

第6章 3次元CADと機構解析システムの操作（基礎）

第6章 3次元CADと機構システムの操作(基礎)

学習のねらい

3次元CADを利用した設計の概要を理解し、3次元CADと機構システムの操作を習得した上で、部品形状作成から機構の解析・評価まで行えるようにする。

第1節 CAD設計の概要とモデリング基礎

第2節 近年のCAD動向

第3節 3次元CADシステムの基本演習

第4節 機構解析システムの基本演習

6-1

【章全体のねらい】

3次元CADを利用した設計の概要を理解し、3次元CADと機構システムの操作を習得した上で、部品形状作成から機構の解析・評価まで行えるようにする。

【章全体の解説】

設計業務に3次元CADを取り込むことによりどのようなメリットがあるかを知る。

モデリングに必要な知識や手法を知り、ツールを使用する前に形状作成方法をイメージできる。

3次元CADのオペレーション(パーツモデリング、アセンブリモデリング)を習得し、簡易な形状のモデル作成が出来るようにする。

機構解析ツールを使い、機構特性など調べられるようにする。

第1節 CAD設計の概要とモデリング基礎

学習のポイント

3次元CADの役割を理解する。また、モデリングの基礎として「形状モデルの種類」、「モデリング手法」を理解する。

1-1 製造業における3次元CADの位置付け

1-2 CAD(Computer Aided Design)の歴史

1-3 製造工程における3次元CADの役割

1-4 モデリングの基礎

6-2

【節全体のポイント】

3次元CADの役割を理解する。また、モデリングの基礎として「形状モデルの種類」、「モデリング手法」を理解する。

注)以下の内容については概要程度に述べる。

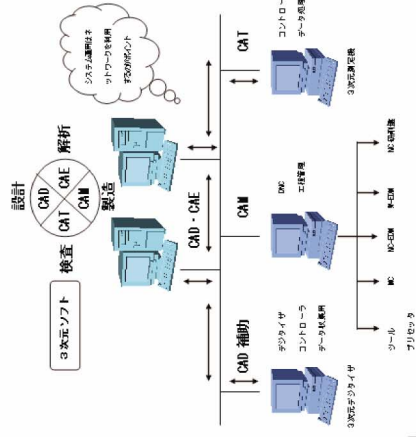
1-1 製造業における3次元CADの位置付け

1-2 CAD(Computer Aided Design)の歴史

【節全体の解説】

3次元CADとはどのようなものかを理解する上で、3次元CADの役割とモデリングの基礎を中心に説明する。

1-1 製造業における3次元CADの位置付け



6-3

【ポイント】

CADの製造業における3次元CADの位置付けを理解する。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p123の解説)

スライド参照

1-2 CAD(Computer Aided Design)の歴史

1960年代 米国のMIT(Massachusetts Institute Technology:

マサチューセッツ工科大)で開発された。

まだ、2次元のワイヤフレーム主流

1970年代 サーフェスモデルが開発された。

1980年代 3次元CADが登場するが、2次元CADで設計製図作業を行って

いる企業が大半であった。

1990年代 Windows上で動く3次元CADが登場し、2次元CADから3次元

CADへ移行する企業が増える。同時にCAEがCADを追いかける

ように成長し始めた。

2000年代 CADのデータをもっと有効に利用するためにCAEの活用が問

われるようになった。

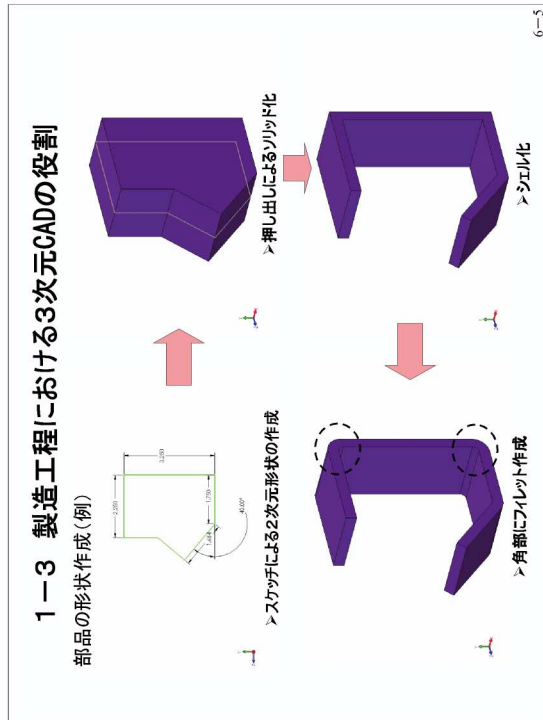
6-4

【ポイント】

CAD(Computer Aided Design)の歴史を理解する。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p124の解説)

