



航空宇宙 工学科

未開拓技術の宝庫である航空宇宙工学。
先端的技術・システム統合化技術の創成と教育研究に取り組んでいる。

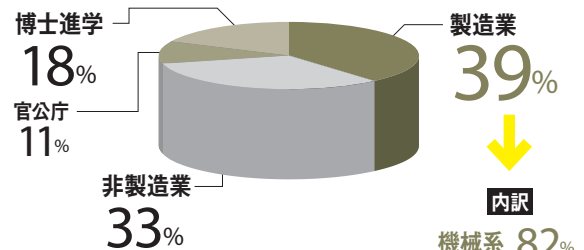
日本の航空・宇宙産業を担う人材を輩出し、理系の学生にもっとも人気のある学科のひとつ。航空機やロケット、人工衛星などの宇宙機の機体について学ぶ航空宇宙システムコースと、推進機器（エンジン）を学ぶ航空宇宙推進コースの2つがある。航空宇宙工学科では、流体・構造・材料、飛行・制御、推進など、さまざまな工学分野のバランスの取れた“統合”が要求される。研究者や技術者には、最先端技術を理解できる知性だけでなく、異なった学問分野の知見を統合して、新しい価値を創り出す能力が求められる。

OUTLINE

3年生の時間割例 [夏学期]

	1st	2nd	3rd	4th	5th
MON	航空宇宙自動制御第一	ジェットエンジン	航空宇宙材料	航空機構造力学第一	
TUE	計算機工学概論	設計・機械力学・機構通論	宇宙工学演習	宇宙工学演習	
WED		航空機力学第二	数学 2B		航空宇宙学製図第二
THU	空気力学第二 A	原動機推進理論第二	航空宇宙学製図第二		
FRI	材料力学演習 B	弾性力学第一	航空宇宙学基礎設計		航空宇宙学製図第二

修士課程修了後の進路



修士課程を終えたあと、JAXA (宇宙航空研究開発機構)を含めた官公庁および民間企業を合わせ、航空宇宙関係の業務に就く人は全体の20~30%程度。とはいえ、自動車や電機情報などの他分野に進んだ卒業生のなかでも、それぞれの分野で活躍している人も多く、民間企業からのニーズも高くなっている。

[主な就職先]

JAXA、三菱重工、トヨタ自動車、IHI、日産自動車、経済産業省、全日本空輸、東京海上日動火災保険、特許庁ほか。

新しいエンジンで
宇宙利用の新たな時代を実現する



Mitsuhiro Tsue
津江光洋教授

Profile

航空宇宙工学専攻
航空宇宙工学科
工学博士

東京大学大学院でロケットエンジンの燃焼室に興味を持ち、そこから燃焼の研究を本格的に始める。2007年工学部航空宇宙工学科教授に就任。専門は高速推進機関における燃焼、燃焼装置の環境負荷低減、宇宙環境利用など。また自動車エンジンの研究も進めており、「電気自動車の普及にはまだ時間がかかる。いかに低燃費のエンジンをつくるのか。やるべきことは多い」。

次世代エンジンで
社会のシステムを
変えていく

「世のなかにはさまざまなエンジンがありますが、そのなかでも究極といえるのはやはりロケット。技術の粋を集めた芸術品です」

目を輝かせながら語り始める津江光洋教授は最先端エンジンに魅せられている。きっかけは単純だが、印象的だった。約30年前のある日、東大航空学科の学生だった津江青年は、運用が始まったばかりのスペースシャトルの打ち上げをテレビで目撃する。

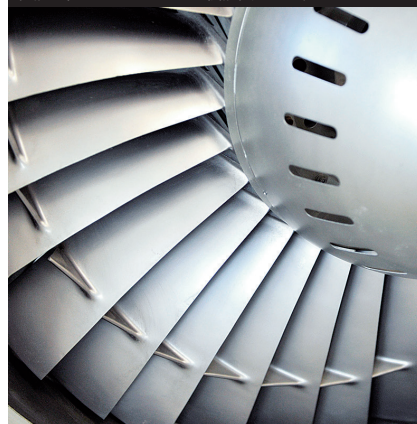
津江青年は、子どものころからとりたてて機械が好きなわけでもなかったし、その当時は将来自分で何かをつかってやろうという気持ちもなかった。しかしスペースシャトルがエンジンから大きな煙と炎を吹き出しながら空に向かって飛んでいく姿に心が震えた。「あの圧倒的な力の源はエンジンであ

り、燃焼させることだ。それがどうなっているか、知りたい！」

その想いを追求し続けてきた青年は、今では母校で教授となり、スペースシャトルの打ち上げに感動した当時の自分とほぼ同じ年齢の学生を指導している。エンジンの燃焼は今も研究しているが、もっと広い視野で航空宇宙開発を見ていく立場となった。

「現在の地球は世界中の人口をまかなえるキャパを超えています。このまま文明を維持していくためには海底か、宇宙空間を利用していくしかない。そのために宇宙開発の分野で貢献していきたいと考えています。今ある人工衛星の改良につながる研究でもいいし、

