

F AUTODESK® FUSION 360™

日本の若きメイカーズ

—プロジェクト集—



A AUTODESK®

実用化を目指す いちごの自動栽培収穫ロボットシステム

HARVESTXはいちごの栽培・収穫・生育状況の可視化を行う定置型ロボットシステムです。農家がいちごを育てる環境が再現されたケース内で、画像処理によって成熟したと判断されたいちごがロボットアームによって自動収集される仕組みです。

実用化を強く意識した開発に取り組むなか、Autodesk® Fusion 360™を使用することで、支援者への説明やチームメンバー同士の連携が円滑に進んでいます。

いちごを摘むロボットアームは Fusion 360 のジョイント機能を用いて設計され、ジョイントごとに角度や移動距離を定義することにより可動範囲を解析し、実装前の要点確認やプレゼン用のアニメーション制作に役立てられました。また、Autodesk® EAGLE™で設計した電子基板は「Eagle push to Fusion 360」機能を使用し Fusion 360 に 3D データとしてアップすることができます。

基板の 3D モデルを作る時間の削減や、電子部品と他のパーツとの干渉チェックに役立てられ、機械設計者と電気設計者のコミュニケーションコストの削減につながりました。

その他に、板金の 2D 図面作成やシートメタル機能などを活用し効率的に板金部品を作成することで、実用化に向けた開発が進んでいます。



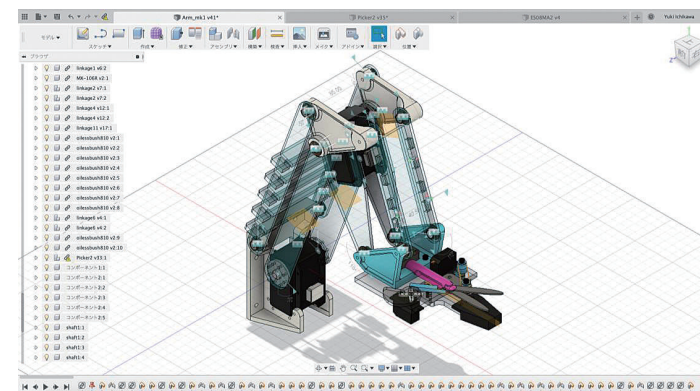
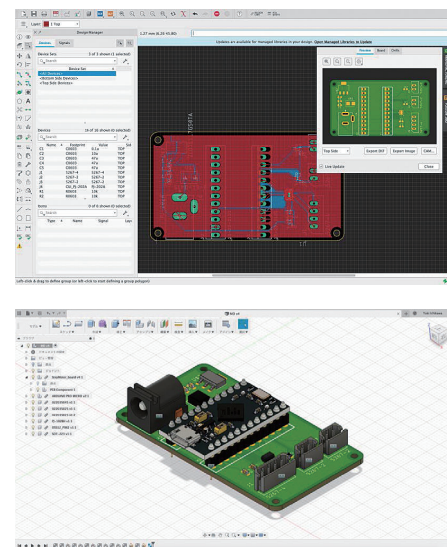
市川友貴(写真)、服部星輝、鈴木雄晴 未踏クリエイターやロボコン優勝経験などを持つメンバーが集まり、果実の完全自動栽培を目指して東京を拠点に活動している



HARVESTX 全体像。太陽光のスペクトルに合わせた紫色の照明が使われている



いちごを優しくつまんでカットするロボットアーム



ジョイント機能によってロボットアームの動作範囲が定義されている

EAGLE で設計した基板が Fusion 360 に 3D データとしてエクスポートされる

ユーザーとの二人三脚で 新たな義手を作り出す

小笠原佑樹氏は 1995 年生まれのメカトロニクスエンジニア。東京大学大学院で学びながら、フリーのエンジニアとして医療福祉工学とメカトロニクスを分野横断的に用いたプロダクトの設計を手掛けています。Fusion 360 のプロフェッショナルとして書籍の共著経験も持つ小笠原氏が現在取り組んでいるのが、上肢障がい者のための電動義手「Claffin」の開発です。スカルプトやサーフェス機能を用いた曲面モデリングや、ジョイントとモーションスタディによるリンク機構の検証など、Fusion 360 の機能がフルに活用されています。

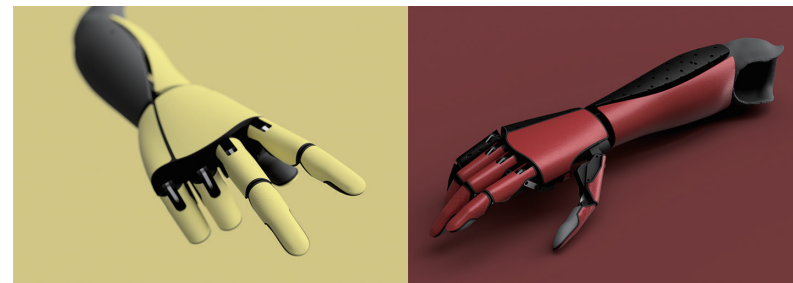
徹底的なヒアリングによって導き出された Claffin のコンセプトは、一般的なエンジニアが思い描くような多機能化ではなく、むしろ機能を最低限に抑える代わりに、今までにない新しい価値観を提示することでした。付け替え可能なカバーによって TPO に合わせた装いを楽しんだり、装飾タイプと能動タイプを使い分けることができたり。造り手よがりにならずユーザーが本当に必要とする機能に絞ったことで、使いたいときにすぐに使える操作性と軽量性を両立させました。義手に対するネガティブなイメージを払拭し、義手ならではの遊び心を大事にできるプロダクトを目指しています。



TPO に合わせて色や質感の異なるカバーを着せ替えてできる



指を曲げると付け根のプレートが盛り上がり、軽い力でも物を持ちやすくなる



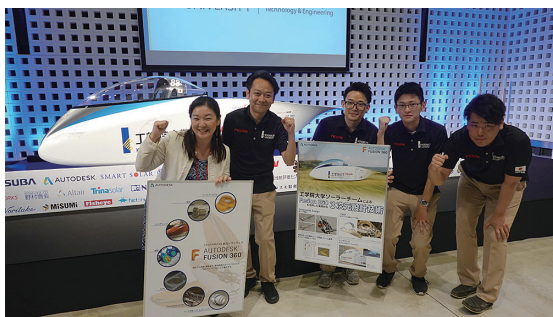
プロダクトイメージの提案に Fusion 360 のレンダリングが活用されている

