

卓上 CNC からマシニングまで!!

次世代クラウドベース 3DCAD/CAM

Fusion 360

操作ガイド

CAM・切削加工編 1

2021年版

スリプリ (株式会社 VOST)

三谷大暁 / 大塚 貴 / 濱谷健史 ● 共著



重要

切削加工の特性上、本書記載の条件で加工ができる保証は致しておりません。本書で解説している CAM 機能や CNC 工作機械の設定、および加工で生じるいかなる損害に対しても、著者および出版社は一切の責任を負いかねます。

実際に加工される際には、機械の取扱説明書をよくご確認ください、加工条件を安全な数値に設定の上、慎重に作業を行っていただきますようお願い致します。

■ サンプルファイルのダウンロードについて

サンプルファイルをダウンロードするには、巻末の袋とじ内に記されているナンバーが必要です。本書を中古書店で購入したり、他者から貸与、譲渡された場合、巻末の袋とじが欠落しているためにダウンロードできないことがあります。あらかじめご承知おきください。

■ ソフトウェアのバージョンアップへの対応について

本書の内容は、2020年9月時点での内容となっております。Fusion 360 はバージョンアップが頻繁に行われるため、バージョンアップに伴う手順の変更等につきましては、随時スリプリブックの「書籍改訂情報」ページにて更新情報をアップデートしております。

書籍改訂情報

<https://cad-kenkyujo.com/book/revision/>

本書で取り上げられているシステム名／製品名は、一般に開発各社の登録商標／商品名です。本書では、TM および [®] マークは明記していません。本書に掲載されている団体／商品に対して、その商標権を侵害する意図は一切ありません。本書で紹介している URL や各サイトの内容は変更される場合があります。

はじめに

3D プリンターをはじめ、レーザーカッターや卓上 CNC などの工作機械を使用したデジタルファブリケーションが、より身近になってきました。今までのアナログな方法とデジタルを組み合わせて、新しいモノづくりが手軽にできる世界が広がろうとしています。

しかし、3D プリンターや CNC を使った新しいモノづくりをするには、3D データを作成する必要があります。3D のソフトは一般的になじみがなく、とても難しそうととつきにくそうというイメージが先行しているのが現状です。

現在、教育現場や仕事の中で 3D ソフトに触れる機会は「専門知識」として修得する以外には皆無です。今後 3D プリンターの普及と同時に、小学校の工作の時間に 3DCAD に触れることが当たり前になれば、「なんだ、3D ソフトって簡単なんだ」という認識も広がってくるかもしれません。

私たちスリプリは、3DCAD/CAM メーカーで実務経験を積んだ「3D ソフトのプロフェッショナル」として、3DCAD は難しくないことを広めたいと考えています。文書を作成するのに Word を、表やグラフを作るのに Excel を使うように、3D データを作るのに CAD を使うことが当たり前になり、誰もがモノづくりを身近に感じることができる世界を目指しています。

本書は、2014 年 6 月より定期開催している「スリプリ Autodesk Fusion 360 CAD セミナー」から生まれました。よりわかりやすく、より丁寧にをモットーに進化を続けてきたセミナーは、アンケートの 9 割以上で「大変満足」をいただいております。

全国で定期開催中ですので是非ご参加ください。

「スリプリ セミナー」で検索！

<http://3d-printer-house.com/3dcad-campus/>

本書は初心者目線で専門用語をかみ砕いた楽しい題材を基に、基本的な機能や 3D データを作成する際の考え方を身に付けていただける内容になっています。是非楽しみながら学んでいただき、「欲しいモノをいつでも作れる」すばらしさを体験してください。

You can MAKE Anything!!

Let's enjoy 3D!!

「Fusion 360 操作ガイド」シリーズ 4 冊目となる本書、「Fusion 360 操作ガイド [CAM・切削加工編]」では、CAM 機能の基本的な操作と、ローランド ディー・ジー・株式会社様、株式会社オリジナルマインド様の協力を得て、卓上 CNC の基本的な使い方を学習いただけます。

本書の構成および解説は、シリーズ既刊の 3 冊の知識を前提としております。あらかじめご了承ください。各既刊の大まかな内容は次のとおりです。

ベーシック編：ユーザーインターフェイスの紹介、データの管理方法、スケッチの描き方やモデリングの方法、レンダリングの方法など、基礎的な操作を学習いただけます。

アドバンス編： ベーシック編で学んだ内容を応用し、より複雑な形状のモデリング、有機的な形のモデリング、複雑なレンダリングの設定などを学習いただけます。

スーパーアドバンス編： 上記2冊の内容を応用し、複数の部品から構成される組み立て部品の設計、解析機能、スキャンデータの活用などを学習いただけます。

Fusion 360 の特徴

Fusion 360 は、オートデスク株式会社が開発を行っている 3次元 CAD です。オートデスク株式会社は 1980 年代から 2次元 CAD を販売し、CAD という分野を作り上げた企業です。また、3DCG の 3大ソフトウェアを買収するなど、CAD と CG 両方の技術に長けた企業です。

Fusion 360 はそれらの技術を利用し、クラウドベースという新しい概念を取り込んだ最新のソフトウェアです。通常は高価格帯でしか実現していなかった多彩な機能が、安価（ビジネス用途以外は現状無料）で提供されています。

