕様を変更しても自動で図面情報も追従して変化します。都度、図面を一から作り直す必要はありません。



### STEP-C 「設計基準(ルール)の盛り込み」

STEP-A で作成したモデルへ簡単な設計基準や設計ルールを、3Dモデルに設定して、製品の仕様に応じて3Dモデルが自動で変更されるようにします。

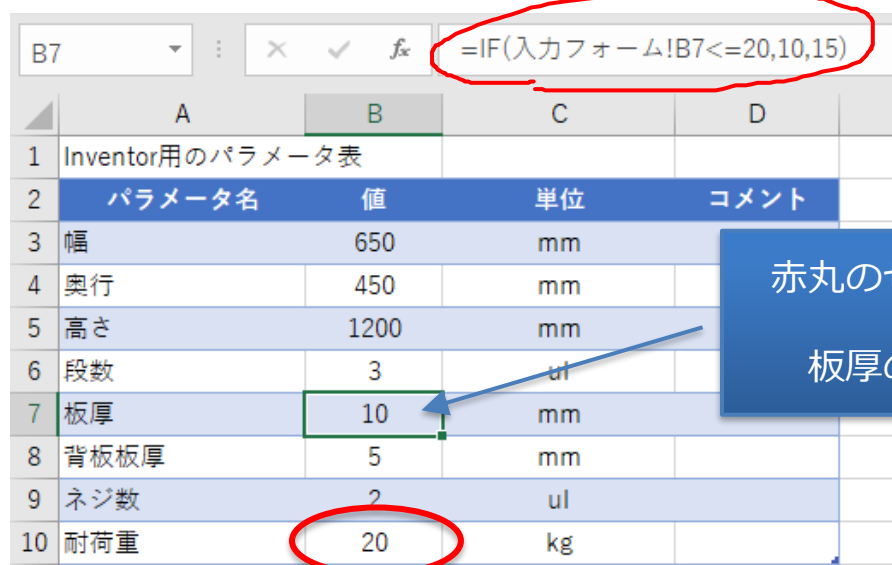
設計ルールによって、パラメータを変更しなければならない場合と、使用する部品を入れ替えなければならない場合を、具体例を挙げ説明します。

#### 条件に応じてパラメータ変更

条件に応じてパラメータ(数値や文字)を制御する程度なら、Excel の関数を使用して、設計ルールを誰でも簡単に設定する事ができます。

例として、耐荷重が 30kg 以上になった時は、板厚を 10mm から 15mm にアップするルールがあった場合、If 関数で、条件式を入れてあげれば、簡単に板厚の可変が行えます。

Excel で設計計算書を利用されているような場合、その計算書を利用してパラメータシートを作っても良いでしょう。



	A	B	C	D	E
1	Inventor用のパラメータ表				
2	パラメータ名	値	単位	コメント	
3	幅	650	mm		
4	奥行	450	mm		
5	高さ	1200	mm		
6	段数	3	ul		
7	板厚	10	mm		
8	背板板厚	5	mm		
9	ネジ数	2	ul		
10	耐荷重	20	kg		

