

## 理工学部 航空宇宙工学科

Department of AEROSPACE ENGINEERING

宇宙、人工衛星、ロケット、飛行船、ジェット機、ヘリコプター操縦、…etc.  
航空宇宙分野への関わり方はまさに無限。研究を日々極め続ける先生や、  
民間企業の第一線で活躍していた先生など、10名を紹介します。



平本 隆 教授

夢を叶えたプラモ少年



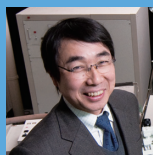
今井 道夫 教授

飛ぶことの責任と楽しさを  
実感してほしい



越岡 康弘 教授

流体力学で航空機の  
性能・安全性の向上を図る



橋本 敬三 教授

金属の特性を追い続ける



真子 弘泰 教授

液体ロケットエンジンの  
新たな可能性に挑む



芳谷 直治 教授

つくって、飛ばして、  
理解する



米田 洋 教授

大空への思いと  
創造することへの意欲



河村 政昭 准教授

宇宙開発に夢を託す



山田 智 准教授

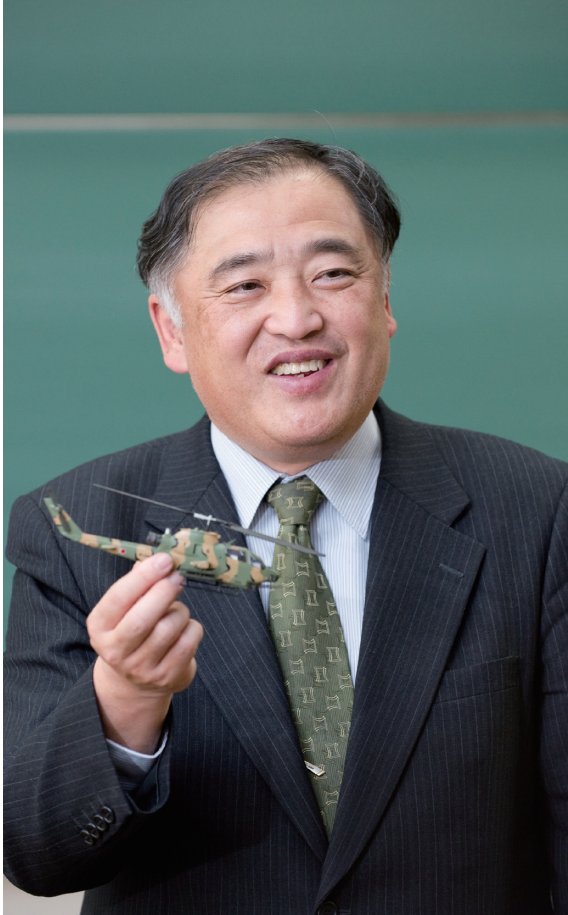
目指せ、  
究極のクリーンエネルギー



中宮 賢樹 講師

はるかな宇宙空間へと  
思いをはせる





## 夢を叶えたプラモ少年

少年時代からプラモデルをつくるのが大好きで、  
今でも自宅には、まだ組み立てていないプラモの箱が積み重なっている。  
自分がつくった航空機が、いつか空を飛ぶことができれば…  
考える人は多くても、なかなか実現できなさそうな夢。  
平本先生は、それを叶えた。



初めて尾翼の設計に携わった  
練習機 XT-4。

### 平本 隆 ひらもと たかし

1980年3月、東京大学工学部航空宇宙工学科を卒業。  
同年4月に、富士重工業(株)に入社。  
航空宇宙の分野で、航空機構造設計、ヘリコプター設計等に携わる。  
中等練習機XT-4、観測ヘリコプターXOH-1の開発にも参加。  
2010年4月より現職。

研究テーマ：航空機設計。最近は降着装置や異物損傷に関わる構造衝撃特性をテーマにしている  
キーワード：ヘリコプター工学、航空機構造設計、複合材、衝撃損傷

### 自分がつくった飛行機が、空を飛んだ！

飛行機を設計して空を飛ばせたいという夢に向かい、迷いなく歩みを進めた平本先生。東京大学工学部の航空宇宙工学科へと進学し、卒業後は富士重工業株式会社の航空宇宙部門に就職した。初めて設計に携わったのは、「XT-4」という名の訓練機。航空機の設計には、大きく分けて空力設計、構造設計の2つがある。空力設計とは、航空機のかたちや翼の大きさを決めるというような、全体的な形状をデザインし、その航空機に求められる性能を決定する設計だ。もう一方の構造設計では、空力設計によって決められたデザイン、性能を実現するために、材料や細かい形状、骨組みの通し方などを詳細な図面に落とし込む。XT-4で平本先生が担当したのは、飛行機の後方で垂直に立っている尾翼の構造設計だった。そのとき、テニスラケットなどにも使われる軽くて丈夫な「繊維強化プラスチック」という素材を初めて飛行機に使用する設計を行った。「少年時代の夢の第一歩が叶いました。当時は独身でしたが、いずれ子どもができたなら『俺はこの飛行機のこの部分を設計したんだ!』と言いたいと思っていました」。平本先生は、満面の笑みでそう話してくれた。

