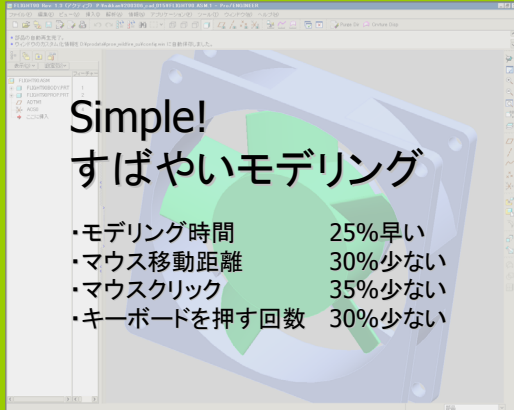


新入社員のための 3次元CAD講座

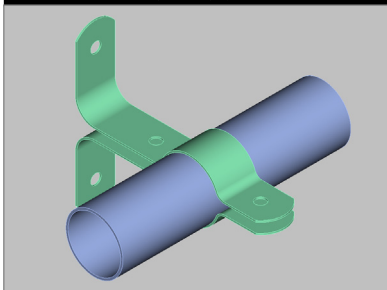
新製品発表セミナー



3次元CADのバージョンアップセミナーは「設計にフォーカス」という本質的なことよりも、視覚に訴えやすい「モデリングにフォーカス」されがちである。

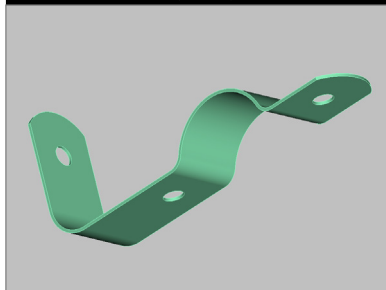
ひとつのフィーチャを作成するのに必要な操作時間は平均すると6分程度であるが、思考時間を含めると、その3~5倍は必要となる。

パイプ固定金具(使用状態)



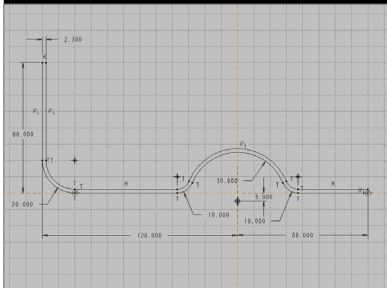
操作教育を受けた人に簡単なモデルを作ってもらおう。これはパイプを挟み込んで固定する金具である。

パイプ固定金具(部品)



それほど難しい板金部品だが、完成形状にとらわれてしまうと、設計できないモデルを作成してしまう。

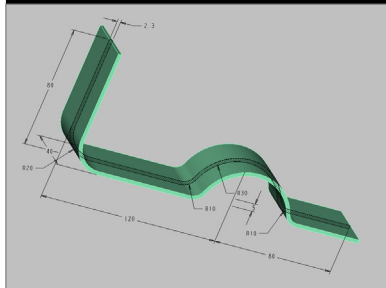
断面の一式スケッチ



3次元CADでのモデリングは、2次元断面を立体化する作業であることには違いない。とはいえ、完成形状の断面を一気にスケッチして押し出すなどという行為は最も良くない方法である。

このようなスケッチが可能であるということは、既に形状が決まっている、つまり、設計も終わっているということなのだ。

スケッチした断面を押し出し



方法はどうであれ、確かにモデルを作成することは出来る。しかし、物の形を決める行為が設計であるはずなのに、完成形状をモデリングしたところで、設計した気持ちになれないのは当然だ。

これでは2次元図面を見て立体化するトレースモデリングになってしまう。

1. 新製品発表セミナー

セミナー会場ではバージョンアップされた3次元CADの機能説明が行なわれていた。

「我々が提供する新しい3次元CADは画期的に使いやすくなりました」「キーワードはやさしい操作、強力な機能、コラボレーションです」このようなセミナーでは、全てを聞き漏らすまいと身構えるよりも、気になるフレーズだけに注力するのが気分的にもよいだろう。

「ソフトウェアではなく、設計にフォーカスする事がより重要です」おっ、いいこと言うじゃないの。確かに「設計にフォーカスすること」を忘れていた3次元CADは多いからね。しかし、その後続くデモンストレーションではマウス移動距離、マウスクリックの回数、キーボードの打鍵回数、いずれもが従来より大幅に減少、モデリング時間がいかに短縮されたか、ということにフォーカスされてしまったようだ。