スライド参照



【ポイント】

「部品の形状作成」のイメージを捉える。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p125の解説)

ソリッドモデルが出来るまでのイメージを捉える。
(詳細は第3節3次元CADシステムの基本演習で理解する。)

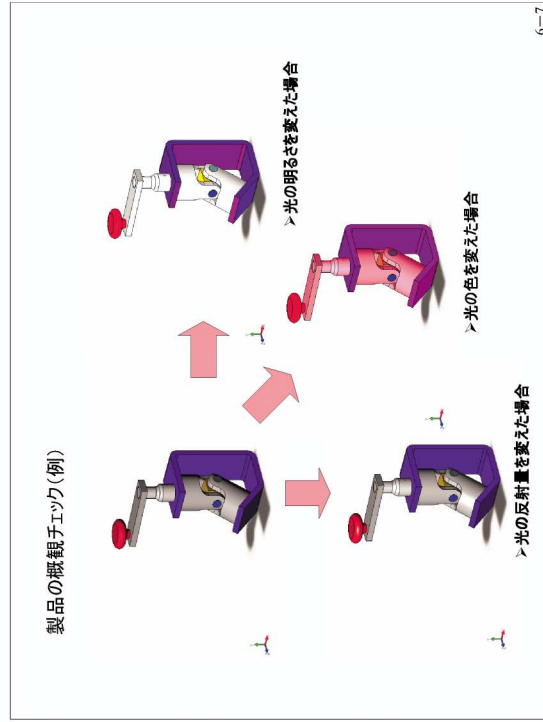


【ポイント】

「部品の組み立て」のイメージを捉える。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p125の解説)

各々作成した部品データの間に幾何拘束をつけることによってアセンブリ化が出来ることをイメージする。
(詳細は第3節3次元CADシステムの基本演習で理解する。)



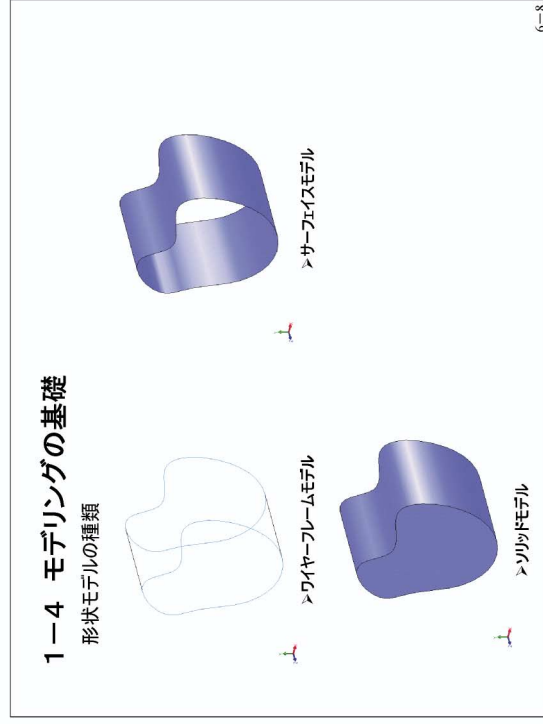
6-7

【ポイント】

「概観チェック」のイメージを捉える。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p125の解説)

概観チェックの例として光の特性を変更した場合にどのような見え方になるのかを捉える。



6-8

【ポイント】

形状モデルの種類を理解する。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p126,127の解説)