### 安全・安心な空の旅を目指して

次に担当した「XOH-1」というヘリコプターでは、後部胴体などの構造設計を行った。そこから平本先生は、ヘリコプター設計の道へと進み、特に故障や事故が起きないよう、安全設計に着目していく。ヘリコプターを長期間、安全に運用し続けるためには、多少ぶつかっても壊れない丈夫な構造、故障箇所を早期に発見するための基礎的な研究、それに、人間のミス

を少なくするための工夫も必要になる。

帝京大学理工学部航空宇宙工学科に2010年4月から新設されたヘリコプターパイロット養成コースの授業でも、安全な飛行を中心的なテーマと考えている。飛んでいて危険な状況がどのような原因で生じるのか、シミュレーションで体験する。操縦が難しくなる理由を学術的に突き詰めることで、安全な飛行を身につけるのだ。

ヘリコプターは、ローターと呼ばれる羽根を回すことで風を下に送り、飛んでいる。そのため、気温が低く空気密度が高いと、飛ぶための力を得やすくなる。そういう状況から高温で密度が小さい場所にいくと、突然高度を保てなくなることがある。「重量のセッティングを間違えた場合、機体を支えきれずに森の中に落ちてしまった事例もあります」。これを守れば絶対に安全、というような完璧な理論などなく、ひとつひとつの部品設計と、操縦時の注意の積み重ねが安全をつくるのだ。

そしてもうひとつ、平本先生が授業でやりたいことがある。それは、構造設計をして小さな部品をつくり、さらに自分で壊すことで、思い通りの性能を持つかどうかを調べるということ。自分自身が富士重工業に就職してから体験してきたことで、「数式を使って計算をするだけでなく、ものをつくって壊すことをくり返すことによって、設計法が身に付くと思うのです」。そうして得た経験は、ヘリコプターだけでなく、ものづくりすべてに通用するはずだ。

### 夢は事故ゼロ運用

「今の夢は、ヘリコプター事故をゼロにすることです」。そう語る平本先生の顔に笑みはなく、真剣その

もの。「これからドクターヘリなど、救難救助で活躍する場面が増えていくでしょう。そのようなミッションを持ったヘリは、事故ゼロでなくてはならないのです」。そのために構造だけでなく、人的要因や気象の問題も含めて、安全のための研究を深めていきたいという。2016年までに事故を8割減らすことを目標として掲げる、国際ヘリコプター安全チーム(International Helicopter Safety Team; IHST)は、設計、運行、気象、計器、整備の方法、パイロット教育などさまざまな観点で改善を行い、事故を減らそうというものだ。「その活動に、学生と一緒に参加できたらおもしろいですね」。日本でのヘリコプター事故は年に5～6件。国際的に見れば少ない方だが、それでもゼロではない。アメリカなどでの事故例と併せて研究を行うことで、その数を減らしていければ、と平本先生は言う。

### 少年の頃の夢よ、再び

「医学部があるこの大学で、ドクターヘリの運行についての研究もしたいと思っています」。現状のドクターヘリは専用の設計があるわけではなく、一般的なものの内装を変えているだけなのだという。「振動や騒音を抑えるローター、医師と看護師が動きやすくなる配置など、考える余地はあると思います。究極的には、ドクターヘリ専用の設計を提案できたらいいですね」。少年の頃から抱き続けた、自分が設計したものが空を飛ぶという夢。それを、この航空宇宙工学科でまた新しいかたちで実現しようとしている。「それと、いずれは自分自身も空を飛みたいです」。そう言って見せた表情は、また少年のような笑顔だった。