小笠原佑樹 メカトロニクス / デザイン / フリーランスエンジニア
東京大学大学院山中研究室所属・小笠原設計事務所代表

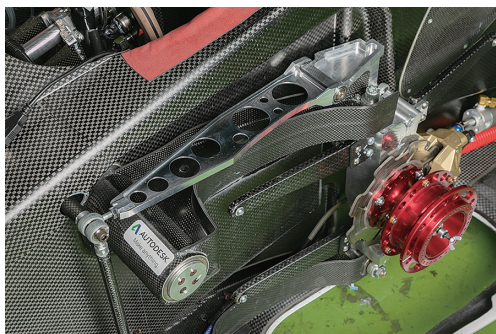
技術の粋を集めたソーラーカーで 世界大会優勝を目指す

工学院大学ソーラーチームは、世界最高峰のソーラーカーレース「プリチストンワールドソーラーチャレンジ」での優勝を目指して活動する設立 10 周年のチームです。5 日間かけてオーストラリア大陸約 3,000km を走破する過酷なレースで勝利するため、学部や学科を越えた 300 名以上の学生や協賛企業の力を合わせ、最先端技術を集めた新車両「Eagle」で 2019 年大会に挑みます。その名の通りワシのくちばしを模した車体先頭の形状は、正面から受ける風を後方に流すためのもの。ソーラーパネルには人工衛星用の太陽電池が搭載されています。

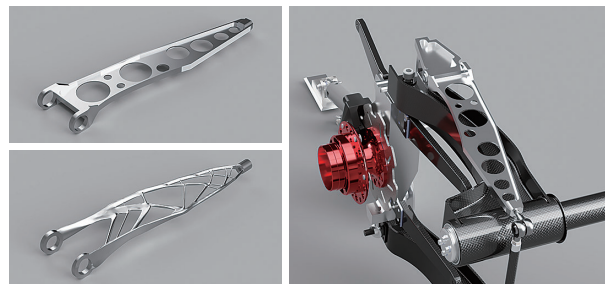
大会の規定を満たしながら高成績を取めるためには、数ミリ単位まで切り詰めた設計が求められるだけでなく、車体のバランス維持や軽量化のための工夫も必要になります。Fusion 360 のジェネレーティブ デザイン機能で軽さと剛性を両立した形状の探索を行った結果、ステアリングを行うナックルアームを従来の約 10 分の 1 に軽量化することができました。また、大会までのタイトなスケジュールを乗り切るためには、設計や加工にかかる時間の短縮も求められます。チーム内でのモデル確認にはクラウド機能が活用され、切削を行う際には CAM で設定値を変えながら最適な値までシミュレーションを繰り返すことで、時間を 10 分の 1 に短縮することに成功しました。



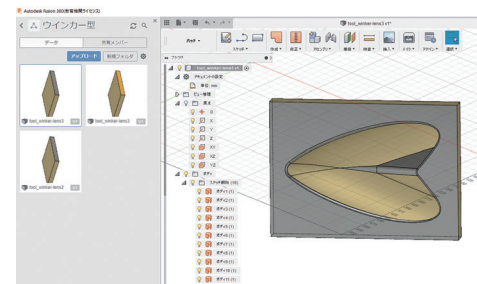
工学院ソーラーチームには総勢 300 名以上が所属し、それぞれの得意分野を活かす活動を行っている。写真は設計班と清根先生ら