Fusion 360 の動作環境

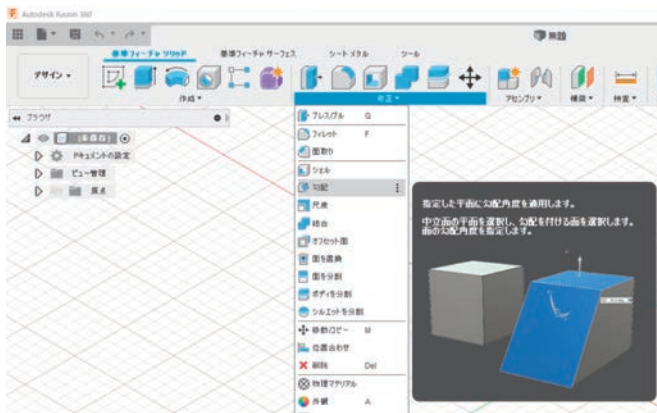
- OS: Microsoft Windows 8.1 (64 ビット) (2023 年 1 月まで)、Microsoft Windows 10 (64 ビット)、Apple macOS Catalina 10.15、Mojave v10.14、High Sierra v10.13
- CPU: 64 ビットプロセッサ (32 ビット版および ARM はサポートされていません)、4 コア、1.7 GHz Intel Core i3、AMD Ryzen 3 以上
- メモリ: 4 GB の RAM (内蔵グラフィックス 6 GB 以上を推奨)
- インターネット: ダウンロード速度 2.5 Mbps 以上、アップロード速度 500 Kbps 以上
- ディスク容量: 3 GB のストレージ
- グラフィックスカード: DirectX 11 以上をサポート、VRAM 1 GB 以上の専用 GPU、RAM 6 GB 以上の内蔵グラフィックス
- ポインティングデバイス: HID 準拠マウスまたはトラックパッド、オプションで Wacom タブレットおよび 3Dconnexion SpaceMouse をサポート
- 依存関係: .NET Framework 4.5、SSL 3.0、TLS 1.2 以降

※ 2020 年 9 月現在

※動作環境はリリースごとに更新されます。公式ホームページより最新情報をご確認ください。

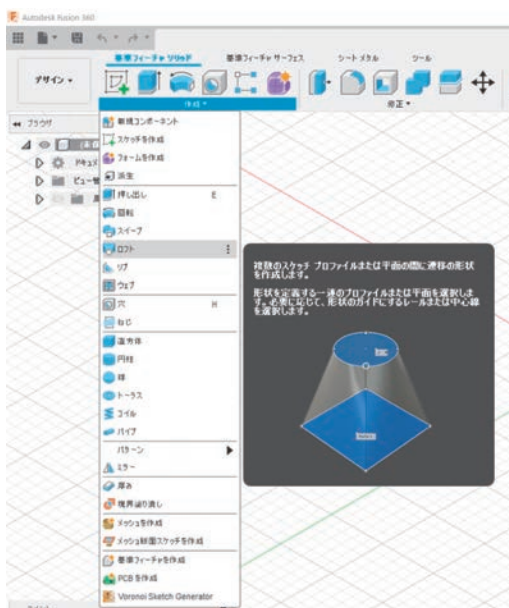
特徴1：わかりやすいユーザーインターフェイス

ソフトウェアの使いやすさはわかりやすいユーザーインターフェイスから生まれます。各コマンドには作成できる形状のアイコンが付いており、どのような操作ができるのかを直観的に理解できるため、初心者でもなじみやすいインターフェイスになっています。



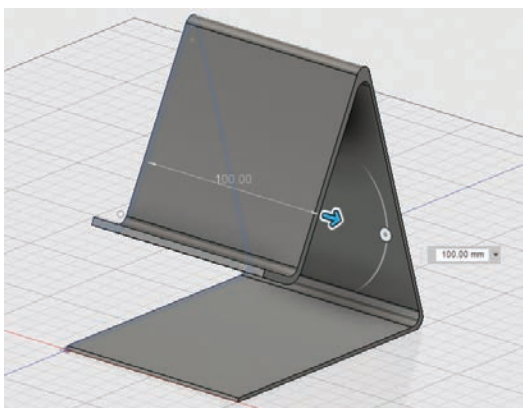
特徴2：多様なコマンド群

無償の3DCADは、無償が故にコマンドが少なくなっており、曲線を描いたりカタチを作ったりする際に多くのステップが必要になっていました。Fusion 360は、多様なコマンドにより、より直観的に、より早く、モデルを作ることができるようになっています。



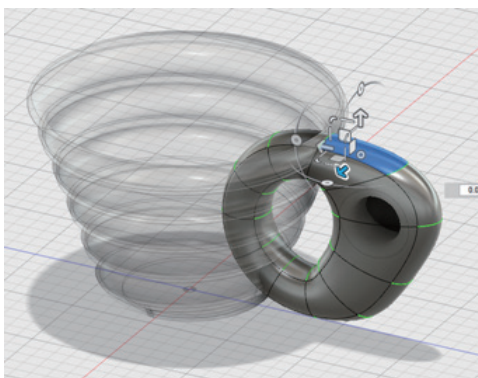
特徴 3：履歴管理機能

どのようにカタチを作成してきたか、という履歴情報が付いているため、いつでもカタチを編集することができます。これは一般的には高価格 CAD にしか付いていない「パラメトリックモデリング」という方法で、数字を変えるだけで簡単に大きさを変えたり、複雑なカタチに変更したりすることができます。3D プリンターで造形してみたけど、ちょっとカタチを変えようかな、少しサイズが大ききなものほしいな、といったときに、無償の 3DCAD ではデータを一から作り直す必要があることがほとんどです。Fusion 360 の履歴管理機能を使うと、3D プリンターの「すぐにほしいものが作れる」というメリットを最大限に生かすことができます。



特徴 4：滑らかな曲面作成機能

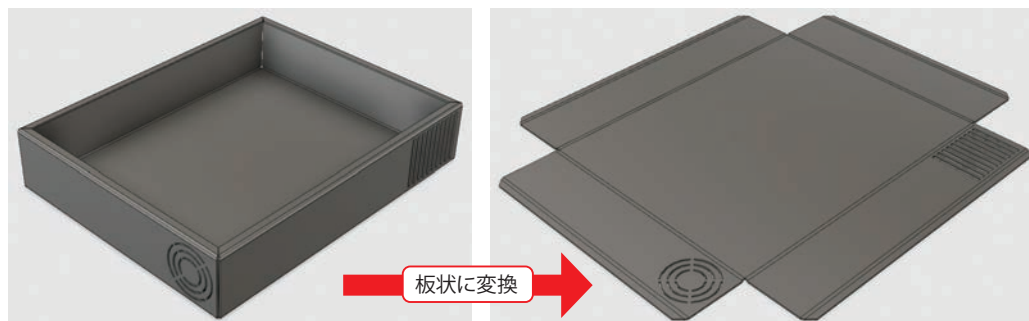
通常、大きさの決まったモノを作るには CAD、滑らかな曲面を持ったモノを作るには CG という、別々のソフトを組み合わせるしかありませんでした。Fusion 360 は CAD が不得意としていた滑らかな曲面を作る T スプラインという新しい機能を持ち、粘土細工のように直観的な操作で滑らかな曲面を作成できるようになっています。また、大きさをきちんと決めた CAD 機能との組み合わせが可能のため、2つのソフトウェアを修得する必要がなくなっています。※本書では滑らかな曲面作成機能の使用方法是ご紹介しておりません。ベーシック編、アドバンス編、スーパーアドバンス編を参照ください。