# 飛ぶことの責任と楽しさを 実感してほしい

空への憧れと、飛ぶ楽しさを共に語れる仲間を  
ここ宇都宮の地から一人でも多く送り出したい。

それが元ベテランヘリコプターパイロットの今井先生の夢。

自身の経験をベースに、安全意識の高い人材を育てることを使命と感じている。



## 今井 道夫 いまい みちお

1974年、農林水産航空協会で防衛庁（当時）委託民間操縦訓練生として、ヘリコプター操縦技術を学ぶ。同年、朝日ヘリコプター株式会社（現：朝日航空株式会社）入社。ヘリコプターの飛行時間は1万1400時間・6機種に乗務。通常の飛行業務のほか、操縦士の訓練、審査業務を担当。取締役を経て、2017年退社。2017年12月より現職。

研究テーマ：ヘリコプター事故の発生メカニズムを分析し、事故防止のために何をすべきか追求する

キーワード：ヒューマンファクター、要因分析、再発防止、未然防止、安全文化

## 安全意識と豊富な知識は常に欠かせない

「私が新人パイロットだった頃と比べれば、今のヘリコプターの安全性は格段に進歩しています。しかし一度空に上がれば、パイロットの判断がすべて。ですから事故要因を分析し、再発することなく、また未然に防げるよう、事故発生メカニズムを明らかにすると共に対策の追求に専念しています」と語る今井先生。飛行時間は1万1400時間に及び、6機種に乗務してきた大ベテランだ。その上、飛行業務だけでなく、パイロットの養成にも携わってきた。

それだけに、安全に対する意識はとても高い。飛行機の場合はパイロットとコ・パイロット（副操縦士）が乗務することが大半だが、ヘリコプターの場合はパイロットが一人で操縦することが多い。一人だからこそ、異常や危険の察知、そして判断はより速やかに行われなければならない。

「そこで重要になってくるのが、ヒューマンファクターです。ヒューマンファクターとは、医官として航空自衛隊で勤務され、航空機事故の調査や安全工学における第一人者でもあった黒田勲氏が提唱。『機械やシステムを安全に、しかも有効に機能させるために必要とされる、人間の能力や限界、特性などに関する知識の集合体である』と定義づけられています」。パイロットは基礎教育の段階から、安全に対する意識を持つことが必要だ。そのため、自分の性格や資質、能力、限界を客観的に認識しておかなければならない。過信は必ずといっていいほど事故を招く。技量の向上だけでは空を飛べない。

また、一人の人間が自身の経験から得られる知識には限界もある。前例に学ぶことが重要なのだ。

「現役の頃、私自身も先輩方から機体の特性はもちろん、気象や地形などにいたるまで、さまざまな経験

談を聞いたことで、危険を回避したケースも少なくありませんでした。できる限り引き出しは多いほうがいいと思います。何かが起きた時や、おかしいと思った時、もしかしてこのことかな？と落ち着いて対処することができるからです」。ヒューマンファクターをプラスの方向に動かすには、安全意識と共に豊富な知識が欠かせないことを常に忘れないでほしい、と先生は言う。

## 空を飛ぶ楽しさをぜひ味わってほしい

「厳しいことばかり言いましたが、パイロットだからこそ味わえる空を飛ぶ楽しさも伝えていきたいと思っています」。先生が初めて空を飛んだのは、18歳の頃。グライダーだった。

「もちろん単独ではなく、教官と一緒にでしたが、上空からの風景や飛行中の何ともいえない感覚に魅了されましたね。絶対にパイロットになろうと心に決めました」。幼い頃から水田に農薬を撒くヘリコプターの姿を見て、空への憧れを持っていたそうだが、後年、自身も同じ業務を経験することになったという。

「当時のヘリコプターは、操縦席全体が風防で覆われていて温室のような状態。今のようないアコンも装備されていないので、暑かったんですよ。でも、自由自在に空を動けることには何ものにも代えがたい楽しさを感じていました」。

防災関連の飛行業務で、急患の搬送をした時のことだ。専門の医師や病院の整っていない北海道の礼文島から札幌までのミッション。行きは明かりひとつない日本海の真っ暗な海の上をただひたすらに飛ぶだけ。しかし、帰りは札幌の方向からの明かりがかなり遠くから見えた。

「行きは、とにかくミッションの遂行だけを考えていました。帰りは、周りを見回すだけの気持ちの余裕も

あったのでしょうか。ホッとする瞬間でした」。

ある時は、街の灯かと思ったら、イカを釣る漁火だったこともあるそう。空を飛んでいると、誰も目にしたことのない光景に遭遇することもある。

「私もかつて飛んだことがありますが、日光市の奥のほうは、自然豊かでとても素晴らしい景観です。訓練で飛ぶこともあるかもしれませんが、季節ごとの表情が楽しめると思います」。