モデルは単に設計の結果であるから、モデリング時間が短くなった、設計時間の短縮には繋がらないよなあ。フィーチャひとつ作成するにも、思考時間を含めると、CAD操作時間の3倍~5倍くらいは必要ではないかな。それに、製品の開発期間全体から見れば、CAD操作に関わる時間などは数分の一程度であろう。

こんなことを考えているうちに、退屈な新製品発表セミナーも終わり、部屋の外に出たところで声をかけられた。

「あの、龍菜さんでしょうか？」

振り向くと、同じセミナーに参加していたのであろう、二人の男女が初対面の挨拶と自己紹介を始めた。

「はじめまして、ABデザインの嶋田と申します。会社としては小さな物から大きな物まで、あらゆる製品を取り扱っていますが、私は設備機械の設計部門におります」

「同じく、美崎です。嶋田の下でモデリングを手伝っていますが、自由曲面や複雑形状などの難しいモデリングを他部門から依頼されることも多いです」

嶋田氏は機械設計者、美崎さんはモデラーということのようだが、それぞれの立場で悩みを抱えているらしい。私のことは本誌「CAD攻略マガジン」の記事などで知っており、同じセミナーに参加しているのを見かけて、ぜひ「悩みの相談」に乗って欲しいということのようだ。

「立ち話もなんですから、下のコーヒージョップでゆっくり話しませんか？私も今日は時間がありますし」

2. モデリング

落ち着いた話せそうな4人掛けの席に嶋田氏と美崎さんが並んで、私はその向かいに座った。それぞれにコーヒートを注文してから、まず嶋田氏の話聞くことにする。

「龍菜さんの記事を読むと、私達が今まで教えられてきた方法と全く異なっているため、とまどっています。言われていることは理解できるのですが、CAD販売会社が教えてくれる方法や、マニュアルに記載されている内容とは異なる手法でしょうか？まだ、自信が持てなくて」「なるほど、何か気になるところがあるんですね」

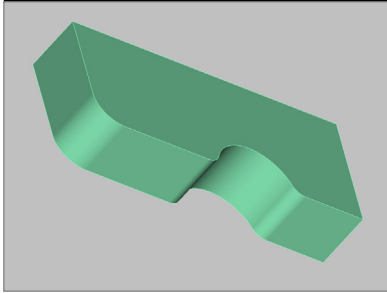
「ええ、私も3次元CADは普通に使えるつもりです、モデリングで困ることはありません。そこそ複雑なモデルも作れます。ただ、いくらモデリング作業が出来ても、なんだか設計してる気がしないんですよ」

確かに、3次元CADで作成するモデルは設計の結果としての形であるから、「モデリング」=「設計」でないことは間違いない。しかし、全く無関係とも思われない。嶋田氏の違和感を晴らすためには「モデリング」と「設計」の関係を明確にすることが必要だろう。

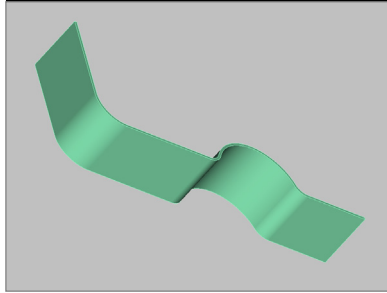
私はノートパソコンでパイプ固定金具のモデルを見せながら、嶋田氏にモデリング手順を質問した。

「私の記事を読んでいれば、断面を一気にスケッチして押し出す、などという方法でモデルを作成していないとは思いますが、...」

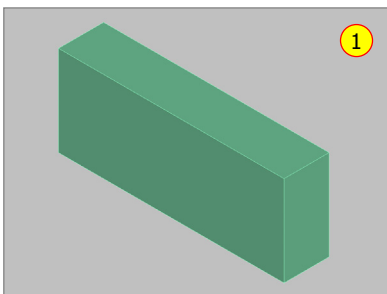
シェルの前に必要な形状を作る



不要な面をシェルで削除する



フィーチャを作成する順番



1

フィーチャは設計で重要な部分から作成していく。

1 - パイプ固定金具の基本形状(突起)

2 - パイプ固定部の作成(カット)

3 - 板金部品なので薄板化(シェル)