スライド参照

モデリング手法

パラメトリックモデリング

例えば穴の位置をX方向に20mm、Y方向に50mm移動させたいとする。この時、CADではこの穴はどの位置に開いているか、ということモデルが記憶しているので、寸法の数値を変更してやるだけで新しいモデルを作成できる。穴を消去してまた作る必要はない。

フィーチャーモデリング

フィーチャーとは「形状特徴」のようなイメージとなる。3次元モデリングにおいては、押し出し、回転など形状のあるものは勿論だが、薄肉化、フィレット、ドラフトなどの形状の変更もフィーチャーに含まれる。**3次元モデルは最終的に出来上がった形の形状情報だけを持っているのではなく、如何に作り上げたか、つまり、どのフィーチャーをどのように適用して最終的な形状を作り上げたかを履歴として保持している。**モデルが作成された履歴を持っているということは、途中までしかのぼって形状を編集できることを意味する。

【ポイント】

モデリング手法の種類を理解する。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p128の解説)
スライド参照

第2節 近年のCAD動向

学習のポイント

近年のCADの動向を「最新CADソフトの機能と特徴」、「CADデータの種類と標準化」、「CADモデルのデータ変換における問題点」の観点から理解する。

- 2-1 最新CADソフトの機能と特徴
- 2-2 CADデータの種類と標準化
- 2-3 CADモデルのデータ変換における問題点

【節全体のポイント】

近年のCADの動向を「最新CADソフトの機能と特徴」、「CADデータの種類と標準化」、「CADモデルのデータ変換における問題点」の観点から理解する。

【節全体の解説】

「最新CADソフトの機能と特徴」

「CADデータの種類と標準化」

「CADモデルのデータ変換における問題点」

2-1 最新CADソフトの機能と特徴

機能

- ほとんどのCADソフトがWindows版PCで動く。
- 3次元データを扱うことが出来るCADが主流。
- スケッチや機能付きのフィーチャベースのソリッドモデラを搭載している。
- 部品の組み立て(アセンブリ)機能を搭載している。
- 簡易解析ツール(構造解析、機構解析)が組み込まれている。
- CAM/CAE等のツールをアドイン出来るようになっている。
- DXF、SAT、DWG、IGES、STEP等の複数データの変換機能を搭載している。
- 3次元から2次元の製図機能が強化されている。
- Excel等の表計算ツールと連携したデータ設定が可能である(OLE)。

価格

- 価格は平均100万円前後である。

【ポイント】

最新CADソフトの機能と特徴を理解する。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p131の解説)

スライド参照

2-2 CADデータの種類と標準化

カーネル種別

ACIS,DESIGNBASE, Palasolid ,その他 (CATIA,I-DEAS など)

標準ファイルフォーマット

- IGES(Initial Graphic Exchange Specification)
- JAMA-IS(Japan Automotive Manufactures Association-IGES Subset)
- DXF(Drawing Interchange Files)
- BMI(Batch Model Interface)
- STL(Stereo Lithography File)
- STEP(Standard for Exchange of Product Model Data)

IGESは現在最も広く利用されている標準フォーマットである。

【ポイント】

CADデータの種類と標準化を理解する。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p132,133の解説)

スライド参照

2-3 CADモデルのデータ変換における問題点

データ変換における問題点

- 精度の相違
- 仕様や制限の相違
- トランスレータの品質
- CADシステム自身の問題
- その他(EUCとSJISの文字コードの違いなど)

データ変換における問題点を理解することにより、作業効率を大きく向上させることが可能である。

【ポイント】

CADモデルのデータ変換における問題点を理解する。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p134の解説)
スライド参照