赤丸のセルの状態を見て、  
板厚の値を設定する。

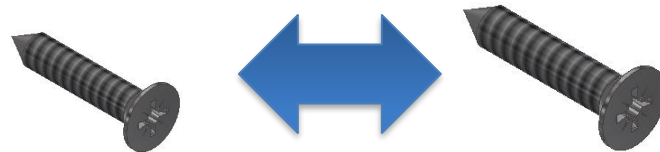
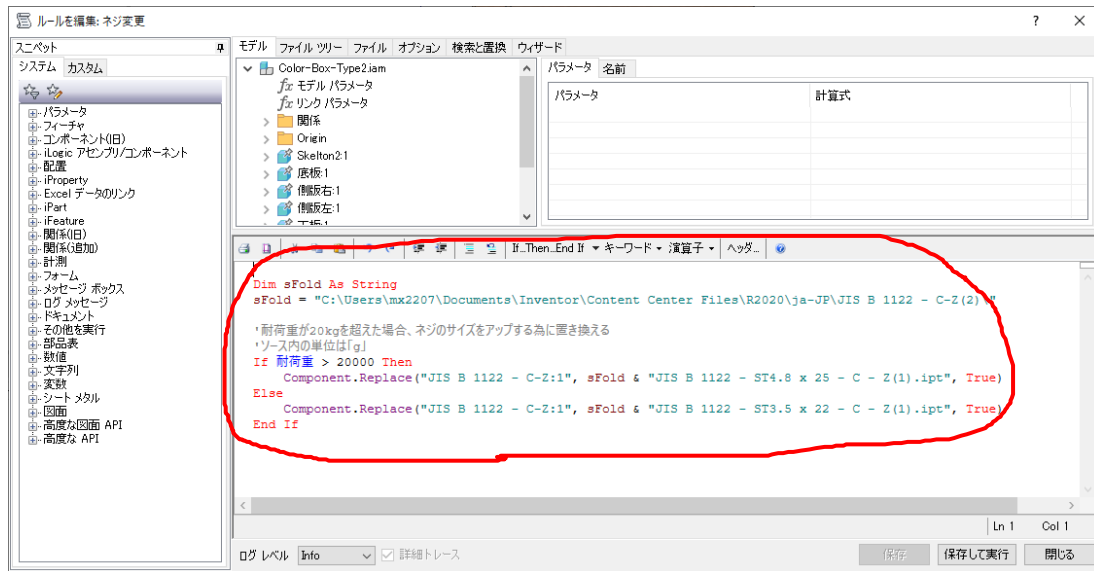
#### 条件に応じて部品を変更する

部品を置き換える場合、iLogic を使う事で簡単に対応出来ます。

Excel と比較すると、難しそうな構文で定義されているように見えますが、iLogic ではスニペットと呼ばれる Inventor データ用の関数みたいなモノが用意されているので、スニペットを組み合わせる事で、簡単にルールを作成する事ができます。

例として、耐荷重が 20kg を超える場合、棚板を止めるネジの呼びサイズを、アップする場合の例になります。



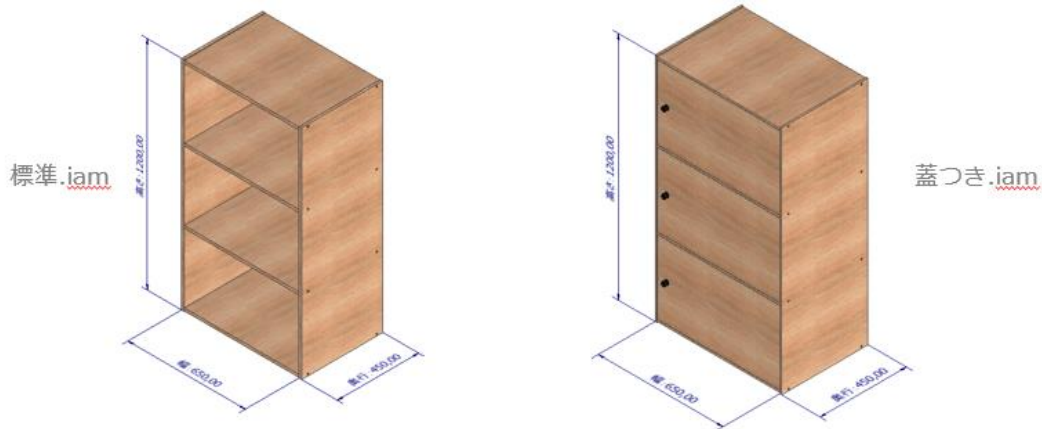


## STEP-D 「仕様の異なる製品バリエーションへの対応」

オプション設定や仕様の異なる製品バリエーションなど、形状や製品構成の異なる場合に、どのように自動設計で対応していくのか、大きく分けて2種類の方法を紹介します。  
設計を行う製品の内容によって、どちらの方法が良いか明確な判断基準は無いですが、将来的な変更度合いや、データの複雑さ・データ量などを見て判断して欲しいです。