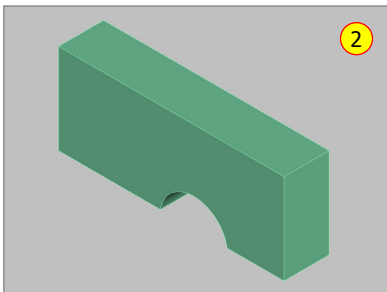
ここまでを最初に作成してから、詳細形状を考える。

4 - 角Rなどをシェルの前に挿入(履歴をさかのぼる)

5 - 取り付け孔などをシェルの後で作成

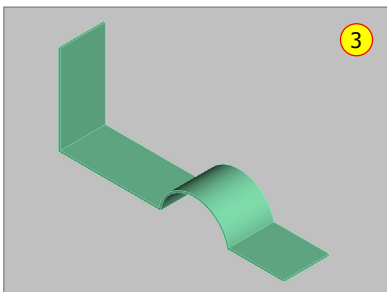
出来上がったモデルツリーは

1→2→4→3→5 という形を作る順番となるが、実際に作ったフィーチャは1→2→3→4→5 という設計の順番であったことに注意しよう。



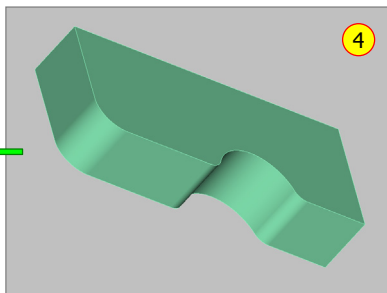
2

角Rなどを挿入

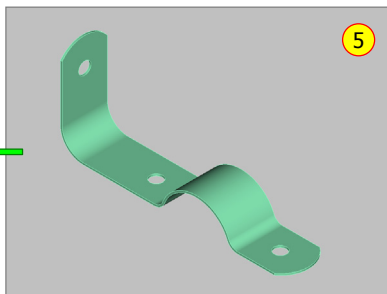


3

詳細形状の作成



4



5

「はい、板金はシェルを利用して作るんですよね。シェルの前に必要な形状を作っておけば、簡単に薄板化できます。美崎にもすぐに教えましたよ」

「私は2次元図面を見ながらモデルを作成する仕事が多いので、複雑な断面形状を一生懸命スケッチしていたのですが、嶋田さんにシェルの使い方を教えてもらってから、板金部品のモデリングがとても簡単になりました」

ここまでは正解。注意しなければならないのはフィーチャを作成する順番である。嶋田氏の「設計してる気がしない」という漠然とした不安はシェルを使うタイミングが不適切なのであろう。

「シェルを使う前に必要な形状を全て作っておくというのは、完成形状の断面を一気にスケッチするのと同じで、形を作るモデリングには使えますが、設計出来るモデリングとはなりません。設計で重要な部分から作っていくと、必然的にシェルを早いタイミングで使うことになります」

「なるほど、シェルを使うのはモデリングテクニックだけの話で、重要なのはフィーチャを作成する順番なんですね」

嶋田氏の言うとおり、シェルの使い方もあるテクニクとして覚えてしまうと、ありがたみも半減である。ここで意識しなければならないのは、設計で重要な部分から作っていけば、必然的にシェルを含めたフィーチャを作成する順番が決まってくる、ということだ。

私は持っていたノートを広げて、「**その一、設計で重要な部分から作る**」と大きな文字で書いた。

「形を作るだけのモデリングでは、設計で重要であるかどうかに関わらず、完成形状だけが意識されますが、設計できるモデリングというのは、完成形状を作る過程が重要なのです」

続けて、「**その二、フィーチャ=設計機能**」と書き加えた。

「設計で重要な部分から作ろうとすれば、必然的に、ひとつの設計機能をひとつのフィーチャに対応させなくてはなりませんね。断面を一気にスケッチする方法が良くないのは、ひとつのフィーチャに複数の設計機能を対応させることになるからです。これでは、設計で重要な部分から作るなどということは不可能になります」

最後に、「**その三、設計基準を明確にする**」という項目を加えた。

「設計で最も重要なのは設計基準ですから、最初に設計基準を明確にしておかなければなりません。これらをモデリング三ヶ条と呼んでいますか？」

「やはり、設計で重要な部分から順番にフィーチャを作成するという部分ができていなかったみたいですね。美崎に指示する時も、設計基準を明確にできていませんでした」

「私も、図面通りにモデルが出来上がれば良い、という感覚で作っていましたから、フィーチャを作る順番や設計基準にそれほど注意を払っていませんでした」

3. 履歴

フィーチャを作る順番がコントロールできるのは、3次元CADの内部に形状定義のパラメータや拘束条件の履歴を持っているからである。現在では、多くの3次元CADが履歴を持ったパラメトリック・フィーチャベースの考えを採用している。

これに対して、パラメータや拘束条件などの履歴を意識せず、「粘土細工」のようにモデルを直接定義したり、変更したりできる3次元CADもあります。履歴の扱いに悩まされた人にとっては、便利そうに思ってしまうのですが、...