第3節 3次元CADの基本演習

学習のポイント

部品のモデリング方法を理解し、部品形状作成できるようにする。また、作成した部品同士を組付けし、装置全体を作成できるようにする。

- 3-1 3次元モデルの作成手順
- 3-2 実際のモデリング
- 3-3 アセンブリモデリング

【節全体のポイント】

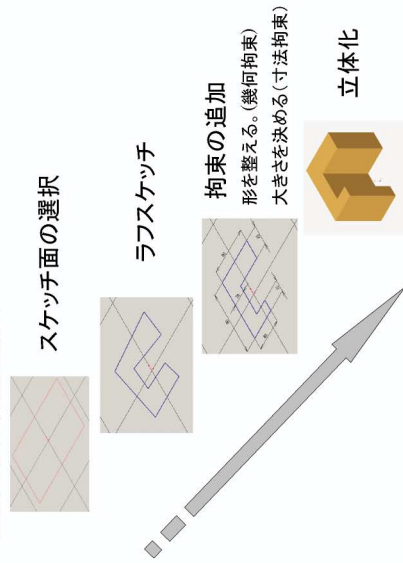
3次元CADの基本操作を習得する。
部品のモデリング方法を理解し、部品のモデリングが出来る。
作成した部品同士を組付け(アセンブリ)し、装置全体を作成出来る。

【節全体の解説】

- 3次元CADの基本操作を習得する。
基本操作を習得し、3次元CAD特有のコマンドに慣れる。
- モデリング方法を理解する。
3次元CADを設計ツールとして利用していくためのモデリングの手法を理解する。
- 簡単なモデル作成及びアセンブリ作成まで行えるようにする。
上記内容を加味したモデル作成及びアセンブリ作成を出来るようにする。

3-1 3次元モデルの作成手順

部品モデル作成の流れ



6-15

【ポイント】

3次元モデルの作成手順を知る。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p135の解説)

2次元CADは一般的に確定した寸法(設計終了後)を基に作図する。

3次元CADは確定していない品物(設計途中)をモデル化することが多い。
そのため、モデル完成後の形状変更に対応するための機能を持っている。

3次元形状をモデリングする際の手順は

幾何形状を整える → 寸法を入力する(大きさの決定)

寸法値は変数(パラメトリック)として認識されているため、値の変更は容易である。
設計変更があっても柔軟に対応でき、設計ツールとしての活用が見込まれる。

モデル作成手順を説明する。

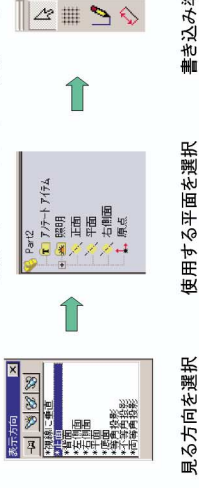
(他にもモデリングの手法はあるが、ここでは代表的なモデリング方法である断面形状を描き、押し出しを行い形状を作成する手法について解説している。)

3-2 実際のモデリング スケッチ平面の準備

スケッチ面を準備するには

- ①表示方向を選択する。
- ②参照平面を選択する。
- ③スケッチアイコンを選択する。

バージョンによってはこの順番でないとスケッチ面が準備できないことがある。



見る方向を選択

使用する平面を選択

書き込み準備

6-16

【ポイント】

スケッチ平面の準備方法を知る。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p136,137の解説)

スケッチを描く平面を準備する。

平面が無いと作図できない。

予め用意されている参照平面として、正面、平面、右側面がある。

最初はこのどれかを使用して作図すると良い。

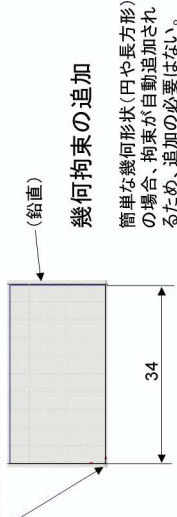
スケッチ準備するには

- ①表示方向を選択する。
- ②参照平面を選択する。
- ③スケッチアイコンを選択する。

バージョンによってはこの順番でないとスケッチ面がうまく準備できないことがあるので注意する。

スケッチの作成

スケッチを描く時の注意
通常ドラッグを使い作図することが多い。
スナップで位置を拾うと位置合わせの拘束を入れなくて済む。ここでは原点をスナップしてから矩形形状を作図している。



寸法拘束の入力

寸法配置位置が決まったらクリックする。
寸法入力カウインドウが現れるので数値を入力する。

6-17

【ポイント】

スケッチ作成の手順を知る。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p138の解説)