特徴 5：板金モデル作成機能

板金モデルとは、金属の板を曲げてつくるモデルです。実際に作成できるように角には曲げが自動で入り、重なってしまう部分も自動で調整してくれます。また、板金モデルは板状のモデルに簡単に変換できるため、実際に必要な材料の形が得られます。

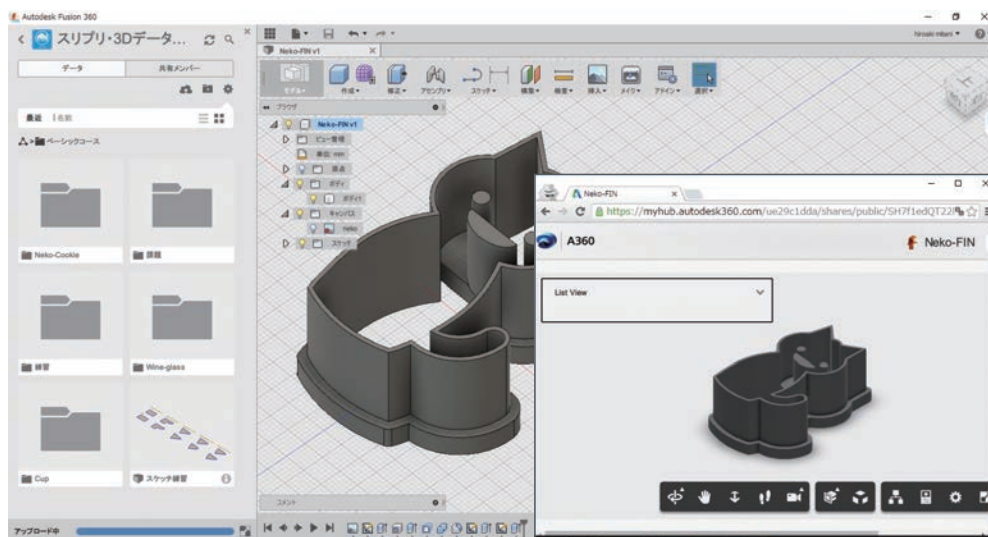
※本書では板金機能の使用方法是ご紹介しておりません。



特徴 6：コラボレーション機能

Fusion 360 は最新のクラウド統合型 CAD となっており、ウェブブラウザはもちろん、Android や iPhone のアプリでデータを開くことも可能です。

※本書ではコラボレーション機能の使用方法是ご紹介しておりません。ベーシック編、アドバンス編、スーパーアドバンス編を参照ください。

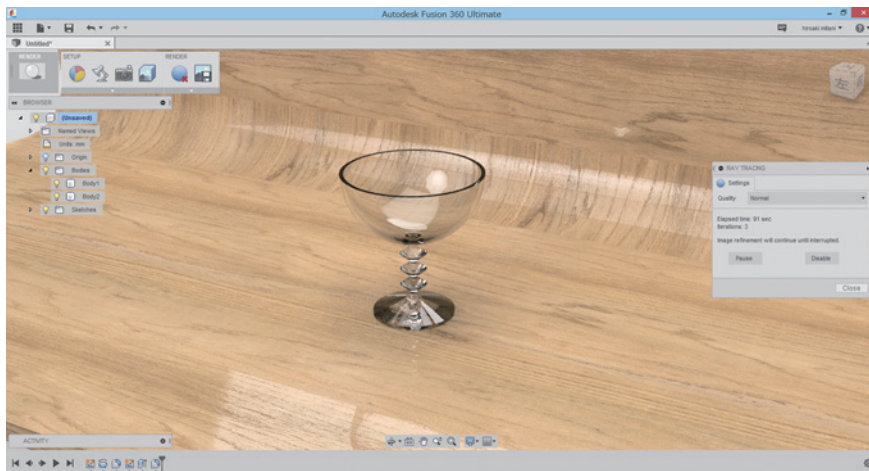


特徴 7：レンダリング機能

作ったカタチを写真で撮ったかのようなリアルな画像で表現できる機能、それがレンダリング機能です。

通常この機能だけで専門ソフトウェアが必要でしたが、Fusion 360 には標準搭載されています。3D プリントする前に完成イメージをつかんだり、作ったものをウェブで紹介したりする際に利用できる、非常に楽しい機能です。

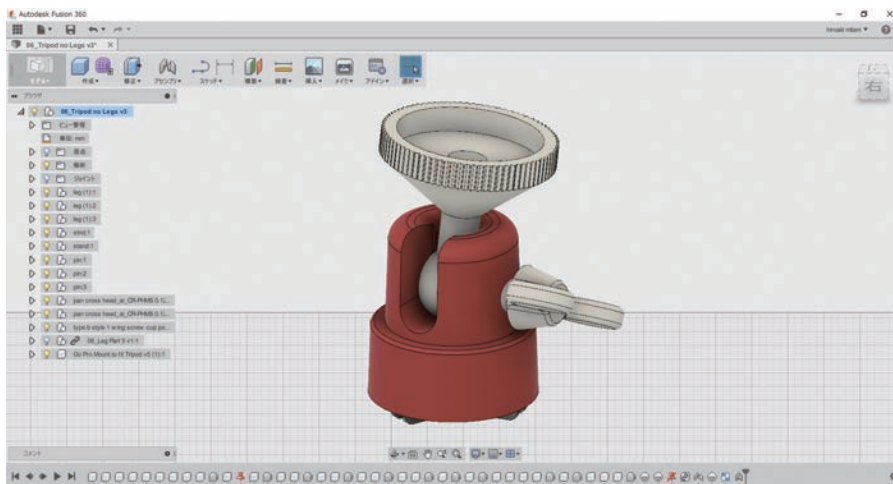
※本書ではレンダリング機能の使用方法はご紹介しておりません。ベーシック編、アドバンス編を参照ください。