性能を極めたエンジンには機能美がある。



宇宙での工場建設や宇宙空間で発電させたエネルギーを地球に持つてくるといった、まだ見ぬ技術の追求でもいい。どんな形でもいいので、宇宙が今よりも人間にとって身近な空間になってほしい。それが私の究極の夢です」

スクラムジェットで 新たな時代を切り拓く

しかし宇宙開発はなかなか進んでいないのが現実だ。最大のネックとなっているのが、ロケットの研究開発に莫大な費用がかかること。なかでも打ち上げにかかるコストが、大きな足かせになっている。今あるロケットでは、仮に1kgのものを人工衛星の軌道に乗せようとすると約100万円のコストがかかる。100kgだと1億円だ。

この課題を克服するために津江教授が今、JAXA(宇宙航空研究開発機構)と共同研究しているのが、スクラムジェットと呼ばれる次世代エンジンだ。今のロケットの本身は大部分が燃料とその燃料を燃やすための酸化剤だということをご存じだろうか。それを運びながら飛ぶなければならないので、実は効率が悪い、乗り物なのだ。だから大気圏内を飛んでいるときは空気中の酸素を使えばいい、というのが、スクラムジェットの発想なのである。「スクラムジェットは大気中の酸素を利用して機体を飛ばす技術です。ただし高速で飛ぶ機体のエンジンには当然ものすごい勢いで空気が入ってきます。流速は音速以上です。その状況で

燃料を効率よく燃やすのはむずかしいし、課題もあります。でも大気圏内ではスクラムジェットを使い、宇宙に出れば別のロケットエンジンを使う。そうやって段階を分けてロケットを飛ばせば、コストをかなり抑えられます」

理想と現実の両立。 それが工学の使命

こうした空気吸い込み式エンジンは、何も宇宙開発のためだけに利用されるものではない。私たちの社会や生活を大きく変える可能性も秘めている。予冷ターボジェットと呼ばれる次世代エンジンを搭載したマッハ5クラスの極超音速旅客機の研究も進んでおり、2025年ごろには、東京〜ロサンゼルス間を約2時間で移動できるようになるかもしれないのだ。

「どこまでも速く、どこまでも遠くに」といった夢だけを追い求めるのではない。現実と向き合い、よりよい社会を構築するという視点を持って研究しなければならない。「それが工学の使命です」と津江教授は力説する。

「地球温暖化などのニュースが頻繁に飛び交う昨今、物を燃やすというだけでネガティブなイメージを持たれてしまいます。でも、だからこそ私たちが、なぜ今この研究が、ひいては工学が大事なのかと考え、社会に発信していかなければならないのです。だから私はよく学生たちに、「二重人格になれ」と言っているのです(笑)。夢を追いかけて、学術的なことを突き詰める一



本郷の風洞実験装置の前で語る津江教授。

方で、社会との関係を考えることも忘れてはいけない。この2つを両立させる力を研究室で学んでほしいのです」
夢と現実を両立させることは簡単なことではない。しかし津江教授は学生たちの情熱と可能性を信じている。

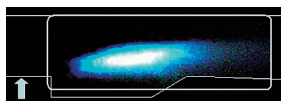
「私は、航空宇宙工学に興味がある。だけではなく、はつきりと好きだと言える人を求めます。あとは知識の豊富さよりも自分で考える力がある人が理想。研究をしていると答えのない問題をずっと解いているように感じることもあります。そんなときそれが正しいのかどうかを考える力がないと先に進めません。その点、今の研究室には優秀な学生がそろっています。実際、私が思いつかないような実験に取り組んでいる姿を見て、すごいなあと感じることも多いですから(笑)」

特別な訓練をしていない人間が、スクラムジェットの技術を活用し、自由に地球と宇宙を行き来する。津江教授の夢が実現するのは100年先になるかもしれないが、エンジンの炎の先には宇宙の新たな時代が広がっている。

津江教授の研究 Keyword 4

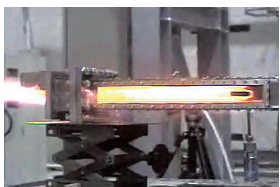
燃料や環境によって燃焼のカタチは千差万別!

Keyword 4 高速空気中に保持される火炎の様子



スクラムジェットエンジンの燃焼器内でのケロシン(軽油)の燃焼実験。左から右に音速を超えるマッハ2の空気が流れ、そのなかに矢印のところから燃料となるケロシンを噴射させて燃焼させている。

Keyword 3 予冷ターボジェットのアフターバーナ燃焼実験



柏キャンパス風洞での極超音速エンジン(予冷ターボジェットエンジン)のアフターバーナにおける水素燃焼実験。右から左に空気が流れ、燃焼器右端の噴射装置から水素を噴出させて燃焼させている。

Keyword 2 重力のある地上では浮力で炎は伸びる!?