スケッチを描く時の注意

線分を描く場合、始点と終点を指示して描くCADが多いが、ソリッドワークスでは始点～終点間をドラッグを使い作図することが多い。

スナップで位置を拾うと位置合わせの拘束を入れなくて済む。ここでは原点をスナップしてから矩形形状を作図している。

幾何拘束の追加

簡単な幾何形状(長方形や円)の場合は幾何拘束が自動追加されるので入力には不
用。この場合、縦線は鉛直拘束が入り、横線には水平拘束が自動で入っている。

寸法拘束の入力

寸法配置位置が決まったらクリックする。

寸法入力カウインドウが現れるので数値を入力する。

完全に拘束が入力された状態(完全拘束という)ではスケッチの色がすべて黒色になる。

この状態になったら次のステップに行く。

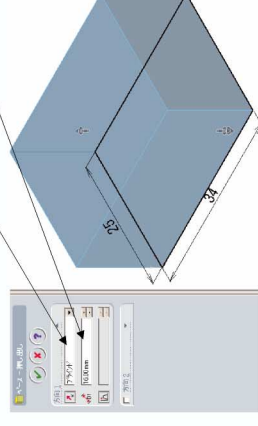
なお、青色の線が残った場合は完全に拘束されていないことを示す。

拘束を追加して完全拘束の状態を目指す。

また、赤色や黄色の線は拘束が重複していたり、矛盾した拘束が入っている場合が多く、拘束の見直しが必要。

押し出しコマンド

いろいろなオプションがあるがここではブラインドを選択し、距離を入力する。



6-18

【ポイント】

押し出しコマンドについて知る。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p139の解説)

いろいろなオプションがあるがここではブラインドを選択し、距離を入力する。

指定した距離だけ形状をスケッチに対し垂直に押し出す。

なお、押し出し方向が反対の場合は矢印アイコンを指示し方向を切り替える。

押し出しコマンドの他のオプション

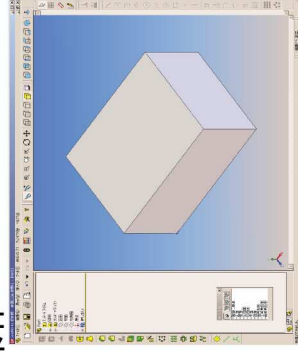
全貫通……スケッチ断面の延長上にある最終サーフェスまで押し出す。

次サーフェス……スケッチ断面の延長上にある次のサーフェスまで押し出す。

端サーフェス……スケッチ断面の延長上にある指定されたサーフェスまで押し出す。

頂点指定……スケッチ断面の延長上にある指定したフィーチャの頂点まで押し出す。

画面操作



モデル操作を中ボタンの割付で行う方法

モデルを回転……………中ボタン
モデルの拡大縮小……シフトキー + 中ボタン
モデルの移動……………コントロールキー + 中ボタン

6-19

【ポイント】

画面操作を知る。

【解説】

1 フェューチャ作成したところで画面操作の確認を行う。

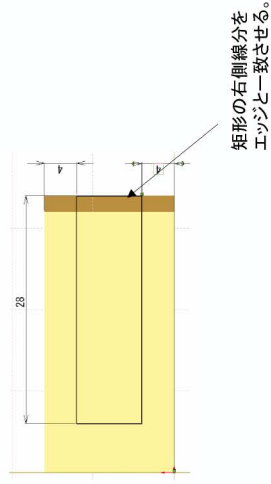
中央上部にビューイング操作のコマンド群があるが、操作性を考慮するとマウスのボタンに割付いているもので行ったほうが良い。

ただし、画面全体ズームは確認しておくことが好ましい。

最後にモデルの位置合わせのため表示方向のウインドウから視点を等角投影にする。

次スケッチの作成

次のスケッチを描く場合には面が必要、モデル中の面も使用出来るのでその場合は面を選択し、スケッチアイコンを選択する。
意図する面がない場合には自分で作成する。



6-20

【ポイント】

スケッチ面の決定方法を考える。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p141の解説)

次のスケッチを描く場合には面が必要、モデル中の面も使用出来るのでその場合は面を選択し、スケッチアイコンを選択する。
意図する面がない場合には自分で作成する。(ここでは側面があるので作成する必要はない)