モデリング三ヶ条

その一、設計で重要な部分から作る

その二、フィーチャ=設計機能

その三、設計基準を明確にする

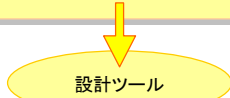
三ヶ条のうち、その二とその三は「その一、設計で重要な部分から作る」から必然的に導き出されるものである。

履歴がないと便利なの？

| | 粘土細工CAD 直接モデリング ノンヒストリ(履歴なし) | 一般的な3次元CAD パラメトリック/フィーチャ ヒストリ(履歴あり) |
|--------|---|--|
| モデリング | 作りたい形状を定義するだけで、パラメータや拘束条件、履歴は不要。 | 形状はパラメータと拘束条件、およびその履歴で定義される。 |
| モデルの変更 | 変更部分だけを直接指定して形状を作成する。 | 変更する部分のパラメータを再定義するので、結果は履歴に影響される。 |
| 特徴・効果 | <ul style="list-style-type: none"> ● 予期しない変更が生じにくいので、モデルの再利用が可能である。 ● モデル分割/結合などの大胆な形状変更が可能。 ● 試行錯誤の多い設計やチーム設計に向いている。 ● 他CADからインポートしたデータも変形可能である。 ● ツールの動き方を考慮する必要がないため習熟しやすく、設計本来の業務に集中できる。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 他人が作成したモデルは履歴が不明のため、再利用は困難である。 ● 大胆な形状変更は周辺部への影響が予想できないため、困難である。 ● 形状や変更箇所が定型化された自動設計に向いている。 ● 他CADからインポートしたデータは変形不可である。 ● ツールの使用方法の定型化が必要である。 |

設計にフォーカスした記載とは

| | 粘土細工CAD 直接モデリング ノンヒストリ(履歴なし) | 一般的な3次元CAD パラメトリック/フィーチャ ヒストリ(履歴あり) |
|--------|---|--|
| モデリング | 完成形状を立体化するだけなので、2次元CADの延長として使う事ができる。 | フィーチャを設計機能、履歴を設計プロセスに対応させながら形状を作成できる。 |
| モデルの変更 | 変更部分に直接切り貼りするように、形状を削除したり追加したりする。 | 設計変更の対象となるフィーチャのパラメータ修正や再定義により、形状を変更する。 |
| 特徴・効果 | <ul style="list-style-type: none"> ● モデルは最終形状しか保持しないので、手間をいとわなければ、どのような形状にも作り変える事ができる。 ● モデル分割/結合などの大胆な形状変更が可能。 ● 変更が多いモデリングや完成形状を作れば良いだけの作業に向いている。 ● 他CADからインポートしたデータも変形可能である。 ● 設計プロセスを知らなくても、それなりの形状を作成できる。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 設計プロセスに従って作成したモデルは再利用が容易である。 ● 履歴をコントロールできれば、大胆な形状変更も可能である。 ● 試行錯誤の多い設計やチーム設計に向いている。 ● 他CADからインポートしたデータは変形できないが、フィーチャの追加は可能である。 ● 設計プロセスのルール化が必要である。 |



「うちの設計者の中にも履歴なんて考えたくない、2次元CADで作図していた時のように、直接モデルを作ってしまう、という意見もあります」と言いながら、嶋田氏はカバンの中から一枚のパンフレットを取り出した。そこには、「設計者がパラメータや拘束条件など、3次元CAD特有のモデリング手法を意識することなく、、、」という説明に加え、履歴を持たない(ノンヒストリ)ことの利点が履歴を持つ(ヒストリ)3次元CADと比較して記載されていた。

「うーん、これだけを鵜呑みにして、導入すると困ったことになりませぬ。履歴のある3次元CADを使いこなせなくて、履歴の無い3次元CADに乗り換えたのに、それでも使いこなせない、というようなケースも発生しますよ」