右図と同様の燃焼を地上(通常重力下)で行ったときの様子。燃焼により高温のガスが発生するため、浮力(下から上へ向かう自然対流)が生じ、火炎が上方に引き伸ばされる。無重力との炎の形の違いに注目。

Keyword 1 無重力で燃焼実験。きれいな球状の炎が



懸垂線と呼ばれる細い線の先端に付着させた液体燃料の燃焼写真。無重力で小さな液体の粒がどうやって燃えているかを示したもので、無重力状態で実験を行うと、球状の火炎(球対称1次元)が形成される。

社会のシステムを変えるような 航空機のエンジンが作りた



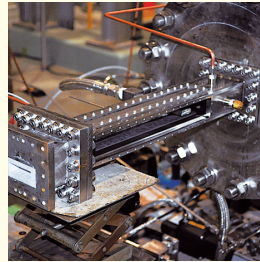
津江研究室
西田 俊介さん
Syunsuke Nishida
東京大学大学院
工学系研究科
航空宇宙工学専攻
博士課程3年



柏キャンパスにある極超音速高エンタルピー風洞。これを用いて、極超音速旅客機の実現を目指した「予冷ターボジェットエンジン」のアフターバーナ燃焼実験を行っています。



柏の風洞制御室での実験風景。燃焼実験の際は安全性を考慮して全員が制御室に退避。制御室には風洞や実験装置の計測機器が並び、班員がそれぞれ分担して作業・監視します。



予冷ターボジェットエンジンのアフターバーナを模擬した水冷可視化燃焼器。燃焼器内の様子をガラス越しに観察できます。実験装置の考案・設計も各研究を担当する学生の役割。



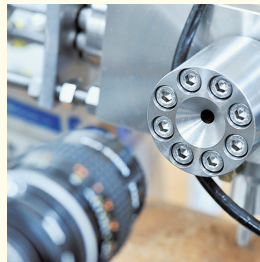
本郷にある津江研究室は、アットホームな雰囲気。研究室には現在、教員2名、技術職員2名、学生18名が在籍しています。5～6程度の研究テーマを分担して進めています。



年に数回バーベキューや旅行などのイベントを通じて学生同士や教職員との親睦を図ります。互いに信頼関係を築くことで、研究においても率直な意見交換や議論ができます。



本郷の超音速燃焼風洞ではマッハ5～15程度で作動する「スクラムジェットエンジン」の燃焼実験を行っています。また燃料による着火特性の違いに関する研究なども行います。



本郷キャンパスでは自動車用エンジンの実験も行われています。写真は「急速圧縮機」と呼ばれる実験装置。可燃混合気を圧縮し、自己着火させ、燃焼特性を取得するためのもの。



北海道・大樹航空宇宙実験場で実施されたJAXAの「第3回小型予冷ターボジェット総合燃焼試験」に参加。このような大規模な実験への参加は、実験の手法や進め方を吸収するチャンス。

ある本郷キャン

パスにある風洞実験室に向き、その後、研究室の



チャレンジしてほしいですね！

研究内容について教えて。
JAXAと共同でマッハ5クラスの極超音速旅客機を実現するための予冷ジェットエンジンの研究を行っています。こちらはアフターバーナ（推力増強装置）の性能向上と低環境負荷化が主なテーマです。大規模な実験が必要なので、年に何度か千葉県の柏キャンパスにある風洞実験室に向き、その後、研究室の

子どもたちから飛行機が大好きだった西田さんは、先進的な航空機エンジンの研究を求めて「津江研究室」を選んだ。その心は昔も今も「新しいものを生み出したい」という野望に満ちあふれている。
なぜこの研究室を選んだの？
もともと僕は、いずれ社会のシステムを変えるような航空機のエンジンをつくりたいと思っていました。津江研究室は極超音速機をはじめとして先進的な航空機のエンジンを研究しています。航空宇宙工学の分野では、現状のジェットエンジンをインプルーブしていく研究もあります。が、この研究室ではもっと先の未来を見据えています。

スに戻って実験結果を検証するということを繰り返しています。
津江研究室では自主性を重んじているのか。
はい。「どんな実験をするのか」「そのためには何が必要か」ということを学生が自分たちで考えます。そのため、しっかりと自分の目標やビジョンを持っている方が多いですね。でも、そうやって自由に研究できるのも、間違った方向に行きそうになったら、先生がしっかりと後ろで見えて、修正してくださるからです。

研究室内の雰囲気は？
他の研究室の学生からうらやましがられるくらい、先生と学生の関係はフランクです(笑)。学生が先生に対して意見を言いやすい環境をつくってくださっていますし、本当に居心地がいいです。それに航空宇宙の研究をするフィールドとしては、日本ではダントツに恵まれている環境だとも思います。

境だとも思います。ですから、人気もあり進学のむずかしい学科ではありますが、航空宇宙に情熱を持っている人は、ぜひともチャレンジしてほしいですね！