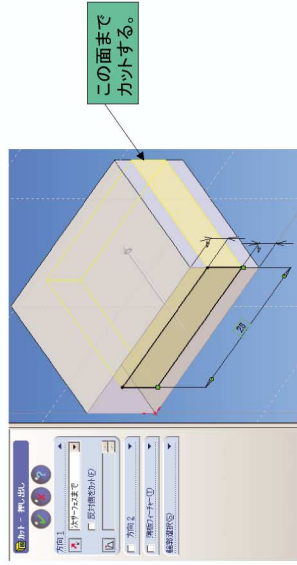
図において右エッジを選択出来ない場合3ヶ所寸法を追加しただけでは完全拘束とならない場合がある。(スケッチが黒くならない)

長方形の左右方向の配置位置を確定できていないためモデルの右側エッジと長方形の右エッジを一致させる必要がある。

スケッチの矩形の右側の線分とCTRLキーを押しながらモデルの右側エッジを選択すると拘束のダイアログが現れるので一致ボタンを選択する。

形状をカットする。

コマンド操作は押し出しと同じ、ここでは押し出した部分がカットされる。ここでの押し出し量は数値で定義せず、次サーフェスというオプションで定義する。次の面までをカットするということなので、モデルの厚みがいくら変化してもカットは必ず全体にわたり行われる。



6-21

【ポイント】

形状をカットの仕方を知る。

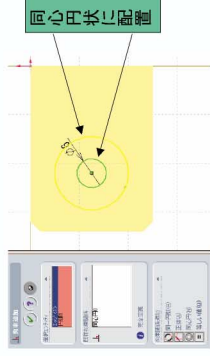
【解説】(教材情報資料No.1092004 p142の解説)

コマンドの操作は押し出しコマンドと同じ、違いは押し出しコマンドと異なり押し出した部分がカットされる。

ここでの押し出し量は数値で定義せず、次サーフェスというオプションで定義する。次の面までをカットするということなので、モデルの厚みがいくら変化してもカットは必ず設定面まで行われる。

同心位置にある穴の作成

下面部穴は上面部と同心位置にしたいので、寸法で位置決めするのではなく、幾何拘束(同心円)を追加することで定義する。この方法で定義しておけば上面部の穴位置が変化しても下面部の円も追隨して変化することが出来る。



6-22

【ポイント】

同心位置にある穴の作成を通して、幾何拘束の追加方法を知る。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p143の解説)

同心穴の作成

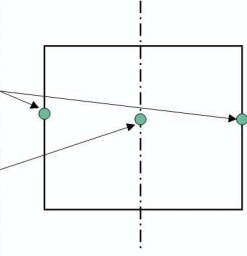
下面部穴は上面部と同心にしたいので、寸法で位置決めすることは可能だが、ここでは幾何拘束(同心円)を追加することで定義する。

この方法で定義しておけば上面部の穴位置が変化しても下面部の円も追隨して変化することが出来る。

ここに段の付いた軸がはまることが考えられるためにこの様な形状にする。設計意図を拘束に反映させておくことで後の設計変更時の修正が少なくて済む。

モデリングの原点位置

原点位置の決め方
穴を基準に作図する。
穴の中心を基準にして対称形状描き、対称拘束を入力しておけば、寸法値を
変化させても穴の中心位置を基準に図形が変化し、対称性が保たれる。
対称拘束は中心線+2つのオブジェクトで行う。



6-23

【ポイント】
原点位置の決め方を考える。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p145の解説)

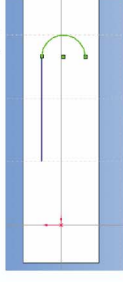
穴を基準に作図する。
穴の中心を基準にして対称形状描き、対称拘束を入力しておけば、寸法値を変化
させても穴の中心位置を基準に図形が変化し、対称性が保たれる。

対称拘束は中心線+2つのオブジェクトで行う。(複数オブジェクト選択はCTRLキー
を押した状態で行う。)

機械部品の場合、工作やバランスなどを考慮すると対称形に設計されることが多く
なる。従って対称拘束を入れる機会が多い。
モデリングする際もどこを基準(設計基準)として作業を進めたら良いかを十分考え
る。