「私なら、こんなふうに表示するかな」

パンフレットの余白にメモしながら、説明を続ける。

「設計にフォーカスした表現だとこんな具合になりますね。粘土細工CADでは履歴を気にせず、完成形状に向かってモデリングするだけなので、いわば、2次元CADの延長として使う事が出来ます。ただし、どうしても形をつくるだけのモデリングツールになってしまいがちですな」

「粘土細工CADでも、設計できないわけではないでしょう？」

嶋田氏が口を挟んだので、もう少し続けることにしよう。

「どんなツールでも設計できますが、どちらがよりやり易いか?という問題だと思います。パラメトリック/フィーチャベースの3次元CADはフィーチャを設計機能に対応させ、設計で重要なフィーチャから作る事が可能です。この順番が設計プロセスそのものなのですが、モデリングの都合によって、フィーチャの順序を変更することも必要となってきます」

「履歴のない3次元CADではフィーチャの順番なんて入れ替えられないわ」

美崎さんも理解してきたようだ。

「そのとおり。履歴があろうと無かろうと、設計ツールとして使うことはできますが、フィーチャを挿入したり順番を入れ替えたりという部分は履歴がないと辛いところですね。やはり、履歴の無い粘土細工CADでは設計ツールというより、モデリングツールという位置付けのほうが大きくなってしまいます」

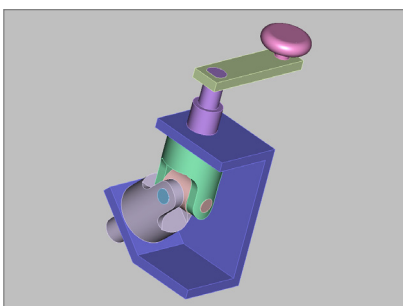
4. アセンブリ

CAD販売会社のデモを「設計」という観点から見ると、非常に違和感を覚える。出来上がった部品同士をポンポンと組み付けていくのは楽しいが、実際にあんな方法で設計できるものだろうか。嶋田氏に話題を振ってみる。

「私が、どうも設計している気分にならない、と感じるのはそのあたりが原因だと思います。部品の形というのは周囲の取り合いを見ながら決めていくのが普通で、前もって詳細形状が決まっている訳ではありません。どうやって、部品の形を決めていくかが問題なんです」
確かにそのとおりだろう。3次元CADのチュートリアルに記載されているアセンブリの課題も、事前に準備された部品を実際に組み立てるように、部品同士を「合致」させたり、孔に軸を「挿入」させたりして、組み付けるといったものがほとんどである。

「こんなデモを見てしまうと、部品をモデリングしてから組み付けるのが3次元CADを使った設計手法だと勘違いするのも無理はないのです。そして、このような意識が、部品の形を作ってしまうなければ3次元CADで設計できない、などという風潮を生み出しているのです。嶋田さんの違和感もこのあたりにあるのだと思います」

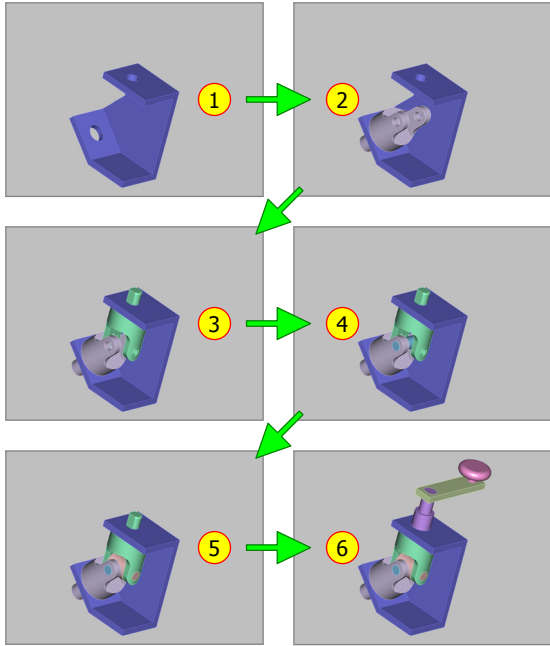
CAD販売会社のデモンストレーション(アセンブリ)



完成した部品同士を組み付けて行くようなアセンブリの方法が、あたかも3次元CADを使用した設計手法であるかのような、CAD販売会社のデモは、逆に3次元CADを使った設計の障害になっている。