## 一人でも多くのパイロットを育てたい

ドクターヘリをはじめとして、民間・自治体を問わずヘリコプターの需要は増えてきている。ところが、依然としてパイロット不足が続いていることに先生は危機感を覚えている。

「特に30歳以下の若い層の不足が大きな問題です。昭和20年代(1945～1954年)に生まれたパイロットが退職し、その抜けた穴を埋めるだけの人材育成が追い付かない状況。しかも、養成機関が少ないということもネックになっています」と表情を曇らせる。

「今、4年制大学で養成しているのは、2010年から開設された帝京大学理工学部航空宇宙工学科ヘリコプター・パイロット・コースのみ。訓練機は3機用意されています。長年パイロットの養成に携わってきた視点から見ても、訓練環境は恵まれています。ここを日本のヘリコプター・パイロット養成のメッカにしていきたいですね。実際に、ここから巣立っていった一期生たちは第一線で活躍しています。大空への憧れを持っている皆さんに、ぜひ、彼らの後へ続いてほしいと願っています」。一人でも多くのヘリコプター・パイロットを、ここ宇都宮キャンパスから送り出すことが、先生の使命であり目標なのだ。

# 流体力学で航空機の性能・安全性の向上を図る

今や多くの人が航空機を利用するようになり、日本でも羽田・成田空港をはじめとする全国の空港で、より効率的で安全な航空機の運用が求められている。安全で効率的な航空機の運用を、機体側および運航システム側の視点から考えることで、将来のより良い航空輸送システムの実現に貢献したい。



## 越岡 康弘 こしおか やすひろ

東京大学工学部工学系研究科博士課程航空コース修了(工学博士)。航空機製造メーカー、各種財団、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 勤務を経て、2019年4月より現職。日本版宇宙往還機 (HOPE) 開発、防衛省向け無人機の研究試作、JAXA 超音速無人機、小型無人機、運航管理システムの開発、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 向け風力発電システム開発等に参画。

研究テーマ：流体現象を利用した航空機の性能向上、安全技術に関する研究

キーワード：空力デバイス、風洞実験、数値シミュレーション、流れ場の構造

## さまざまなキャリアを蓄積

「子どもの頃に模型飛行機を飛ばして遊んでいたことが、この道に進むきっかけですかね」と笑いながら語る越岡先生は、航空機に関する数多くのキャリアを積んでいる。新卒で航空機製造メーカーに就職し、宇宙往還機における技術実証用の無人機や、防衛省の無人機など数多くの機体開発に携わった。また、無人機用のプロペラを開発していた空力設計の経験を活用して、風力発電用の大型風車の設計開発も行った。空力設計の知見を活かして、風切り音を小さくし起動特性を上げるなど、これまでの風車の技術課題を次々とクリアしていった。その後、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) へと移り、運航管理システムの開発に携わる。空港容量が逼迫 (ひっばく) していく状況を解決するには滑走路を増やすことが一番だが、そう簡単に滑走路を増やすことはできない。航空機運航管理技術でいかに空港容量拡大に対応していくかが、大きなポイントであり腕のみせどころだった。その一方、先生は航空機製造メーカー時代に研究開発の傍ら、非常勤講師として帝京大学宇都宮キャンパスで学生を教えてきた。そんな縁もあり、2019年の4月からは教授として赴任することになった。

## 航空機の性能向上を目指す

流体現象による航空機の性能向上の一例としては、航空機の空気抵抗低減を目指したリブレットによる乱流境界層摩擦抵抗低減や層流域拡大技術の研究などがあげられる。リブレット (表面の縦溝構造) による抵抗低減は以前から知られているが、当初はリブレットシートを機体に貼り付けていた。貼り付けは手間がかかる上に機体が重くなり燃費が悪化する。