ジェネレーティブ デザインで軽量化したナックルアーム



ジェネレーティブ デザインによるナックルアームの軽量化



他の CAD からのインポートも迅速で、データの引継ぎも行きやすい



CAM のシミュレーションを繰り返して
金属パーツの加工時間を大幅に短縮した

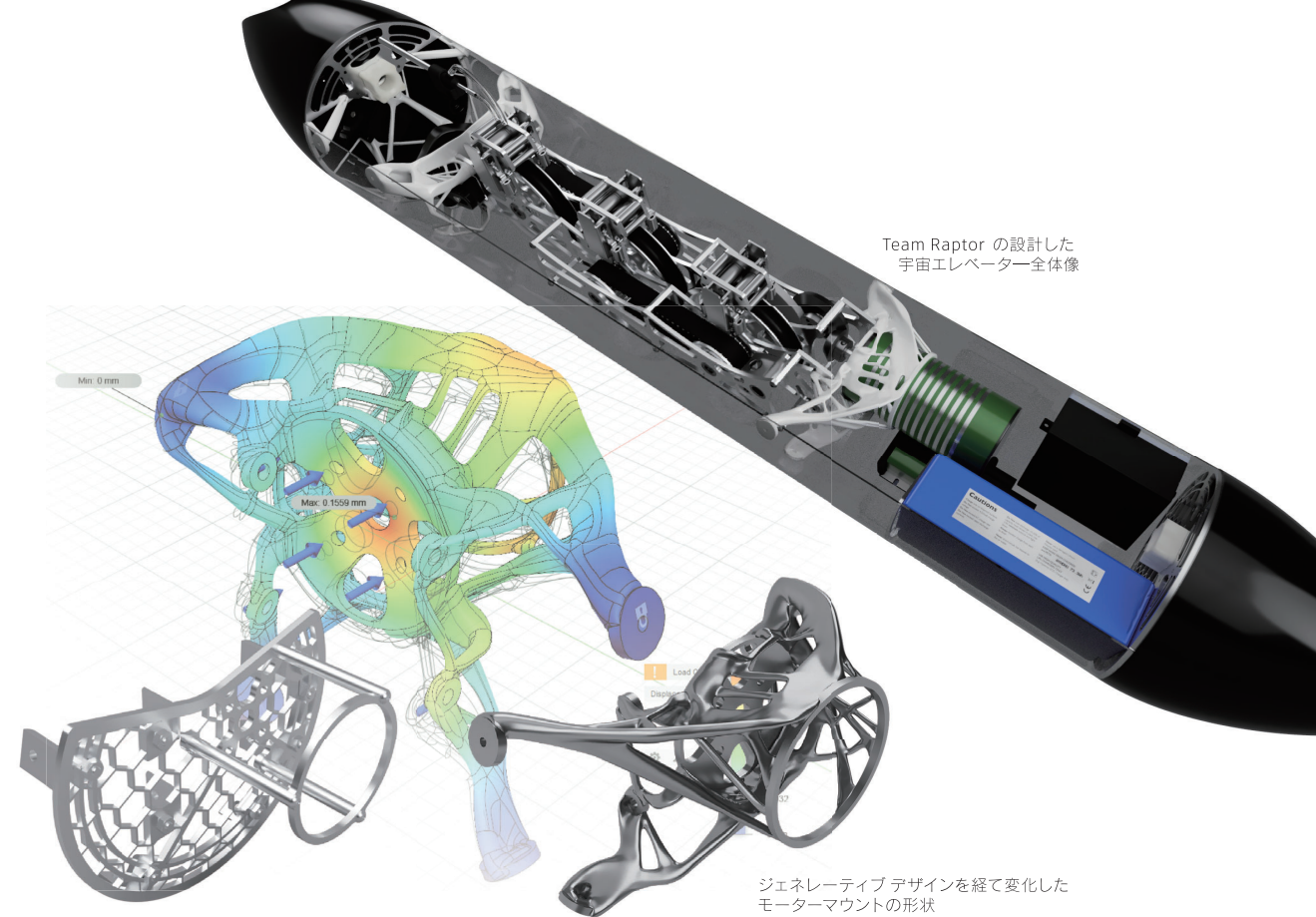
宇宙エレベーターの精密動作をかなえる ジェネレーティブ デザイン

初めての有人宇宙飛行が達成されてから 50 年以上が経ち、ロケットに代わる宇宙への移動手段として宇宙エレベーターが注目されています。墜落や爆発の危険が少なく、訓練を受けた宇宙飛行士以外でも利用できる乗り物として、世界各国で実用化に向けた動きが進んでいます。日本大学理工学部精密機械工学科の学生からなる Team Raptor は宇宙エレベーターの技術研究に取り組み、2018 年の欧州宇宙エレベーター競技会で優秀な成績を収めました。重りを載せて高さ 100m までロープをたどる競技において、機体のスピードと精度を向上させるために Fusion 360 のジェネレーティブデザインが活用されています。



欧州宇宙エレベーター競技会に臨む Team Raptor

利用するパーツの点数が多くなると、組み立ての精度を確保することが難しくなります。安定した動作を実現するためには、パーツ点数を減らして組み立てを簡易にしつつ、機体の剛性を高めていく必要がありました。Fusion 360 のジェネレーティブデザイン機能を用いて設計したモーターマウントは、12 個あるパーツが 1 つに統合されて重量が減少し、安全率も大幅に向上したものとなりました。細部のリモデリングや 3D プリントでの試作を経て、既存パーツとの組み合わせに問題がないことを確認。最終的に金属切削で製作されたパーツが実際の機体に組み込まれています。

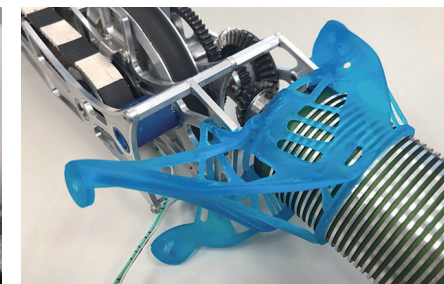


Team Raptor の設計した
宇宙エレベーター全体像

ジェネレーティブデザインを経て変化した
モーターマウントの形状



5 軸加工機によるモーターマウントの切削



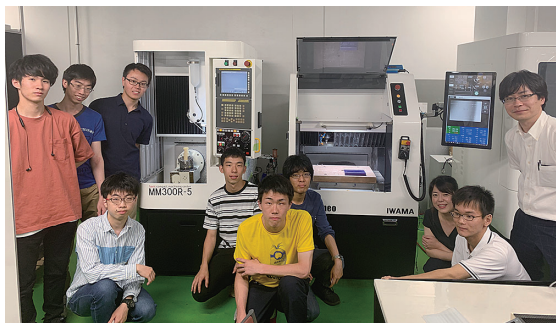
光造形方式の 3D プリントによるモデル検証

ジェネレーティブ デザインによる ロケットの軽量化

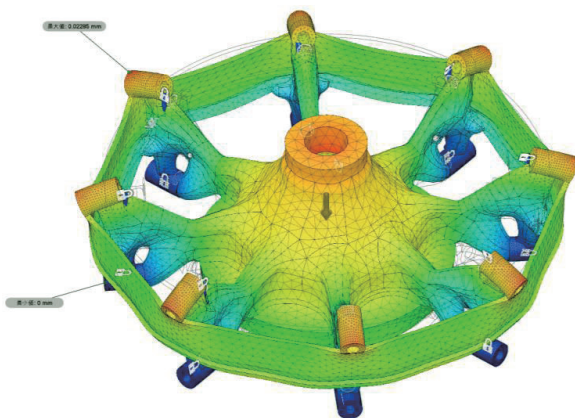
CREATE は全長 1-2m 程度のロケットの製作・打ち上げを行う東京工業大学の公認サークルです。強度や機能要件に応じた最新の素材や、固体燃料と液体酸化剤を併用したハイブリットエンジンの自作に取り組みながら、年に 2-3 機のロケットを打ち上げています。

開発中のロケットをより高い高度に到達させるため、Fusion 360 のジェネレーティブ デザイン機能を用いた軽量化に取り組んでいます。設計の対象になったのは、ロケットの区画同士をつなぐ「カプラー」というパーツ。他の部品に比べて重量があること、金属製なので切削加工で作れることなどを加味し、効果的かつ実現可能な対象として選定されました。

ジェネレーティブ デザインによって生成されたカプラーの形状は、元のシンプルな円筒形とはかけはなれた生物の骨格のよう。設計に関わった清水 彬光さんと山崎 旭さんは、とても有機的な形状にもつくりの心を刺激されたそうです。肝心の重さも 50% 程度減らすことができました。今後もより強度を保ったまま軽量化させるべく、出力された形状を解析にかけ、強度が低い部分などを修正し、繰り返しデザインを改良していきます。新しいカプラーと共にロケットが打ち上がる日も、そう遠くはありません。



株式会社岩間工業所で Fusion 360 CAM のトレーニングをするメンバー



Fusion 360 の CAE で強度を解析する



変更前のカプラー(左)とジェネレーティブ デザインで設計したカプラー



伊豆大島でのロケット打ち上げの様子



カプラーはロケットの区画同士をつなぐために利用される

ロケットの管体にカプラーを取り付けている様子

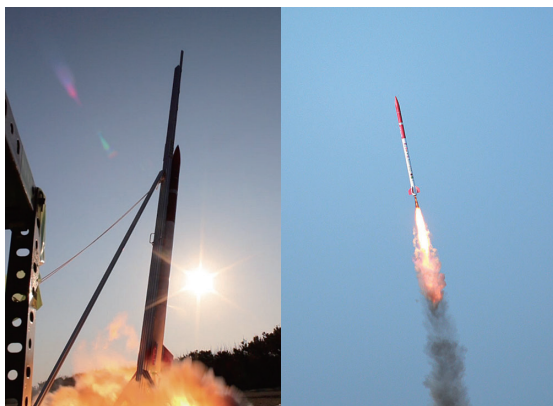
ロケットや模擬衛星の設計における Fusion 360 の活用

九州大学公認の宇宙開発体験サークル PLANET-Q は「放課後は宇宙開発」をテーマに掲げ、宇宙にまつわるさまざまな活動に取り組んでいます。固体の火薬燃料を使用したモデルロケットや、固体と液体の両方を使うハイブリッドロケットを製作し、能代、種子島、伊豆大島などで打ち上げを行っています。自主開発エンジンで初めて高度 1km に達したハイブリッドロケットの設計には Fusion 360 が用いられ、CNC で切削するための CAM や 3D プリンタを使う際のデータ製作、メンバーとデータや情報を共有しながらの作業に役立てられました。