特徴 8：アセンブリ機能

複数の部品を作成する場合、組み立てた際に干渉してはまらないことがないか、可動部品を動かしたときに正しく動くか、といった検証をすることができます。Fusion 360 では一般的な 3DCAD に搭載されているパーツ同士の組立機能に加え、隣接する部品を簡単に設計するための機能が多彩に用意されています。

※本書ではアセンブリ機能の使用方法はご紹介しておりません。スーパーアドバンス編を参照ください。

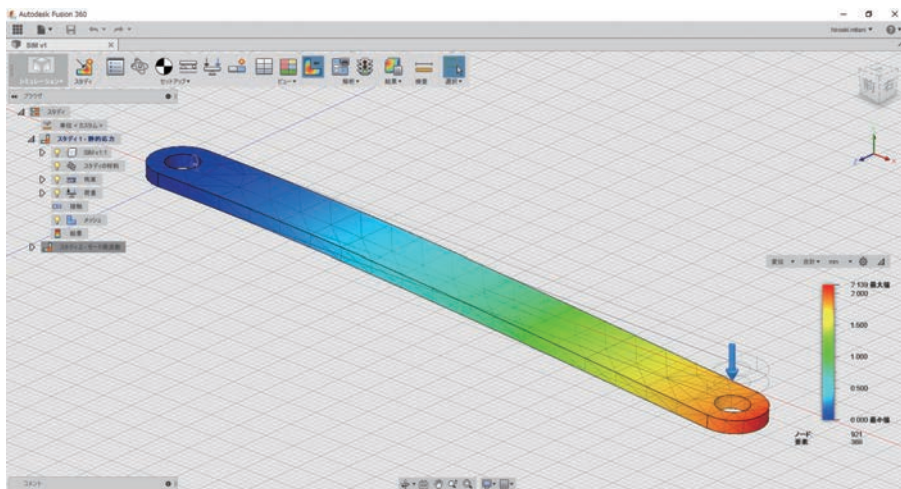


特徴 9：解析機能

設計段階で、強度が弱く壊れる可能性がある箇所や、どのように変形するかをシミュレーションすることができます。

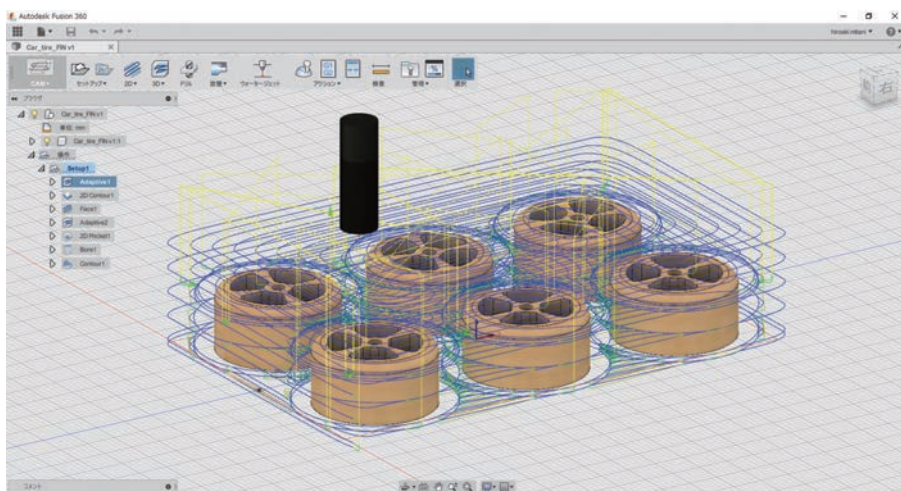
実際にモノを作らなくても強度を強くできるため、試作の回数を減らすことができます。

※本書では解析機能の使用方法是ご紹介しておりません。スーパーアドバンス編を参照ください。



特徴 10：CAM 機能

木材やプラスチック、金属などを削ってカタチを作る CNC 工作機械を動かす頭脳となるのが CAM というソフトウェアです。通常は CAD ソフトと CAM ソフトは別のソフトになっており、それぞれのソフトを学ぶ必要がありましたが、Fusion 360 はその両方をシームレスにつないで使用することができます。



本書の使い方

本書で使用するデータ及び課題の解答は、ウェブサイトにて公開しております。

以下の URL を検索し、巻末の袋とじ内に記されているナンバーを入力してデータをダウンロードしてください。

「スリプリブック」で検索！

<https://cad-kenkyujo.com/book/>

スリプリブックをご活用いただくために会員登録をお願いしております。

Fusion 360 はアップデートが頻繁に行われるため、書籍を十分に活用いただけるよう、次年版出版までのアップデート情報や有益な情報を発信しております。会員登録後、課題データのダウンロードおよび、課題解答を見ることができるようになります。また、会員登録していただくことで、本サイトに掲載されている会員限定のコンテンツのダウンロードが可能になりますので、今後の学習に是非お役立てください。

スリプリブック課題解答一覧とデータダウンロード

Autodesk Fusion360の人気講座が、「スリプリブック」としてついに書籍化!