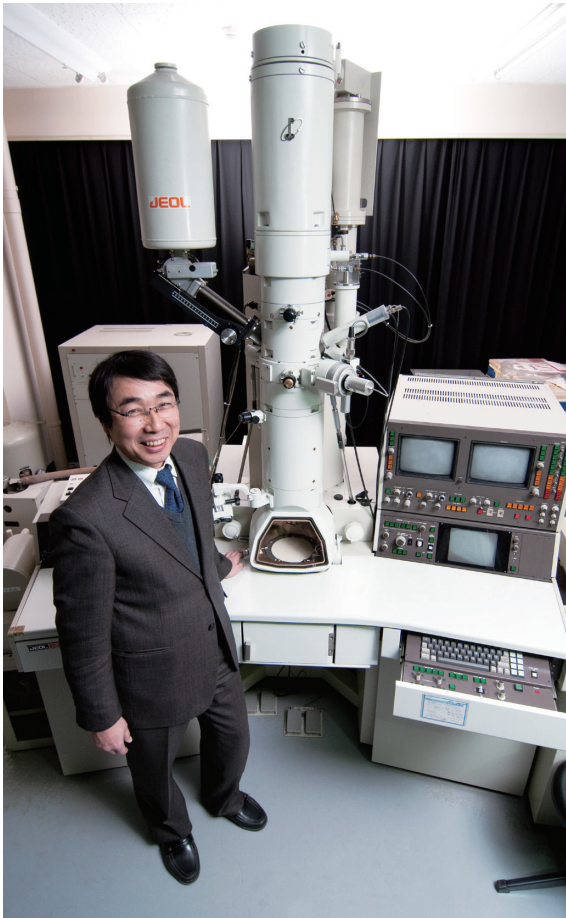
大きな機体の表面に短時間で加工ができ、かつ燃費効果を妨げない軽量の材質が求められ、表面塗装によるリブレット成形が開発された。その他にも抵抗を抑えながら耐バフェット (振動現象) 性や失速特性などを改善する空力デバイスの開発が、航空機の性能や安全性の向上につながるという。「こうしたデバイスを実現していくためには、流れ場の構造の解明や、風洞実験、数値シミュレーションの結果を活用していく必要があります。これらの研究の出口設定には、航空機システムをよく理解していることが不可欠であり、多方面から研究を進めていかなければなりません。これまでの経験を活かして、出口を見据えた研究をしていこうと考えています」。さまざまなキャリアを積んできた先生だからこそその言葉だ。

## 社会のニーズにタイムリーに応える

先生が研究活動で目指すところは、研究を通じて技術課題に解決策を提示していくことにより、社会のニーズに対しタイムリーに応えていくこと。たとえば、航空管制の問題を解決していくためには、運航システム側の「どのようにして効率的な交通の流れを実現するか」という課題と、機体側の「どのようにして指定された飛び方を実現するか」という課題があるが、これらを解決していくためには、双方の立場からの知見が不可欠だ。また現在、航空機の動力源として電力を利用する潮流が活性化している。経済産業省は国土交通省と合同で「空飛ぶクルマ」の実現にむけた官民協議会を立ち上げ議論を重ねているが、これもこの流れの一環である。こうした現状に対して先生は「ジェットエンジンの出現の時もそうであったように、航空機は新たな推進力が利用可能となる度に、長足な進歩

を遂げてきました。航空機の電動化は都市部でのパーソナルな移動手段の提供の可能性を秘めています。これに呼応して新しい形態の航空機が多く提案されていますが、これらの抱える新たな課題に対して、流体力学や運航管理技術の知見を最大限に活かした解決手段を提供していきたいと考えています。」と社会のニーズにしっかりと向き合っている。

そんな先生だが、研究に疲れたときは自転車に乗り風を感じて気分転換するという。自転車は学生時代からの趣味で、当時は金沢まで自転車旅行に行ったこともあるそう。「これからも航空産業や、航空交通の活性化に貢献していくことはもちろん、空力設計の知見を活用して大型風車の設計開発を行ったように、これまで培ってきた経験を活かして何かスピンオフできないかとも思っています」と、新たなことにチャレンジする意欲も満々だ。



## 金属の特性を追い続ける

「欠陥」というと、だめなもの、なくすべきものという印象を受けないだろうか。しかし、橋本先生が研究している「金属の欠陥」は、必ずしもそうとは限らない。かたい、加工しやすい、熱に強いなど、金属が持つさまざまな特性を決める大切なものだという。



エンジンの部品のひとつであるブレード。部品はどれも高温になるため、材料の開発も重要になる。

橋本 敬三 はしもと けいぞう

1979年、大阪大学大学院修士課程修了。  
1983年、ポリテクニク大学博士課程修了Ph.D。  
ノースウエスタン大学職員、新日本製鐵(株)先端技術研究所勤務を経て、1998年に帝京大学理工学部にて助教授として赴任。2010年より現職。

研究テーマ：軽量耐熱材料として注目されているチタンアルミ金属間化合物およびその複合材料の開発  
キーワード：チタンアルミ金属間化合物、金属基複合材料、高比強度耐熱材料