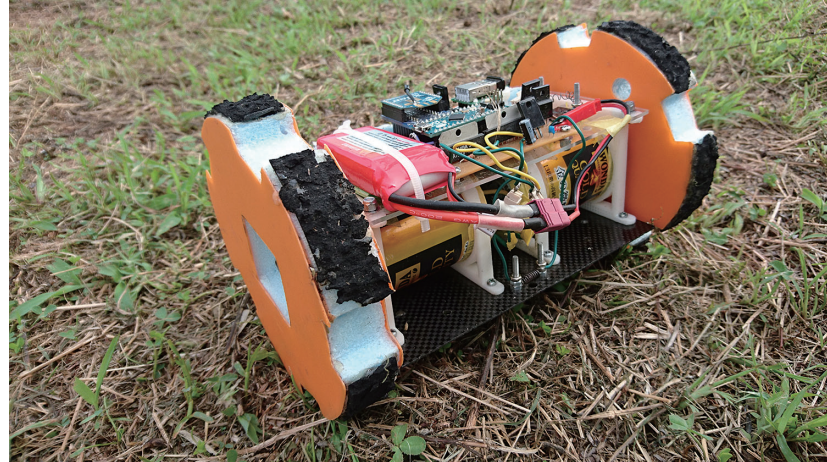


PLANET-Q では燃料にパラフィン、酸化剤に亜酸化窒素を用いたハイブリッドロケットエンジンを用いて宇宙を目指している

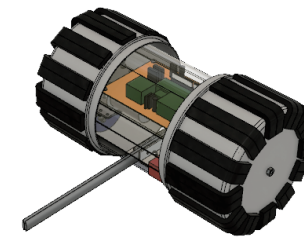
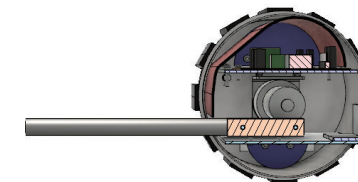
CanSat(カンサット)と呼ばれる小型の模擬人工衛星開発にも力を入れています。種子島ロケットコンテストの CanSat 競技は、高さ 50m から投下した機体があらかじめ指定した目標地点までどれほど近づけるかを競うもの。機体とパラシュートを合わせて直径 154mm、高さ 300mm の円筒に収まるサイズで質量 1050g 以内という制約のなか、高所からの落下に耐える強度や長距離を走破する安定性、GPS をはじめとした制御部が異常なく動作することも求められます。設計や強度のシミュレーションに Fusion 360 の機能を用いて製作された PLANET-Q の「Space EGGs」は 2019 年 3 月の大会で 0m ゴールを達成し、見事 2 位を獲得しました。



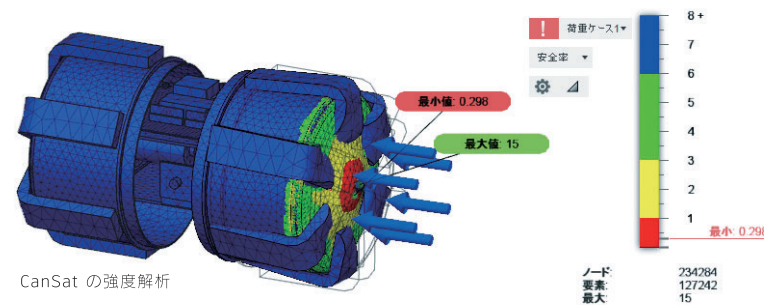
高度 1km 越えを達成したハイブリッドロケット「Felix-Camellia」