このページでは、スリプリブックの解答の確認と課題に使用するデータのダウンロードができます。
該当する書籍の「課題解答・データダウンロード」ボタンをクリックしてください。

※ 最新バージョンに対応した改訂版もこちらから見るすることができます。



[ベーシック編]

課題解答・データダウンロード



[アドバンス編]

課題解答・データダウンロード



[スーパーアドバンス編]

課題解答・データダウンロード



[CAM・切削加工編 1]

課題解答・データダウンロード



[CAM・切削加工編 2]

課題解答・データダウンロード

本書は、手順を追いながら操作できる演習と、それに関連する課題が用意されています。演習を行った後、課題にチャレンジしてみてください。

課題の解答も、上記 URL よりご覧いただけますのでご活用ください。

本書の内容は、2020年9月時点での内容となっております。Fusion 360 がアップデートされたことにより、本書の手順通りに操作ができないなどの情報もこちらのウェブサイトに掲載しておりますので、併せてご覧ください。

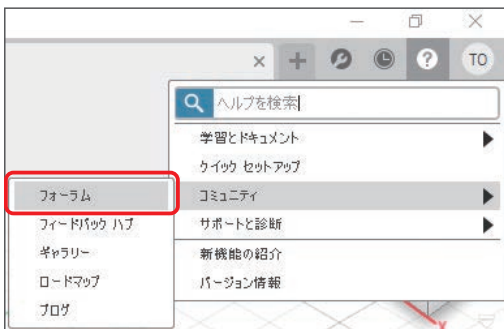
※本ウェブサイトは予告なく変更する可能性がありますので、あらかじめご了承ください。

公式掲示板「コミュニティフォーラム」のご紹介

「コミュニティフォーラム」はオートデスク公式の Fusion 360 掲示板です。ユーザーが自由に質問などを書き込むことができ、オートデスクスタッフだけではなくユーザー同士で問題解決をする交流の場になっています。また、検索することもできるため、機能把握や問題解決に是非ご活用ください。



「コミュニティフォーラム」は Fusion 360 のヘルプメニューの [コミュニティ] - [フォーラム] をクリックする事でアクセスできます。



CAD CAM CAE の使い方や最新ニュースサイト「キャド研」のご紹介

「キャド研」では、本書で紹介しきれなかった Fusion 360 の最新情報や便利な使い方の動画、すべての設定項目について説明したコマンド一覧などを公開しております。

また、Fusion 360 のエバンジェリストから Fusion 360 のブロガー、はたまたものづくり女子大生まで、様々な Fusion 360 に関する記事が読めるサイトとなっております。

本書を学んだ後のスキルアップツールとして是非ご活用ください。

「キャド研」で検索！

<https://cad-kenkyujo.com/>

CAD CAM CAE の使い方や最新ニュースをほぼ毎日更新！

SEARCH **キャド研**

比較・預べる・学ぶ CAD CAM CAE ものづくり機器・設備 MENU

ソフトウェア別に学ぶ Fusion 360 AutoCAD SolidWorks Revit DraftSight Jw_CAD

3Dプリンター Fusion 360の機能を学ぶ Fusion 360の機能を学ぶ CAD (設計ソフト) Fusion 360 Academy 登壇者インタビュー 藤村 光晴 Fusion 360の機能を学ぶ

【DMM.make3Dプリントサービス】がStratasy J750プリンターを導入！ Fusion360の使い方～回転その2～ キャップボルトをモデリングしてみる！ Fusion 360 Academy 登壇者＆発起人にインタビュー 第三弾 藤村 祐典～ Fusion 360 Academy を始めたきっかけ Fusion360をWindows10に再インストール

PICKUP ビックアップ

1 CAD (設計ソフト) 徹底比較！業務利用におすすめな3D CADと価格帯別3D CADの比較【2019年度版】

2 CAD (設計ソフト) 3次元CAD利用技術者試験 3次元CAD利用技術者試験の問題傾向と対策をご紹介 3次元CAD利用技術者試験はいつ？3次元CAD利用技術者試験の問題傾向と対策をご紹介

3 PDMC (Product Design & Manufacturing Collection) AUTODESK PRODUCT DESIGN & MANUFACTURING COLLECTION InventorとFusion 360を使うならPDMコレクションがおすすめ！PDMCのメリットとは？

企業向けサービス「BIZ ROAD (ビズロード)」のご紹介

株式会社 VOST では、企業で Fusion 360 を活用いただけるよう、Fusion 360 の企業向けサービス「BIZ ROAD」をご用意しております。本書で取り上げる Fusion 360 の CAM 機能を利用し、マシニングセンタを始めとする産業用工作機械をフル活用するには、教育セミナーでの教育や、ポストプロセッサのカスタマイズが不可欠です。

ソフトウェアを使用する技術者様の早期育成に、是非ご活用ください。

「ビズロード」で検索！

<http://bizroad-svc.com>

BIZ ROAD (ビズロード)
法人向け Fusion 360 セミナー・サポートサービス

資料ダウンロード サービスに関する問い合わせ

トップ | サービス紹介 | セミナー日程一覧・お申し込み | 料金表 | お客様の声 | よくある質問 | Fusion 360 とは | 会社案内 | お問い合わせ

業務立ち上げに最適な、
Fusion 360 教育セミナー + サポートサービス
Autodesk 社公認セミナー

アセンブリや図面作成、解析機能など業務に必要な知識や使い方を「短期間」で「効率良く」学習できます。

トレーニング

- Fusion 360 CAD セミナー(3日間) 150,000円/人
- Fusion 360 CAM セミナー(2日間) 100,000円/人

カート (選択中のサービス)
只今、カートに商品はありません。
(カゴの商品数:0種類、合計数:0)

サービス導入の検討にご活用ください
サービス資料ダウンロード

Fusion 360 のインストール方法

- ① 公式ウェブサイト (<http://www.autodesk.co.jp/products/fusion-360/overview>) より、「無償体験版をダウンロード」ボタンを選択し、ダウンロードします。



- ② 自分が使用するライセンスのタイプを選択します。



- ③ Autodesk アカウントをお持ちの方は、メールアドレスとパスワードを入力して「サインイン」します。Autodesk アカウントをお持ちでない方は、「アカウントを作成」を選択し、ユーザー情報を入力します。

The image shows two side-by-side screenshots of the Fusion 360 web interface. The left screenshot is the login page, titled 'サインイン' (Sign In). It features the Autodesk logo, a '電子メール' (Email) input field containing 'name@example.com', and a blue '次へ' (Next) button. Below the button is a link: '初めてオートデスクをご利用ですか? アカウントを作成' (Are you using Autodesk for the first time? Create an account). The right screenshot is the account creation page, titled 'アカウントを作成' (Create Account). It includes input fields for '名' (First Name), '姓' (Last Name), '電子メール' (Email), '電子メール(再入力)' (Email (re-enter)), and 'パスワード' (Password). There is a checkbox for 'Autodesk の使用条件に同意し、プライバシー ステートメントを了承します。' (I agree to the Autodesk Terms of Use and accept the Privacy Statement). A blue 'アカウントを作成' (Create Account) button is at the bottom, with a link below it: '既にアカウントをお持ちですか? サインイン' (Already have an account? Sign in).