### データの種類を揃える

色々な種類のバリエーションに対応する為に、一番簡単な方法としては、それぞれの製品バリエーションごとにテンプレートデータセットを準備しておく方法になります。  
例えば、カラーボックスの前面に蓋が付くオプションがあったとした場合、蓋のあるデータと蓋のないデータの両方を別々に作成します。

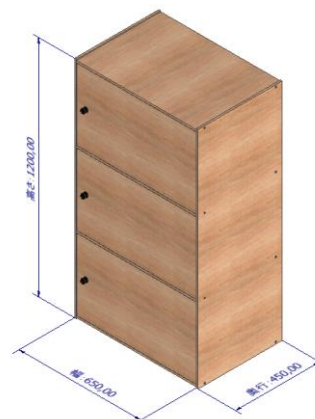
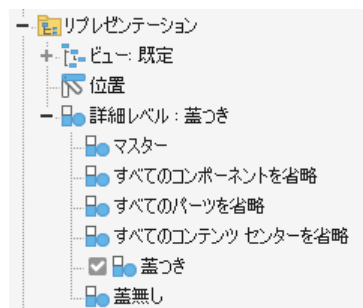


### 仕様を切り替えられるモデルを作成

次に紹介するのは、詳細リプレゼンテーションの機能を使って、カラーボックスの蓋つきと蓋無しを同じデータ内で切り替えできるようにする方法です。

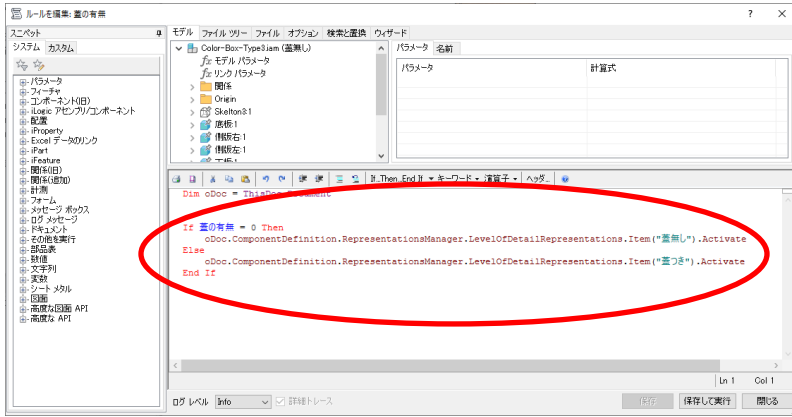
一つの製品テンプレートデータ内で、必要なすべてのデータを含んだデータ構成にして、詳細レベルにて蓋つきと蓋無しの状態をそれぞれ設定します。

※部品表から必要ない部品を除外する処理は別途必要



パラメータと連携して、iLogic を使って詳細レベルを自動で切り替えるようにすれば、仕様表の内容に応じて製品構成も自動で変更できます。

	A	B	C
1	<b>カラーボックス仕様表</b>		
2	パラメータ名	値	単位
3	幅	650	mm
4	奥行き	450	mm
5	高さ	1200	mm
6	段数	3	ul
7	耐荷重	20	kg
8	蓋の有無	0	ul
9		0	
10		1	