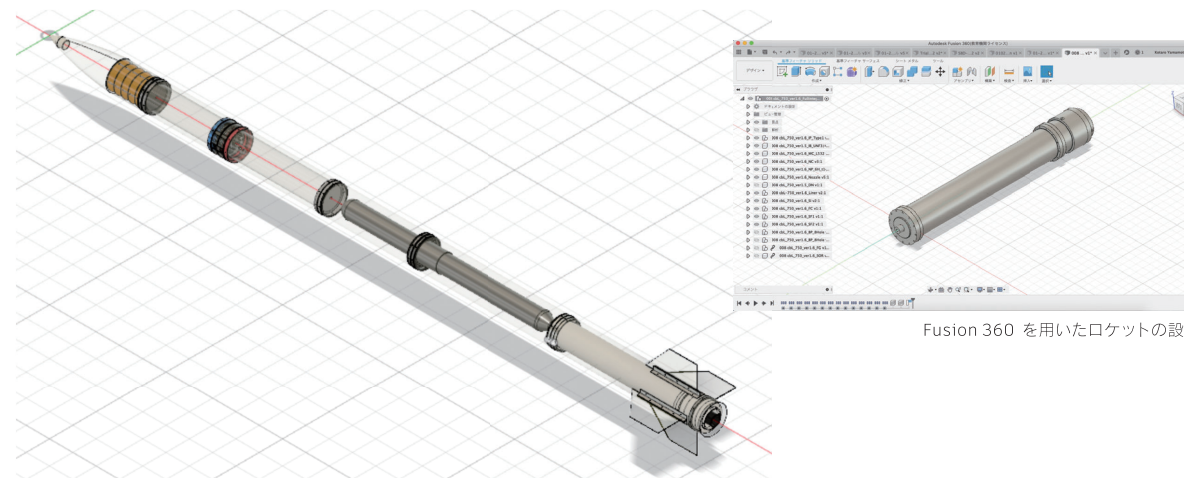
地面に到達した CanSat は自律して目的地まで移動する



サイズ制限のある CanSat に多くのパーツを効率的に配置していく



CanSat の強度解析



Fusion 360 を用いたロケットの設計

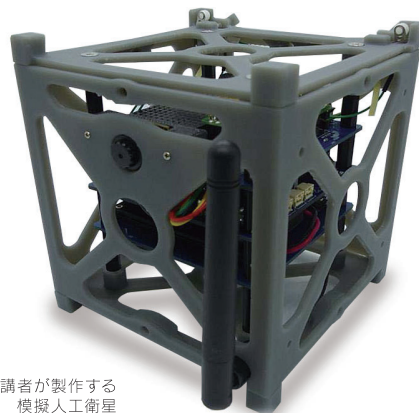
クラウド環境を活かした人工衛星開発プログラム

日本大学理工学部航空宇宙工学科山崎グループでは、これまで設計・開発・打ち上げ・運用してきた超小型衛星をベースにした小型の模擬人工衛星「HEPTA-Sat」の開発を通じ、宇宙システム工学を学べる講習会を国内外で実施しています。人工衛星の開発は通信や構体、電源やデータ処理など複数のサブシステムから構成されているため、3D データ以外に PDF や写真も共有できる Fusion 360 のプロジェクト共有機能が重宝されています。初心者でも操作しやすいインターフェースや、メールアドレス1つでプロジェクトに招待できる手軽さも、すべての作業工程をクラウドで管理できる Fusion 360 の利点です。

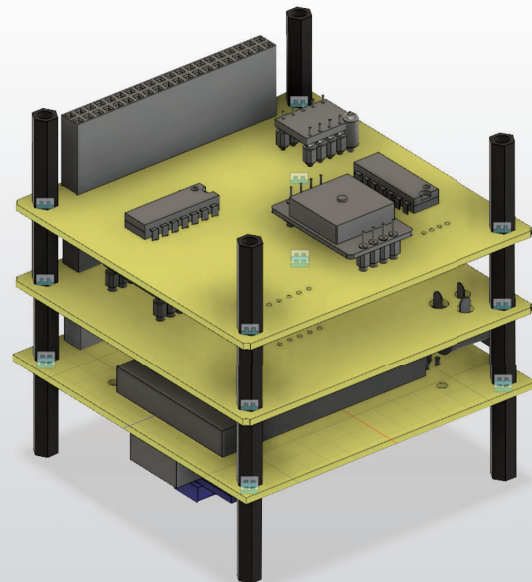
人工衛星は打ち上げ後の修復が難しく、打ち上げ前にいくつもの厳しい試験をクリアする必要がありますが、そこで役立つのが豊富な解析機能。加速度による荷重でパーツ同士が干渉しないか、ロケットの振動数と共振しないかなど、衛星に課される厳しい試験のシミュレーションに活用されています。もし開発の途中で要件が変わったとしても、設計データはバージョン別に保存されているため、いつでも遡って修正することが可能。クラウドベースでデータが保存・記録される Fusion 360 の特長は、HEPTA-Sat プログラムが普及する一助になっています。



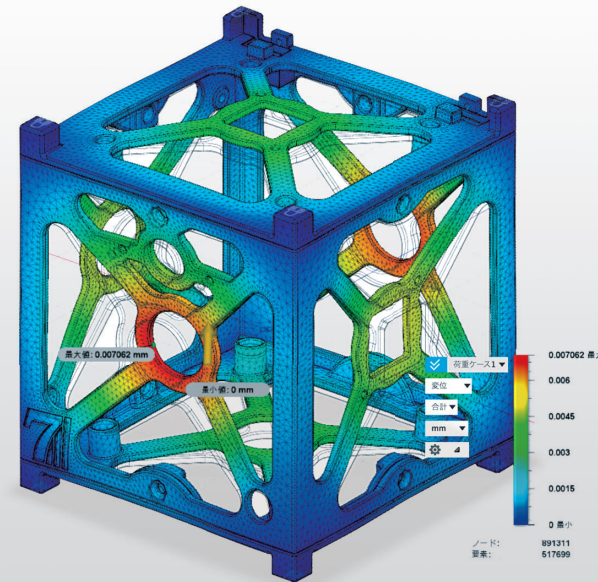
HEPTA-Sat プロジェクトでは、システムズエンジニアリングを段階的かつ短期間で学べる宇宙工学教育の社会実装を目指している



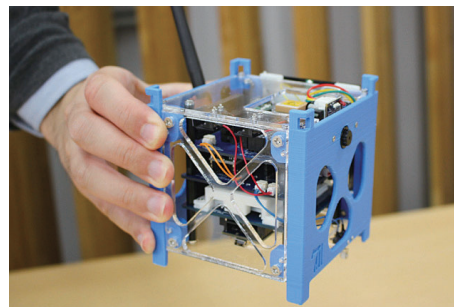
トレーニングで受講者が製作する模擬人工衛星



電子基板部品の設計干渉などのチェック



固有振動数の解析シミュレーション

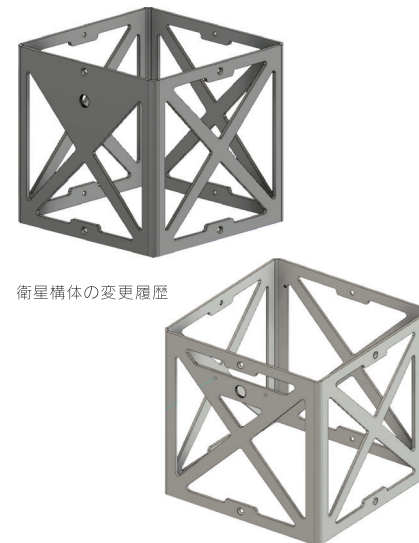


板金構体
5/4/19

板金構体
Fusion デザイン

最終更新日付: 5/4/19, 5:07:26 PM
Taishi Maruyama に準拠

履歴	使用	使用先	図面
24	5/4/19, 5:07:26 PM	by Taishi Maruyama	
23	5/3/19, 1:49:17 PM	シミュレーション解析のための保存	by KAGA SHOHO
22	5/3/19, 1:46:42 PM	ジェネレーティブ解析のための保存	by KAGA SHOHO
21	5/3/19, 1:44:03 PM		by Taishi Maruyama
20	5/3/19, 12:52:38 PM	ジェネレーティブ解析のための保存	by KAGA SHOHO
19	5/3/19, 11:19:14 AM		by Taishi Maruyama
18	5/2/19, 9:23:19 PM		by Taishi Maruyama