このようなデモンストレーションの「ウソ」を見抜けない設計者や技術部門の管理職も、別な意味で問題なのだが、、、

設計した気分にならないアセンブリ



【1】完成したブラケットを最初に組み付ける。
 【2】ヨーク(1)をブラケットの孔に「挿入」、取り付け面に「合致」させる。「簡単」そうに見えるのだが。

【3】ヨーク(2)もブラケットの孔に「挿入」、取り付け面に「合致」。
 【4】ジョイントピン(1)はヨーク(1)の孔に「挿入」。

【5】ジョイントピン(2)はヨーク(2)の孔とジョイントピン(1)の孔に「挿入」。
 【6】最後にハンドルを組み付けて完成、、、というデモなのだ。

「私も、なぜ最初に部品のモデルを作成しなければいけないんだ、と思っていました。このようなユニバーサルジョイントの設計であれば、物の形よりも、まず動作を考える必要があります。ヨークなどは別に円柱でもよいのですから」

モデリングと同じ様に、アセンブリも設計で重要な部分から組み付けていくのが基本である。正確に言えば、全ての部品ファイルを組み付けた後で、重要な部品からレイアウト調整していくと表現したほうがよいだろう。このような手順に従った「設計のためのアセンブリ」では、組み付け手順や部品のモデリング手順は「設計した気分にならないアセンブリ」とほとんど逆になる。

「これね、よく考えてみれば、実際に組み立てる順番と反対になっているでしょう？」

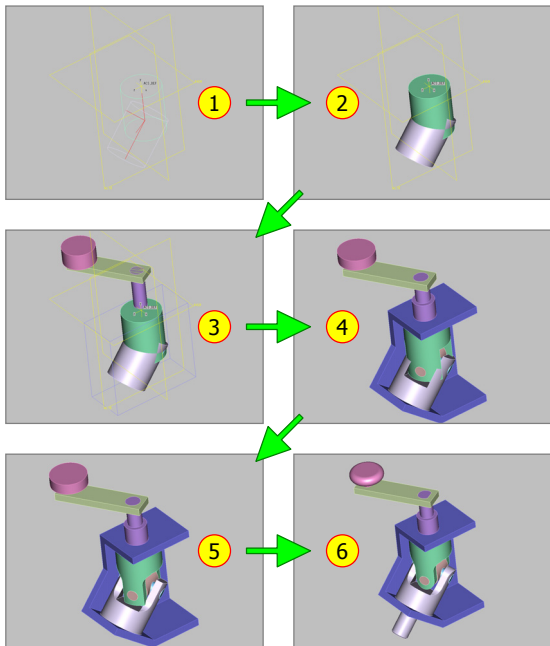
嶋田氏の顔を見ながら話を続ける。

「私が教えるときは、実際に組み立てる製造の順番と、設計していく順番は逆になっているんですよ、と説明しています。これだと、設計したことのない美崎さんでも理解できるんじゃないかな？」

「ええ、確かにわかりやすいですね。そんなこと、今まで考えたこともありませんでした。モデリングもそうですけど、アセンブリこそ設計を知ってないと教えられませんね。3次元CADの操作自体は結構知っているのですが、設計者の皆さんに教えることも多いのですが、こんな話を聞いてしまうと、今までのやり方で教えるのが恐くなってしまいますね」

さてと、次は美崎さんの話を聞くことにしよう。(つづく)

設計するためのアセンブリ



【1】最初にユニバーサルジョイントの基準を決める。動作はカーブで表現する。
 【2】1フィーチャだけ作成した部品を重要な部分からレイアウトしていく。

【3】ジョイント部とハンドル部をレイアウトすれば動作の検討は出来る。
 【4】各部品の取り合いを見ながらおおまかな形状を作成する。

【5】ヨークの干渉部分をなくすため、さらに数フィーチャを作成する。
 【6】各部品の詳細部分を作りこんで完成、、、これだと、設計できるね。

この記事は「CAD攻略マガジン No.15 - 機械設計2003年7月号別冊」- 日刊工業新聞社刊 - に「入門講座 新入社員のための3次元CADの基礎」というタイトルで掲載 (Page.46~50) されたものです。

日刊工業新聞社 出版案内
<http://pub.nikkan.co.jp/>

掲載後、気付いた誤字や脱字、レイアウトの不都合は修正してありますが、内容的には生原稿そのものです。雑誌に掲載されなかった部分を探してみても、面白いかもしれません。