長穴のスケッチ

水平線作成後、正接円弧コマンドで水平線の端点にスナップさせ半円形状を
描く。(角度表示が出てくるので180°で位置決めする。)



2つ目の円弧を描くとき、円弧の方向が反対になった時はもう一度端点に
戻り、意図する円弧を描くようにマウスを移動させる。



6-24

【ポイント】
長穴のスケッチ方法を知る。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p147の解説)

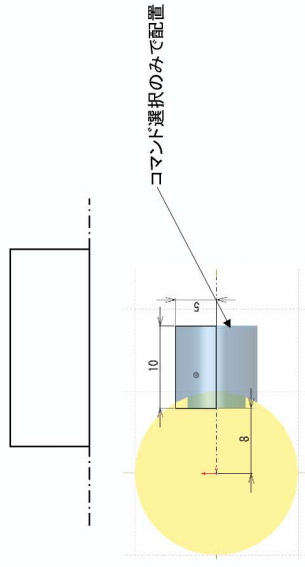
水平線作成後、正接円弧コマンドで水平線の端点にスナップさせ半円形状を描く。
(角度表示が出てくるので180°で位置決めする。)

2つ目の円弧を描くとき、円弧の方向が反対になった時はもう一度端点に戻り、意
図する円弧を描くようにマウスを移動させる。次に書き始めの点にスナップさせる。

拘束の追加を行う時、円弧と水平線間に正接拘束が存在することを確認しておく。
(無ければ追加する。)

円筒形状の作成

回転ボスベースを使い円筒を作る場合には中心線+スケッチが必要。
(なければ回転アイコンがハイライトしない。)



6-25

【ポイント】

円筒形状の作成方法を知る。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p150の解説)

回転ボスベースを使い円筒を作る場合には中心線+スケッチが必要。(なければ回転アイコンがハイライトしない。)

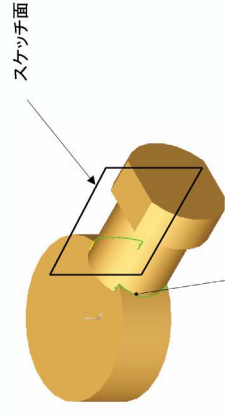
オブジェクトを選択する必要はなく、中心線とスケッチが描かれていれば良い。

コマンドを実行するとイニシャル値で360度が入っているので薄い水色のモデルが円筒状に仮配置される。

OKならば確定する。

特殊な位置の面取り

円エッジに平行に面取りしたいため中間位置にスケッチしてカットする。
円エッジを選択すると円状に面取りされ、形状が異なってしまう。



6-26

【ポイント】

特殊な位置の面取り

【解説】(教材情報資料No.1092004 p153の解説)

通常、面取りは面取りコマンドを使用するが、ここでは面を取りたいエッジが存在しないのでスケッチ面上に描いてカットする。

円エッジに平行に面取りしたいため中間位置にスケッチしてカットする。

円エッジを選択すると円状に面取りされ、形状が異なってしまうので注意する。

球体の作成

完全円を180度回転させれば球が出来そうだが、Solidworksでは作成できない。
そこで、半円形状を360度回転させて作成する。

6-27

【ポイント】
球体の作成方法を知る。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p154の解説)
完全円を180度回転させれば球が出来そうだが、Solidworksでは作成できない。
そこで、半円形状にトリムし、そのスケッチを360度回転させて作成する。

平面作成の図例

ある面から一定距離離れた面

基準面に対しある角度を持った面

任意の3点を通る面

円筒面に接触した面

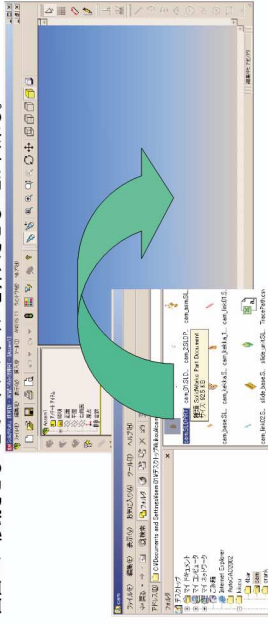
6-28

【ポイント】
平面作成の例を示す。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p160の解説)
スケッチ平面はいつも都合良く存在しない。
今回の作成モデルは参照平面又はモデル中の平面中の平面を使用し、スケッチ作成が行えた。
では平面が存在しない場合はどうしたらよいか？
必要な平面を作成するしかない。
メニュー 挿入 → 参照ジオメトリ → 平面 を選択する。
ダイアログの中から上記の例で示した平面を作成できる。