衛星構体の変更履歴

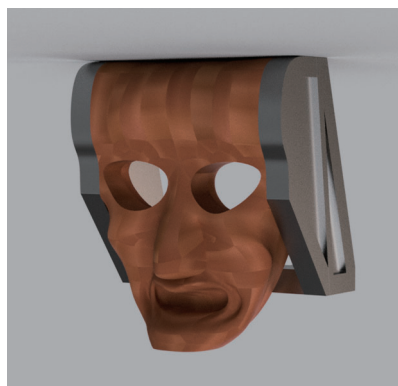
Fusion 360 を利用した 二足歩行ロボットの製作

九州大学ヒューマノイドプロジェクトは二足歩行ロボットの製作を主な活動として 2002 年に創立されました。ハードウェア、ソフトウェア、制御理論を学びながら、ロボットの製作を通してものづくりにおける基礎的な知識を身に付けることを目的としています。二足歩行ロボットによる格闘技大会「ROBO-ONE」への出場や地域イベントへの参加を重ねながら、見た目や機能に特色のあるバリエーション豊かな機体の製作に取り組んでいます。

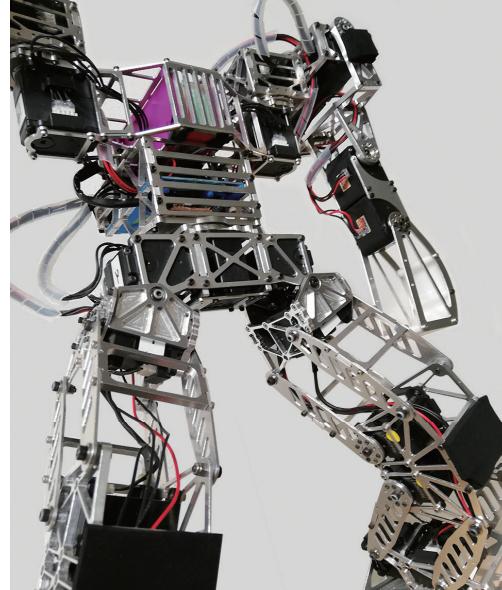
Fusion 360 はヒューマノイドロボットの設計と製作の多くの場面で活用されています。手足の関節など可動部の多いロボットですが、ジョイント機能を用いて干渉の有無やリンクの動作確認を行うことで、設計後に修正する回数が減少しました。また、ロボットのフレームを設計する際には、シェイプ最適化を用いて板材の最適な形状を探り、さらに静的応力解析をすることで強度を保ちながら軽量化することができました。アルミなどの金属板からパーツを切削する際には、取り残し加工など多彩な CAM ツールを活用することによって効率化を図っています。Fusion 360 は CAD データから直接 CAM に移行することができるため、チームメンバーからも「ストレスなくものづくりに取り組める」と好評です。



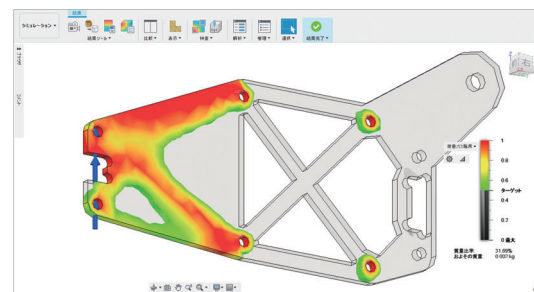
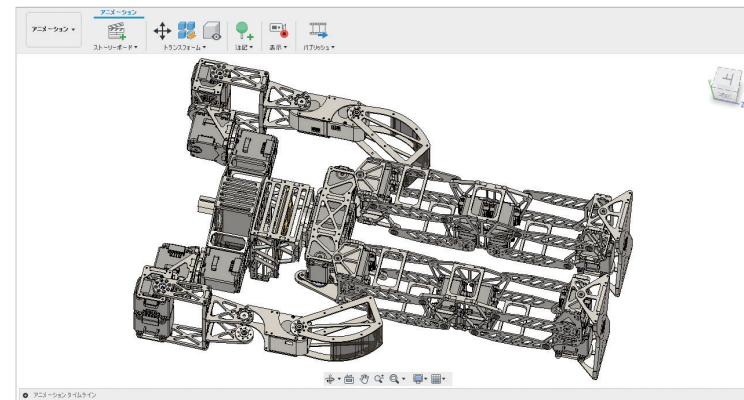
九州大学創造工房を拠点として、機械設計を専攻する学生を中心に所属するメンバーが二足歩行ロボット製作にいそんでいる



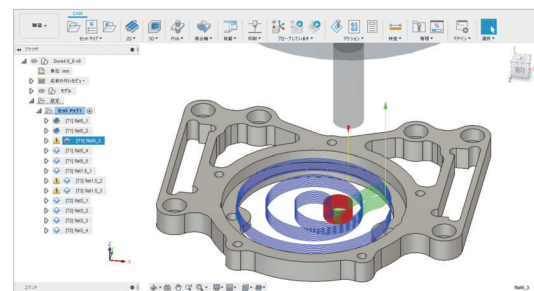
スカルプト機能でロボットの「顔」になるパーツをモデリングすることも



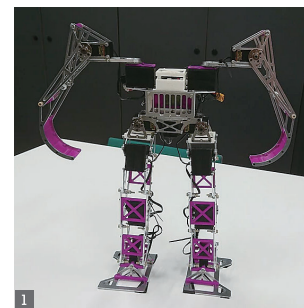
二足歩行ロボットは歩行時のバランスの制御も重要であることから、Fusion360 上で全て 3D 化しジョイントで接続することで、各関節の可動域や干渉の有無、機体全体のバランスを確認している
ロボット機体名：ババン・バンバン