### 金属は欠陥だらけ

金属を含めて、物質は原子が集まってできている。電子顕微鏡を使って、その物質の内部の原子の並びを観察する。それが、橋本先生が長年行ってきた研究だ。原理的には結晶格子という規則正しい配列で並んでいるはずの原子だが、実際に観察してみると、そうでもない。原子がひとつ分抜けた空孔と呼ばれる穴があったり、部分的に配列がずれていたりと乱れている。これが金属の欠陥だ。この欠陥の量や種類によって、その金属の持つ特性が変わってくるという。「自然界で生まれるもの、まして人のつくるものに、パーフェクトなものはありません。物質には、必ず欠陥が入っていると思ってください」。実際に、大学時代に観察したサンプルには、合計で $10^{10}$ cm/cm<sup>3</sup>もの欠陥が入っていたというから驚きだ。

製鉄所などで、金属を加工しているシーンを思い出してほしい。高温で熱せられ、赤く溶けた金属が延ばされたりたたかれたり、さまざまな加工を受けている。これもすべて、欠陥を制御するために行っているのだ。欠陥をできるだけ多く入れると、丈夫な金属ができる。たとえば、橋に使われているワイヤー。あれも最大限に欠陥を入れたからこそ、あそこまで強度を出せるのだそう。逆に、欠陥をなくしていくことでも強度を上げられる。それを理想強度というが、「理想」という言葉通り現実的には厳しい。膨大なエネルギーとコストがかかってしまうのだ。その一例が半導体に使われるシリコン単結晶。膨大なエネルギーとコストをかけて、限りなく純粋なシリコンの結晶をつくっている。こんな話を聞くと欠陥の印象が変わったのではないだろうか。

### 熱に強いチタンアルミナイド

学生時代に金属の欠陥と特性の研究を行っていた橋本先生は、企業に就職してからも金属の特性を追い続けた。新日本製鐵株式会社では、チタンアルミナイドという耐熱性の金属間化合物の研究・開発を行った。高温において強くなる性質を持ち、優れた耐熱性を示す。また、チタンとアルミからなり非常に軽量なので、航空機のエンジンなどへの応用が進められている。

研究は、合金開発の段階、その特性を調べる段階、そして実用化を検討する段階と3つの段階に分かれて進められるという。会社では、主に最初の合金の研究を20年くらい続けてきた。加える金属の種類や配合を変え、耐熱性と強度を上げる研究を続けてきたのだ。

帝京大学に移ってからは、1200℃という高温条件下ではどう変化するのか?そのときの特性は?など第2段階の特性を調べる研究を行ってきた。そして、ボーイング787に搭載されるジェットエンジンのタービンへの利用など、第3段階の研究が進められ、応用される製品が出始めた。実際に橋本先生の部屋にあった鉄とチタンアルミナイドの円盤を持たせてもらったが、重さの違いは明らかだった。飛行機などの大型エンジンの材料として、チタンアルミナイドを使えば、大幅に重量を軽減し、低燃費、高効率のエンジンができることは間違いない。

### 学生と一緒に学ぶ

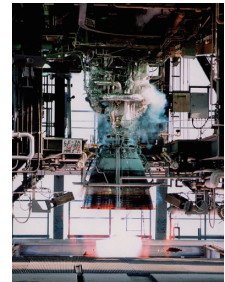
2001年、材料科学工学科から航空宇宙工学科に改称したことを受け、研究テーマの中に少しずつ航空宇宙のテーマを加えてきた。2008年には、「流星の

2点同時観測」や「人工衛星追尾装置の製作および運用」を行った。8月に出現するペルセウス流星群の観察も今年で12年目となる。学生とともに、中禅寺湖のキャンプ場と戦場ヶ原に分かれて同じ方向を観察する。10分に1回程度の割合でシャッターを切りながら長時間露光をくり返す。離れた場所で観察しているので、そのずれから三平方の定理を使えば流星の高度が計算できる。さらに、カメラには回転シャッターが付いていて、高速でレンズの前を横切る。その間隔から流星の速度を求めることができる。これらを併せて、流星の軌道まで求められるようになることを目指している。

もともと天体が好きで趣味で流星観測をしていた橋本先生だが、専門は材料工学。研究テーマの選び方を聞くと「学生が興味のあるテーマを引き出してあげることが私の仕事だと思うんです」。いくつかあるテーマの中から選んでもらうことはもちろんだが、ディスカッションをする中で学生に最適な研究テーマをつくっていく。もちろん、知識としては持っていますが、実際にはやったことのない実験の場合もある。そのときには、一緒になって勉強しながら進めていくという。「こちら手探りですから、私も勉強になっていきますね」。先生とディスカッションしながらテーマを選び、一緒に研究を進められるなんて、とても幸せな研究生生活が送れそうだ。