- ④「今すぐ Fusion 360 をダウンロード」をクリックします。

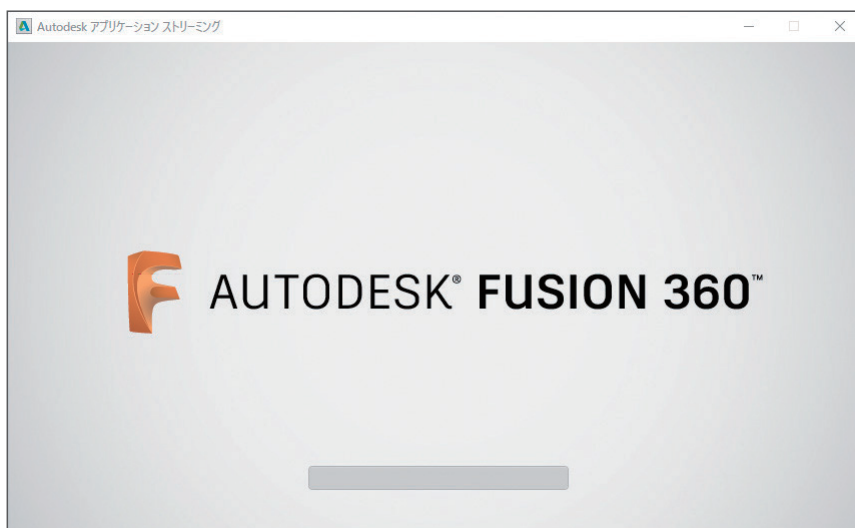


- ⑤ ダウンロードが自動的に始まります。

ダウンロードが始まらない場合は、「もう一度試してください。」をクリックし、ダウンロードします。



⑥ ダウンロードしたファイルをダブルクリックし、インストールします。



⑦ メールアドレスとパスワードを入力して「サインイン」します。



Fusion 360 の公式 Facebook ページでは、Fusion 360 の新機能をはじめ、「Fusion 360 Meetup」などのイベント情報などが紹介されています。

Facebook を利用されている方は、最新情報を見逃さないようにページへの「いいね！」をしてみてください。

「Fusion 360 Japan」で検索！

<https://www.facebook.com/Fusion360Japan/>



また、Twitter および Youtube にも公式アカウントがございます(「Fusion 360 Japan」で検索)。

Twitter <https://twitter.com/Fusion360Japan?lang=ja>

Youtube <https://www.youtube.com/channel/UCqmZCkXOZYFywI5RxeQht6A>

本書の全体の構成

CAM・切削加工編 1 では、「加工の基礎知識」、「Fusion 360 の [製造] 作業スペースの使い方」、「切削加工機の使い方」を学ぶことができます。

第 1 章：加工の基礎知識として、CNC の仕組み、工具や材料の知識を学びます。



第 2 章：Fusion 360 で行う基本の 4 ステップ「加工準備」、「ツールパス作成」、「シミュレーション」、「NC データの作成」を学びます。



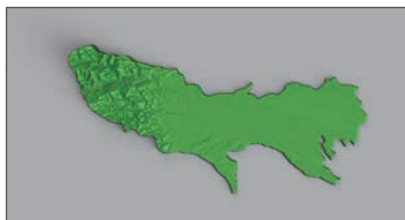
第 3 章：第 2 章で作成した NC データを使って切削加工機「KitMill」を動かす方法を学びます。



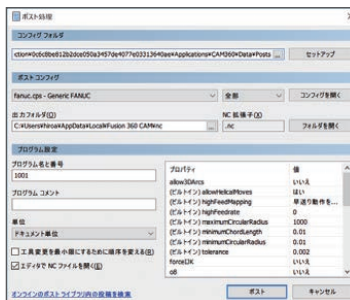
第 4 章：加工のための追加モデリング、両面加工の方法、設計変更への対応方法を学びます。



第5章：メッシュデータを利用したツールパス作成方法を学びます。



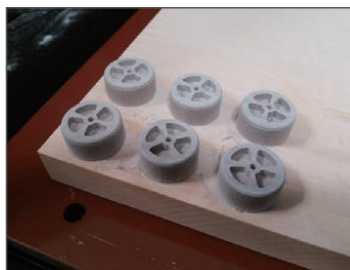
第6章：自分で用意したポストプロセッサの使用方法を学びます。



第7章：工具登録の方法を学びます。



第8章：第7章で作成した工具を使用してツールパスを作成する方法を学びます。



目次

はじめに	iii
------------	-----

第 1 章 加工の基礎知識 1

1.1	この章の流れ	2
1.2	CNC フライスの仕組み	3
1.3	基本的な加工方法	4
1.4	Fusion 360 の初期設定の変更	7
1.5	切削加工の順序と切削加工用工具	9
1.6	ツールパス	10
1.7	機械原点とワーク座標（加工原点）	11
1.8	切削加工用の工具	12
1.9	工具各部の名称	13
1.10	工具の刃数	14
1.11	工具の材質	14
1.12	工具の固定方法	15
1.13	工具の選定	15
1.14	工具取り付け時の突き出し長さ	16
1.15	切削加工のストック（材料）	17
1.16	切削条件	18
1.17	切込みピッチと切削ピッチ	19
1.18	NC データの仕組み	20

第 2 章 ドローンをつくろう 23

2.1	この章の流れ	24
2.2	加工の概要	25
2.3	加工準備	26
2.4	セットアップ	34
2.5	切り抜きのツールパスをつくろう	37
2.6	シミュレーションをしよう	44
2.7	ツールパスを編集して切込み回数を増やそう	48

2.8	加工箇所を増やそう.....	51
2.9	退避高さを変更しよう.....	52
2.10	ツールパスをコピーしよう.....	54
2.11	シミュレーションをしよう.....	57
2.12	溝加工をしよう.....	58
2.13	穴加工をしよう.....	60
2.14	外形の切り抜きのツールパスをつくろう.....	62
2.15	ツールパスをNCデータに変換しよう.....	66
2.16	課題：ギア部品.....	70