The screenshot shows the iLogic rule editor with a rule named '蓋の有無' (Cover). The rule logic is as follows:

```

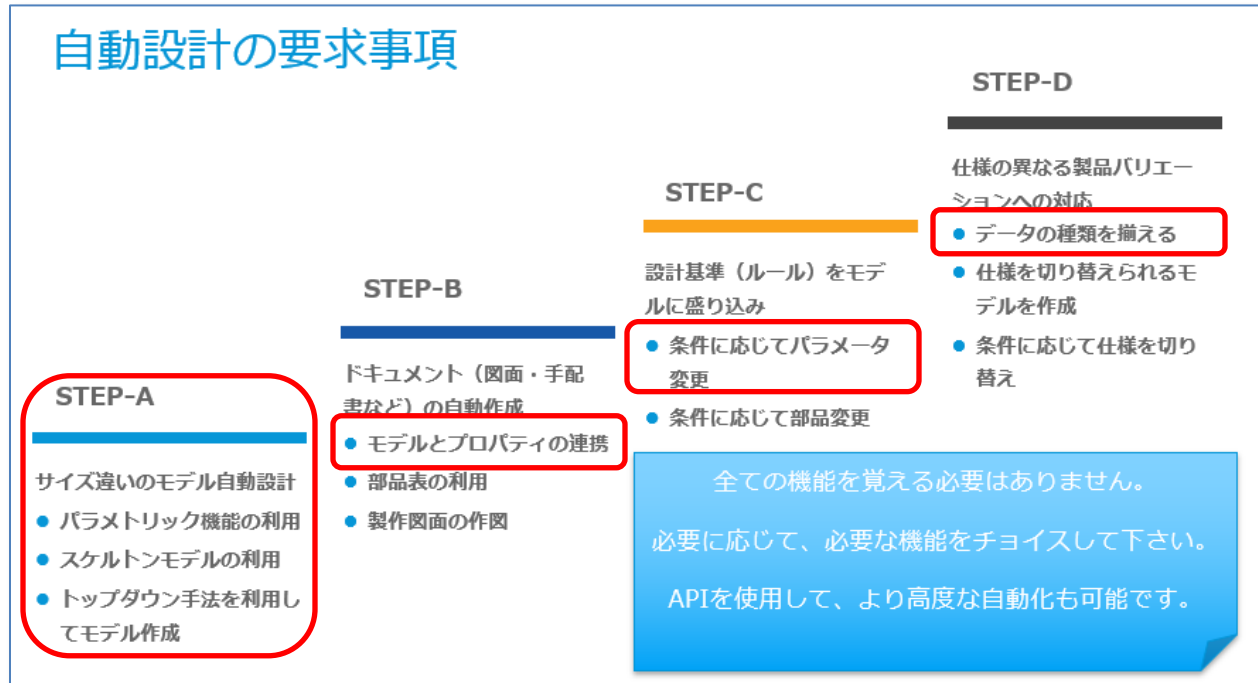
Dim oDoc = ThisDoc.ComponentDefinition
If 蓋の有無 = 0 Then
    oDoc.ComponentDefinition.RepresentationsManager.LevelOfDetailRepresentations.Item("蓋無し").Activate
Else
    oDoc.ComponentDefinition.RepresentationsManager.LevelOfDetailRepresentations.Item("蓋つき").Activate
End If
    
```

The rule is designed to activate the '蓋無し' (No Cover) detail level when the 'Cover' parameter is set to 0, and the '蓋つき' (With Cover) detail level when it is set to 1.

## まとめ

紹介している内容を全て覚える必要はありません。「STEP-A」を基本に、他に必要となる部分だけ選択して組み合わせてもらえば良いです。

まずは、これらの組み合わせで80%から90%の自動化を目指して、もし、それ以上の自動化が必要になった場合は、高度なプログラミングで対応していく事も可能ですが、これらの基本ができていないとプログラム作成に多大な工数が必要になってきますのでご注意ください。



## お問い合わせ先

- ・本クラスのページへ質問

- AU開催期間中は、出来る限り回答するようにします

- ・弊社、担当者へ質問

- [w1032@menix.jp](mailto:w1032@menix.jp) へ、AU2020 のセッションの件と明記の上、ご連絡ください

- ・業務についての問い合わせ

- <http://menix.mecha.com> へ、問い合わせフォームから、ご連絡下さい