# 液体ロケットエンジンの新たな可能性に挑む

日本のロケット技術は、今や世界トップレベルの水準を誇る。  
中でも液体ロケットエンジンの信頼性では、高い評価を確立した。  
真子先生は、その分野に長年携わってきたベテランエンジニア。  
今は次代のロケット開発を担う若い力を育てていくことが夢だ。



真子先生が開発に携わった液体ロケットエンジン。  
(出典：JAXA ホームページ)

## 真子 弘泰 まなこ ひろやす

慶応義塾大学工学研究科後期博士課程修了。同年学位取得。  
1990年、三菱重工業(株)液体ロケットエンジン設計課配属。以来、  
液体ロケットエンジンの開発・設計に従事。  
1992年から1年間、JAXAに休職派遣。  
2016年10月より現職。

研究テーマ：液体ロケットエンジン燃焼器の基礎研究

キーワード：ロケットシステム、液体ロケットエンジン、宇宙、燃焼、流れ

## H-II A ロケットに欠かせない国産エンジン LE-7A

航空宇宙工学科に関心のある人なら、おそらく「H-II A ロケット」の名をご存知だろう。2001年に行われた試験機1号機の打ち上げ以来、33回中32回の打ち上げに成功(2017年3月17日時点)しており、成功率は96.97%と高い信頼性を誇る。打ち上げの成功率が95%を超えと一流と認められるそうだが、H-II A ロケットはまさしく世界トップクラスといえよう。

そして同ロケットの信頼性を高めているのは、第1段メインエンジンの「LE-7A」だ。LE-7Aは、JAXA(宇宙航空研究開発機構)のもと、三菱重工業(株)と(株)IHIが日本初の国産エンジン「LE-7」の改良型として、1994年から2000年にかけて開発した液体燃料ロケットエンジン。H-II Aに初めて採用されたのは前出の試験機1号機の打ち上げの際だ。また、姉妹型ロケットのH-II Bにも搭載されており、合計で39回中38回の打ち上げに成功。打ち上げ成功率は97.44%(同年月日時点)であり、「LE-7A」のトラブルによる打ち上げ失敗はない。

## 液体ロケットエンジンでは米・露と並ぶ技術水準

真子先生は、この「LE-7A」の開発に当初から携わり、日本の液体ロケットエンジンの歴史とともに歩んできたエンジニアなのだ。液体ロケットエンジンとは、液体水素と液体酸素を混合して燃焼させ、推進力を得るエンジンのこと。固体燃料を用いるロケットエンジンよりも燃焼効率に優れ、微妙な出力制御が可能というメリットがある。「LE-7A」は、最初に液体水素と液体酸素の一部を予備燃焼させて、そのガスでターボポンプを駆動し、その後に残りの液体酸素

を加えて再度燃焼させる二段燃焼サイクルを採用している。これを実用化しているのは、現在のところ、日本の他にアメリカとロシアだけ。さらに「LE-7A」は「LE-7」よりも部品点数を減らすことでローコスト化も図られ、エンジンに依存する部分が大きいロケットのコスト抑制にも貢献している。

## 基礎研究でマーケットを塗り替える可能性

「しかし、液体ロケットエンジンの燃焼器にはまだ未解明な部分が多く、効率的で安定した燃焼を達成するには、これまでの実績や経験に頼らざるを得ないのが課題です」と真子先生。1990年に三菱重工へ入社以来、一貫して液体ロケットエンジンの開発に携わってきた先生でも、はっきりとわからない点があるそう。というのも、従来はロケットの開発プロジェクトが優先され、ロケットの基礎研究、つまりエンジンや燃焼に関する仮説や理論を確かめる研究や、燃焼時に生じるさまざまな現象をひとつずつ観察するといった地道な研究については、予算確保が難しかったからだ。基礎研究のプロセスを経ずに、すでに確立していた技術を利用していたのだ。

「現在のロケット技術は、NASAが公開している基礎研究の上に成り立っていることは否めません。膨大な時間やコストのかかる基礎研究を、日本が自前で行っていたら、とても現在のような開発体制は望めなかったでしょう。しかしここ最近は日本のロケット開発の姿勢も変わってきて、基礎研究を重要視し始めています。これから航空宇宙の分野へ歩みだそうとしている人にとっては、機会に恵まれた時代が来たといえるでしょう」。つまり、日本独自の研究成果や知見に基づいたロケット開発に携われるチャンスなのだ。ア