第3章 ORIGINALMIND KitMill RZ300/420 を使ってみよう 73

3.1	この章の流れ.....	74
3.2	制御ソフトウェアを使用しよう.....	75
3.3	USBCNC の操作をマスターしよう.....	76
3.4	工具を取り付けよう.....	77
3.5	材料（ストック）を準備しよう.....	78
3.6	加工原点を設定しよう.....	78
3.7	NC データを入力して加工しよう.....	82

第4章 ルアーをつくろう..... 85

4.1	この章の流れ.....	86
4.2	加工の概要.....	87
4.3	加工のためのモデリングをしよう.....	88
4.4	セットアップ.....	101
4.5	粗取りのツールパスをつくろう.....	105
4.6	仕上げのツールパスをつくろう.....	114
4.7	穴あけのツールパスをつくろう.....	117
4.8	切削結果を確認しよう.....	121
4.9	裏面の加工をしよう — 裏面用のセットアップ.....	123
4.10	裏面のツールパスをつくろう.....	126
4.11	設計変更をしよう.....	130
4.12	ツールパスをNCデータに変換しよう.....	134
4.13	バイス固定時の原点設定を学ぼう.....	141

4.14	課題 1：引き出しの取っ手（加工用モデリング）.....	145
4.15	課題 2：引き出しの取っ手（ツールパス）.....	147

第 5 章 立体地図をつくろう 151

5.1	この章の流れ.....	152
5.2	加工の概要.....	153
5.3	地図データをインポートしよう.....	154
5.4	〔メッシュ〕作業スペースを有効にしよう.....	156
5.5	メッシュをインポートしよう.....	157
5.6	加工準備.....	162
5.7	粗取りのツールパスをつくろう.....	163
5.8	再粗取りのツールパスをつくろう.....	169
5.9	急斜面仕上げのツールパスをつくろう.....	173
5.10	緩斜面仕上げのツールパスをつくろう.....	175
5.11	課題：鳥取県.....	178

第 6 章 カスタムポストプロセッサをインポートしよう 181

6.1	ポストプロセッサとは.....	182
6.2	ポストプロセッサのダウンロード.....	183
6.3	ポストプロセッサのインポート — Windows 編.....	185
6.4	ポストプロセッサのインポート — Mac OS 編.....	188

第 7 章 工具登録をしよう..... 191

7.1	工具の管理.....	192
7.2	工具ライブラリの使い方を学ぼう.....	192
7.3	工具登録をしよう.....	195
7.4	課題：工具登録.....	203

第 8 章 おもちゃの車のタイヤをつくろう..... 205

8.1	この章の流れ.....	206
8.2	加工の概要.....	207

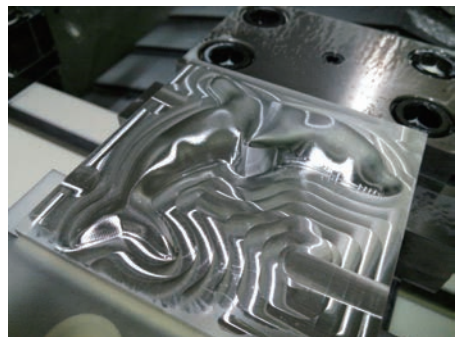
8.3	セットアップ	208
8.4	粗取りのツールパスをつくろう	217
8.5	側面を仕上げるツールパスをつくろう	222
8.6	上面を仕上げるツールパスをつくろう	226
8.7	ツールパスを NC データに変換しよう	228
8.8	再粗取りのツールパスをつくろう	231
8.9	ホイールを仕上げるツールパスをつくろう	235
8.10	ツールパスをコピーしよう	238
8.11	穴加工のツールパスを作成しよう	241
8.12	フィレットを仕上げよう	245
8.13	ツールパスを NC データに変換しよう	249
8.14	課題：工具スタンド	255
	索引	259

第1章

加工の基礎知識

次の内容を学習します。

- CNCフライスの仕組み
- 基本的な加工方法
- 切削加工の順序と工具
- ツールパス
- 機械原点とワーク座標（加工原点）
- 切削加工用の工具
- 切削加工のストック（材料）
- 切削条件
- NCデータの仕組み



1.1 この章の流れ

この章では、切削加工機を使用するための基礎知識を学びます。

CNCフライスの仕組みを学びます。(1.2)

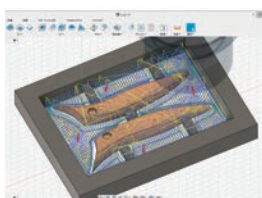
加工の種類を学びます。(1.3)



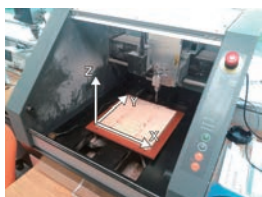
加工の順序と使用工具について学びます。(1.5)



CAMで作成されるツールパスについて学びます。(1.6)



機械原点と加工原点について学びます。(1.7)



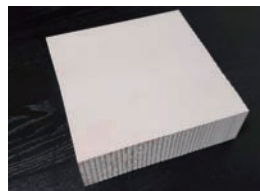
工具の種類と特徴を学びます。(1.8 ~ 1.11)



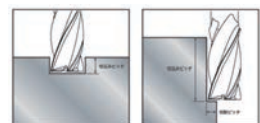
機械と工具の組み合わせについて学びます。(1.12 ~ 1.14)



材料について学びます。(1.15)



加工の条件について学びます。(1.16、1.17)



CAMから出力されるNCデータについて学びます。(1.18)