3-3 アセンブリモデリング 構成部品の挿入方法

部品ファイルの挿入の仕方は他にもある。
一例を示すと
エクスプローラで部品ファイルを表示させ、それをドラッグアンドドロップで編集
画面上に移動させることでモデルファイルを挿入させることが出来る。



6-29

【ポイント】

構成部品の挿入方法を知る。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p162の解説)

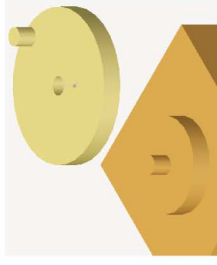
挿入方法はどれを使っても良い。

数が多くなればまとめて挿入しても良い。ただし、まとめて挿入すると部品が重なってしまう。

部品移動コマンドで移動させるか、モデルの非表示を使いアセンブリ作業をし易くする。

構成部品の合致

合致させたい面を選択すると、その間に定義出来得る合致コマンドをダイアログの下部分に表示される。
合致させたいところを正確に指示する。特に面とエッジの選択ミスに注意する。



必ず、プレビューボタンで組付け状態を確認した上でOKボタンを選択する。

6-30

【ポイント】

構成部品合致個所の選択方法を知る。

【解説】(教材情報資料No.1092004 p164の解説)

合致コマンドを実行し、合致させたい面を選択すると、その間に定義出来得る合致コマンドをダイアログの下部分に表示される。

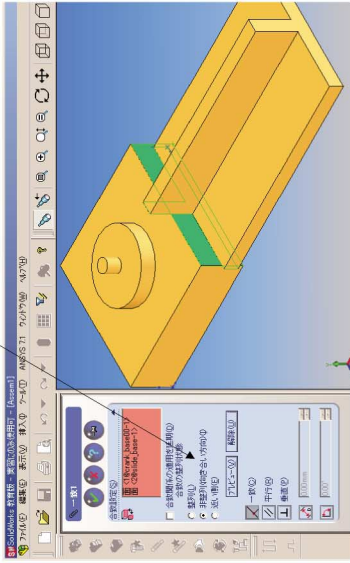
合致させたいところを正確に指示する。特に面とエッジの選択ミスに注意する。

もし違う所を指示した場合もう一度同じ場所を選択すれば選択解除となる。

対象となる部品間に距離があるとうまくアセンブリ出来ない時があるので注意する。

アセンブリ拘束の追加

一致拘束は面と面の向きが反対になることがある。
方向を切り替えるためには整列非整列ボタンを切り替えプレビューしてみる。



6-31

【ポイント】

アセンブリ拘束の追加方法を習得する。

【解説】(教材情報資料No.1092004 pl65の解説)

面と面の間に一致拘束を追加するには、対照となる面の選択と一致拘束のボタンを指示することで行えるが面には方向があるため、プレビューボタンで方向の確認する。

方向が反対であった場合は、整列→非整列向き合いのラジオボタンの位置を切り替え、向きが反対したことを確認した上でOKボタンと選択する。

第4節 機構解析システムの基本演習

学習のポイント

- ・機構解析の基礎知識を習得する。
- ・機構解析ソフトを使うことによって実際のメカニズム現象に近いシミュレーションが出来ることを習得する。

4-1 COSMOSMotion!について

4-1-1 操作イメージ

4-1-2 機構解析の概要

4-2 操作画面説明

4-3 例題演習

6-32

【ポイント】

- ・機構解析の基礎知識を習得する。
- ・機構解析ソフトを使うことによって実際のメカニズム現象に近いシミュレーションが出来ることを習得する。

【解説】

- ・機構解析の基礎知識を習得する。
- ・機構解析ソフトを使うことによって実際のメカニズム現象に近いシミュレーションが出来ることを習得する。