

東工大 CREATE による ハイブリッド ロケットの 新たなチャレンジ



大学名
東京工業大学

所在地
東京都

ソフトウェア
Autodesk® Fusion 360®

さらなる高みを目指して、ジェネレーティブ デザインなどの新たなテクノロジーにも積極的に挑戦。東京工業大学のロケット サークルである CREATE は、自らチャレンジを設定し、そこに向けて努力を続けています。

大学生がサークルで行うものづくりとして、すぐに思い浮かぶのはロボットや人力飛行機、電気自動車などだろうか。東京工業大学の CREATE が取り組むのは、民間企業初の有人宇宙飛行を実現したスペースシップワン同様のハイブリッド エンジンを採用。その高度は数 100 m を超える、本格的なものだ。

CREATE (Challengers of Rocket Engineering and Avionics at Tokyo Tech) が開発するハイブリッド ロケットは、燃料としてプラスチック樹脂などの固体、酸化剤としては N₂O (亜酸化窒素) などの液体を使うもので、学生にも扱いやすいシステムとされている一方、国内での打ち上げ場所など制約も多い。そんな中、多くの学生サークルが UNISEC (大学宇宙工学コンソーシアム) の協賛のもと、自ら設定したミッションを達成するべく意欲的なチャレンジを続けている。

2009 年の設立以来、宇宙に情熱を燃やす学生たちに引き継がれてきたロケットサークル CREATE は、今年 11 月に行われる伊豆大島での打ち上げのため、新たなロケットを製作中。機体のチューブには航空・宇宙分野でも広く使われる CFRP (カーボン繊維強化プラスチック)、ガラス繊維を樹脂で固めた GFRP (ガラス繊維強化プラスチック) など非常に軽量な材料を採用しているが、さらなる高度へ到達させるには各パーツの軽量化が不可欠だ。



CREATE ハイブリッド ロケット CREATE が開発段階で打ち上げ・回収したロケット。本番で使われる機体は 160 cm ほどになる予定。



ハイブリッド ロケット カブラー
一番左がオリジナルのカブラー。3D プリントで形状を確認した後、切削加工による試作が重ねられている。

このロケットは先端部分のノーズコーン、本体部分のボディ チューブ、ロケットの姿勢や飛行方向を安定させるフィンなどの部品で構成されている。ボディ チューブは、エンジンや電装など、収められるものに応じて幾つかの区画に分割され、各区画をカブラーと呼ばれる部品で接続。総重量が4-5 kg程度の機体において1点200 g程度のカブラーは重たい部品であり、複数使われることになるカブラーの重量を抑えることが、軽量化において重点項目となる。

同サークルで機体の設計や製作を行う構造班は、この軽量化の実現にジェネレーティブ デザインを活用しようと考え、設計に使用する CAD を全体設計も含めて Autodesk Fusion 360 へ移行するチャレンジを実行。東工大 学部 2 年生の山崎 旭氏は「操作体系が違うことなどで苦労する部分はありましたが、基本的な押し出しやスケッチの部分は、動かし方は同じでもボタンが違う程度で、それほど大きな障害とは感じませんでした」と、述べる。

また、メンバーがデータを簡単に共有できる Fusion 360 の優れたクラウド機能も、移行の理由になったという。CREATE の代表を務める学部 3 年生の清水 彬光氏は、「これまで共同で設計を行うには、クラウド・サービスを使って毎回データをダウンロードする必要があったので、わずらわしさを感じていました」と述べる。「現在は、構造系

に関わっているメンバー 10 数名でデータを共有しています。機体を作っている 1 年生は、入学して初めて CAD に触れる人ばかりですが、Fusion 360 のコミュニティにはチュートリアルなども充実していますね」。

ジェネレーティブ デザインを活用したカブラー部分は、2 年生以上の 4 名が担当。使い始めた段階から軽量化実現の手応えを感じたという。「これまでが 200 g を少し超えるくらいの重さだったのに対して、最初から 100 g を切るものが提案されて、桁がひとつ少なくなっていました」と、清水氏。「ジェネレーティブ デザインによる生成の作業は簡単でしたが、あくまでもデザインの候補を提供してくれるプロセスの一環なので、それを実際に使える形状に落とし込むために、いろいろな工夫が必要でした」。

このカブラーは軽量化するだけでなく、複数の部品で構成されていた構造が一体化され、また要求される機能に応じて 3 種類が存在していたものを、どの位置に入っても機能する同一の形状として設計が行われた。メンバーは、想像もつかない形状が得られるジェネレーティブ デザインに面白さを感じる一方で、最低の安全率を設定して計算させたものでも、それを CAE 機能で解析すると応力集中などによって問題があることも多く、その修正に時間をかけたという。

「ジェネレーティブ デザインの形状は自分たちの想像を超えるもので、すごくワクワク感がありました」と山崎氏。「でも、シミュレーションの結果から形状を修正するのは非常に難しかったですね。フリーフォームでの修正と安全率 3 を維持するためのシミュレーションを行う作業の繰り返しが続きました。今後はジェネレーティブ デザインを使いこなせるよう、力の流れを予測できるようになるための経験を積みたいと感じました」。

こうして設計されたカブラーは、機械メーカーの協力を受けて、3 軸加工機と 5 軸加工機を使った切削加工が行われた。「Fusion 360 の CAM 機能の講習を受けて、切削しやすいかどうか、時間がかかるところはどこかなどの分析を反映させて設計を行なったりしました」と、山崎氏。こうした設計の結果、カブラーの重量は 85 g を達成。「どの部分に入れても強度上も問題なく機能するようになり、汎用性と部品点数削減、軽量化の 3 点を全て実現できたと思います」と清水氏。

打ち上げに使用されるロケットは、現在も開発を継続中。さらに、エンジンも既製品でなく自作エンジンを開発しており、今年 7 月にはサークル史上初めてとなる自作エンジンの燃焼実験に成功するなど、そのチャレンジは現在も継続されている。

(Web 掲載：2019 年 10 月 7 日)



CREATE の代表を務める、東京工業大学 学部 3 年生の清水 彬光氏。「機械でなく化学が専攻なのでロケットに直接関わることは難しいかもしれませんが、材料系の仕事で関わられたらと思っています」。



東京工業大学 学部 2 年生の山崎 旭氏。「ものをつくることを優先して仕事をしたいと考えていて、それが宇宙関係であれば一番いいかなと思います」。