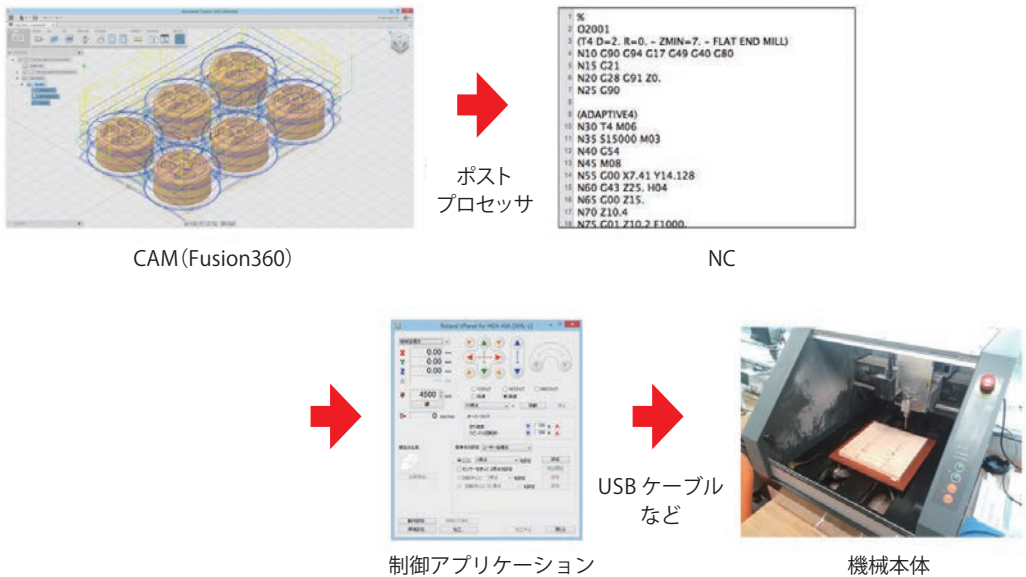
```
(FACE)
T1
S15000 M03
G54
G00 X0 Y0.
G00 Z15.
G01 Z12. F1000.
G01 X100.
G01 Y5.
G01 X0.
G01 X100 Y-5.
G01 X0 Y0.
G01 Z15.
```

1.2 CNCフライスの仕組み

CNCはComputer Numerical Control（コンピューター数値制御）の略で、工具の移動量や移動速度を数値制御することを言います。CNCフライスは、入力された指令に基づいてX軸、Y軸、Z軸の各軸がモーターで制御されて動作するため、スイッチを入れると自動的に加工を行います。

入力される指令は、Numerical Controlの頭文字を取って、NCデータと呼ばれます。NCデータの中には制御するコードがかかれており、指令するコードの頭文字に「G」が付くため、Gコードと呼ばれたりもします。

CNCフライスは、以下の構成要素で動作します。



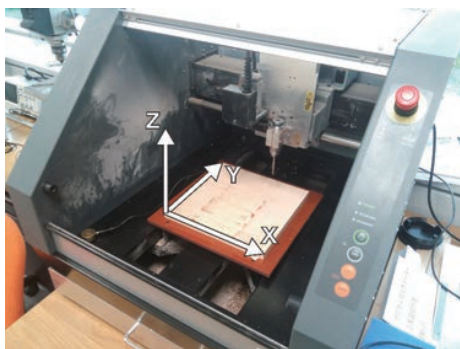
ポストプロセッサは、CAMデータを各工作機械に合わせたNCデータに変換するためのツールです。



NCデータは機械や制御アプリケーションごとに異なります。使用される機械によってポストプロセッサを切り替えることで、同じCAMデータを使用して各工作機械に対応したNCデータを作成できます。

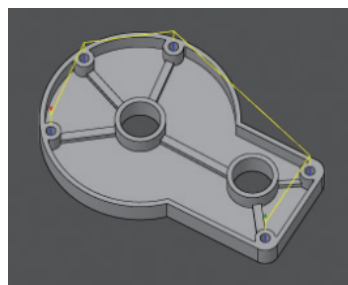
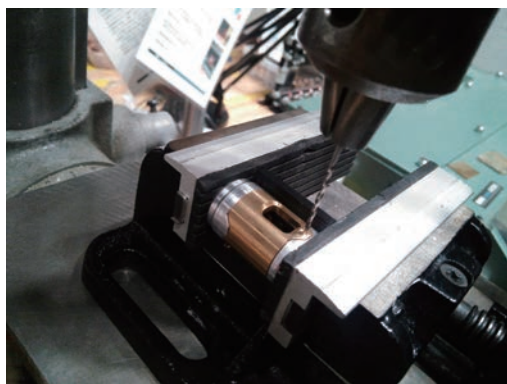
1.3 基本的な加工方法

切削加工では、工具が材料を削っている際に同時に動いている機械の軸の数によって加工方法が大別されます。加工軸は、機械によって軸構成は違うものの、多くの場合、高さ方向を「Z」方向、横方向を「X」方向、奥行方向を「Y」方向と呼んでいます。



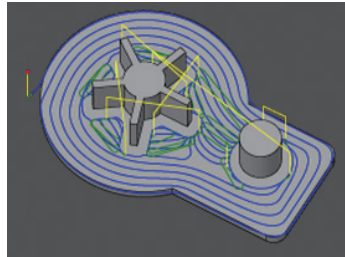
穴加工

穴を加工する場合、工具が材料を削っている間は1軸しか動きませんので、1軸加工です。通常1軸加工は穴しかありませんので、1軸加工とは言わず、穴加工ということが一般的です。Fusion 360では「ドリル」メニューがこれにあたります。



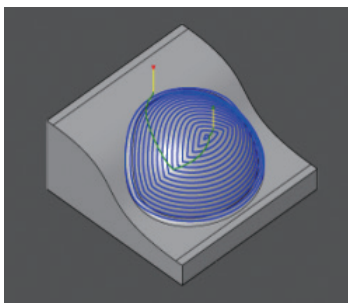
2 軸加工

平面的なものを削る場合、工具が材料を削っている間、Z軸の高さは固定したまま同時にX軸とY軸の2軸を動かすことになります。Fusion 360では[2D]メニューがこれにあたります。



3 軸加工

滑らかな曲面を削る場合、工具が材料を削っている間、同時に X 軸と Y 軸と Z 軸の 3 軸を動かすことになります。Fusion 360 では [3D] メニューがこれにあたります。



一般的な切削加工では、上記の 3 種類に加え、回転軸が加わる 4 軸加工、5 軸加工があります。また、工具が回るのではなく、高速で回転する材料に刃物を当て、りんごの皮むきのような要領で削る「旋削加工」にも対応しています。



本書では、穴あけから 3 軸までの加工を取り上げてご紹介します。