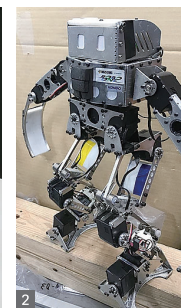
シェイプ最適化によってフレームを軽量化する



CAM による金属加工のシミュレーション



1



2



3



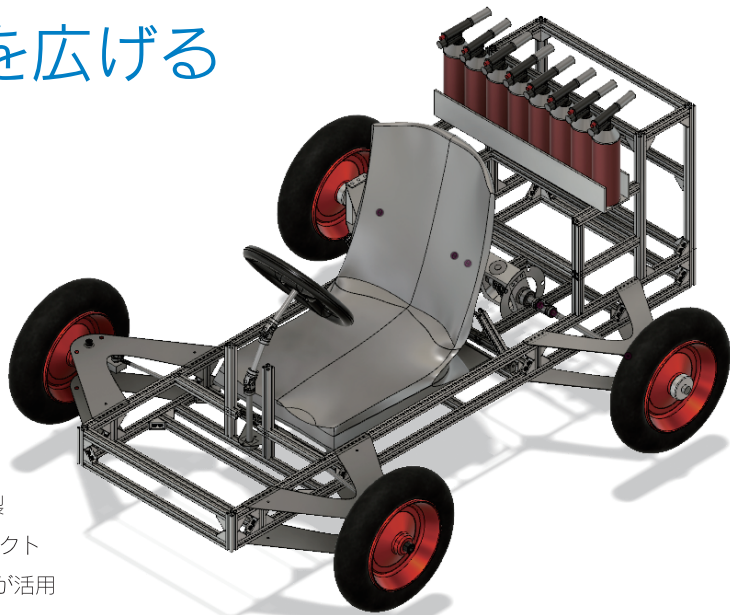
4

様々な二足歩行ロボットを製作
1 カノーブス 2 HANZO 3 6 代目伊都ノ島 4 サクさん

ものづくりの世界を広げる Fusion 360 CAM

スターリングエンジンはバイオマス燃料や太陽光などで動かすことができ、爆発現象も伴わないことから環境に優しいエンジンと言われています。ものづくり大学スターリングエンジンプロジェクト(MSEP)では、年に一度行われるスターリングエンジンの競技大会への参加を目指し、エンジンや車両の設計と製作に取り組んでいます。複数の学年で活動するプロジェクトの中で、金属パーツの加工に Fusion 360 の CAM 機能が活用されています。

Fusion 360 の CAM 機能は、加工に用いる機械やドリルの種類に応じて、適切なスピードや加工順を設定することができます。たとえば荒削りには「3D 負荷制御」、中間加工には「走査線」、仕上げには「モーフィングスパイラル」など、さまざまな設定を使い分けて効率的にパーツを製作していきます。3D プリント以外に金属加工という選択肢が増え、新しいものを作りたいという提案により柔軟に対応できるようになりました。あらかじめ使用する金属や刃の加工条件をクラウドライブラリで共有しておけば、初心者も NC 工作機械を使う敷居を下げることができます。CAM 機能を使いこなすことで、設計から製造までのものづくりの世界が広がっていきます。



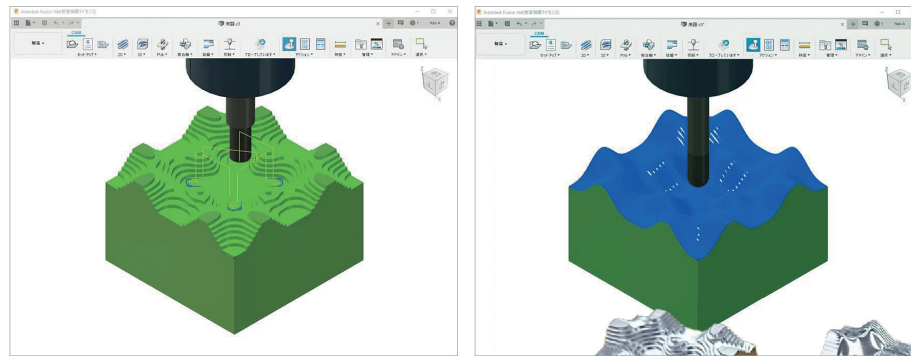
MSEP で製作したスターリングエンジン



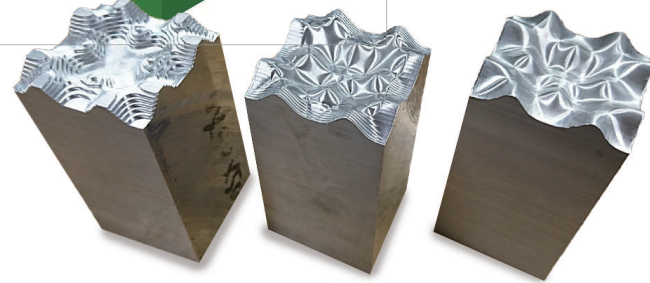
MSEP はスターリングエンジンを設計・製作する団体。毎年開催されるスターリングテクノロジーという大会に向けて活動している



スターリングエンジン製作の様子。エンジンブロックは Fusion 360 CAM を用いて切削加工した

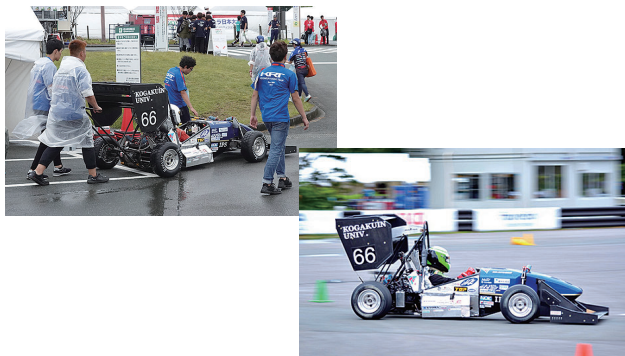


Fusion 360 CAM の操作画面
それぞれ荒削り、中間加工、仕上げを施した金属



自動車分野の技術を学ぶ学生がフォーミュラスタイルの小型レーシングカーを開発・製作し、その性能を競う大会が学生フォーミュラ日本大会です。学生にとっては1年間の開発期間を通じて多様なスキルを研鑽する場として、協賛企業からは優秀な人材を発掘する場として着目され、2019年大会には海外からの参加者も含む98チームとおよそ80社のスポンサー企業が集まりました。審査内容は「車検」「静的審査」「動的審査」の3項目に分かれており、走行性能だけにとどまらない多面的な評価が行われます。機体の安全性や設計の革新性、さらには製造販売のためのプレゼンテーションも評価に含まれています。

大学ごとの特色ある取り組みも注目すべき点のひとつ。日本大学理工学部の学生フォーミュラチーム円陣会は、Fusion 360のジェネレーティブデザインを用いてベルクランクというパーツを製作しました。2枚の板を溶接する従来の工法からジュラルミンの3次元切削に変更することで、減量と強度・剛性の向上を果たすことができました。東京大学フォーミュラファクトリーでは車体を覆うカウル設計にFusion 360を活用。チーム内での講習会やプロのカーデザイナーの協力も得ながら2019年度大会に向けた製作に取り組みました。



工学院レーシングチーム

2019年大会では前年度の記録を大きく上回る総合35位を記録した。新潟三条地域工具メーカー連携プロジェクトとして、燕三条地域の地場企業が製作した工具をピットで利用している



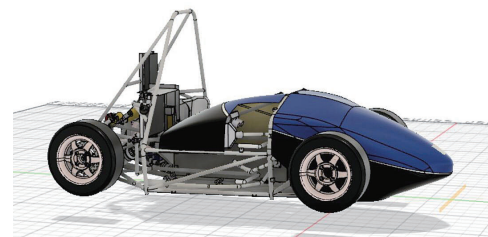
日本大学理工学部円陣会

ジェネレーティブデザインによって強度が向上し軽量になったベルクランク



ものつくり大学 MONORacing

パーツの内製率が高いことが大きな特徴。大学内の旋盤、溶接機、レーザー加工機などを利用して9割以上の部品を製作しており、加工を外注している部品は一つもない



東京大学フォーミュラファクトリー

Fusion 360を用いてカウルが設計されている

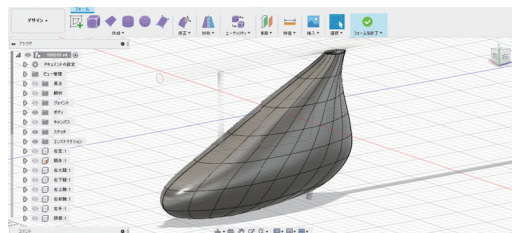
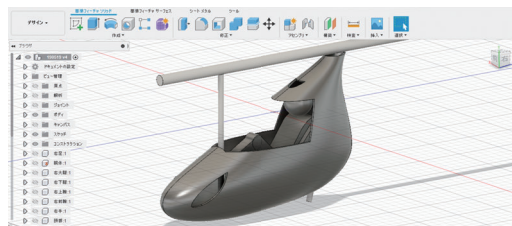




自作の人力飛行機による飛行距離と時間を競う大会、鳥人間コンテスト。40年以上の歴史を持つ競技大会には、全国各地から社会人や大学生のチームが集まり、航空機に対する関心を高め続けています。

東京工業大学 Meister

東京工業大学のものづくりサークル「Meister」が参加するのは人力プロペラ機部門。パイロットが数十 km にわたってプロペラを回し続けるコックピット部分の外装設計に Fusion 360 が活用されています。クラウドを通じて設計データを共有しながら、スカルプト機能を用いて実物に近い複雑な曲面形状を作り上げました。



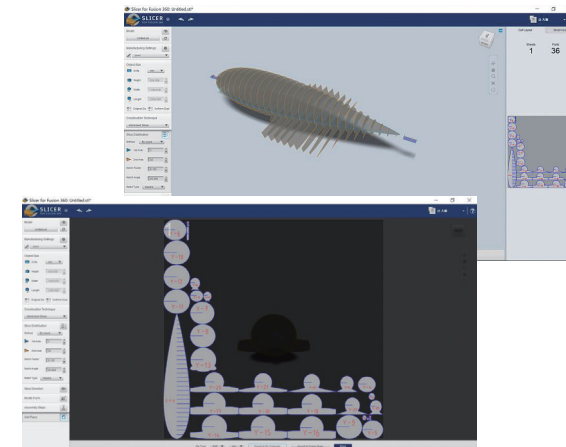
東工大 Meister の機体



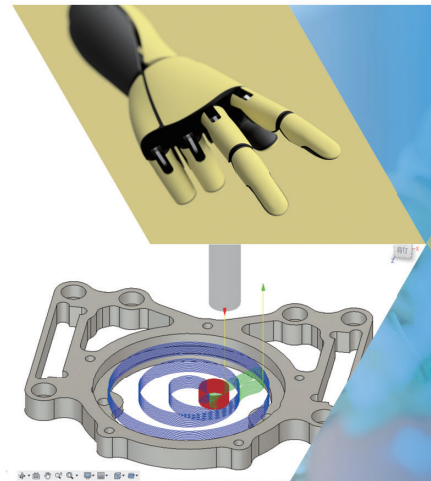
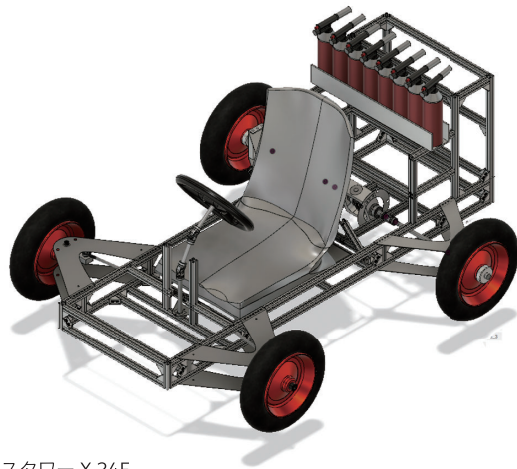
九州大学鳥人間チームの設計した滑空機

九州大学鳥人間チーム

九州大学鳥人間チームは 1980 年から参加している古豪。ものづくりの難しさや楽しさ、飛行力学の知識を身につけることを目的に活動し、2019 年の大会では滑空機部門で 2 位の成績を収めました。空気抵抗が少なくパイロットが快適な空間を作るため、Fusion 360 の CSV インポート機能やロフト機能などを使いながら 3D モデルを設計しています。完成した 3D モデルから加工用の型紙を取得する際にはプラグイン機能の SLICER が用いられ、一定の間隔で取り出された平面データをもとに実機体のパーツを製作しました。あらかじめ組み立て後の全体像を 3D モデルにすることで、パーツの干渉などの思いもよらないミスを減らすことにも繋がっています。



SLICER プラグインを使えば、立体から平面のデータを取り出すことができる



発行元：オートデスク株式会社

〒104-6024 東京都中央区晴海 1-8-10

晴海アイランド トリトンスクエア オフィスタワー X 24F

オートデスク サイト www.autodesk.co.jp

Fusion 360 が学べる情報サイト www.autodesk.co.jp/designnow

Autodesk, Fusion 360, EAGLE は、米国およびその他の国々における Autodesk, Inc. およびその子会社または関連会社の登録商標または商標です。その他のすべてのブランド名、製品名、または商標は、それぞれの所有者に帰属します。オートデスクは、通知を行うことなくいつでも該当製品およびサービスの提供、機能および価格を変更する権利を留保し、本書中の誤植または図表の誤りについて責任を負いません。© 2019 Autodesk, Inc. All rights reserved.

Autodesk, Fusion 360 and EAGLE are registered trademark or trademark of Autodesk, Inc., and/or its subsidiaries and/or affiliates in the USA and/or other countries. All other brand names, product names, or trademarks belong to their respective holders. Autodesk reserves the right to alter product and services offerings, and specifications and pricing at any time without notice, and is not responsible for typographical or graphical errors that may appear in this document. © 2019 Autodesk, Inc. All rights reserved.