メリカやロシアの技術を手本としているだけでは世界のコスト競争に勝てないが、未踏の技術領域で開発されたオリジナルのロケットであれば、差別化はもちろん、市場を塗り替えてしまうようなブレイクスルーが起きる可能性もある。

## ロケット開発の現場へ若い力を送り出したい

「宇都宮キャンパスでは、私の専門だった液体ロケットエンジン燃焼器の要素として、流体(液体燃料)の燃焼やそれに伴う各種反応の研究、流体が燃焼する際の振動を抑えるデバイスの設計など、高性能液体ロケットエンジンを生み出す下地を築きたいと考えています」。今後は自分の研究で宇宙開発全体に貢献するだけでなく、ロケット開発に携わる人材を一人でも多く輩出していくことが目標だと先生は語る。

「意外に思われるかもしれませんが、ロケット開発において重要な鍵となるのは、人間関係です。社内の関係部署だけでなく、外部の協力会社の方々も含め、皆でひとつのチーム。開発や設計担当者から、各部品の製造スタッフまで、ロケットに関わる人全員が一丸となり、打ち上げ成功というひとつの夢に向かっていくのです。強い一体感を感じながら仕事に取り組めるのは、とても幸せなことですね」。

そんな現場の空気を、若いエンジニアたちにも感じさせたいと先生。夢に向かう学生たちに手を差し伸べていく準備は、着々と進んでいるようだ。

# つくって、飛ばして、理解する

紙飛行機が手から離れた直後に落ちてしまったり、  
曲線を描きながら飛んでいったり、うまくいけばスーッとまっすぐ飛んでいく。  
遠くまで飛ばそうとしていろいろなかたちを試して、こんな経験をしたことがあるはずだ。



## 芳谷 直治 よしたに なおはる

1975年、京都大学大学院工学研究科修士課程修了後、新日本製鐵(株)に入社。  
1980年よりロンドン大学インペリアルカレッジ大学院に留学後、  
1990年、京都大学にて工学博士を取得。  
1996年より帝京大学理工学部に着任。

研究テーマ：小型無人VTOL（垂直離着陸）機の利用技術と航空機  
飛行制御技術の研究

キーワード：航空機、VTOL機、無人機、飛行制御、飛行シミュレーション

## 飛ぶしくみとは？

紙飛行機に限らず、何かを空中に飛ばそうと思うと、空気の流れをうまくとらえる必要が出てくる。たとえば、飛行機を空中に浮かび上がらせるためには揚力という力が翼に生じる必要がある。機体の中央部分に見えるひと際大きな翼が主翼。大きな役割は、上向きの揚力を生み、機体を浮き上がらせることだ。また、主翼のかたちひとつとっても、飛行性能に大きく影響してくる。たとえば、飛行速度が上がってくると、ジャンボジェット機のように横にまっすぐ伸びた翼では空気抵抗が大きくなってしまふ。一方、主翼を含めた機体の形が二等辺三角形のようなかたちをしていると、空気抵抗を小さく抑えることができる。

そして、もうひとつの飛ぶものの代表格であるヘリコプターの場合はというと、翼の代わりにローター(大きなプロペラ)が揚力を発生させるために活躍しているのだ。ローターにも空気の流れをうまく使うためのしくみが隠されている。ローターを地面に対して水平ではなく、少し角度をつけることでより揚力が発生しやすいしくみになっている。

このように、飛ばすためにいろいろな工夫が取り入れられているのだ。

## 飛べ！自作機

飛行機やヘリコプターを飛ばすといっても、機体の設計から飛行をコントロールするためのプログラムまで、いろいろな要素が絡んでくる。実際に自分で機体をつくる中でわかってくるのは、航空機のしくみだけでなく、飛ばして、理解するおもしろさなのだ。

芳谷先生はそんな飛ばすことの楽しさに惹き付けられたひとり。もともとは機械をコントロールするため

のしくみづくりの研究を行っていたが、帝京大学の航空宇宙工学科の教員になり、それがきっかけで飛行機の飛び方をコントロールする研究を始め、飛ばすことのおもしろさに気がついてしまった。そんな芳谷先生の考えは、学生に自分で機体をつくる中で飛ばすことのしくみについて理解を深めてほしいということ。そのため、研究室に配属されると、学生のうち数名がチームをつくって「全日本学生室内飛行ロボットコンテスト」への参加と、入賞を目指した機体づくりに取り組み始める。

大会では、カメラを取り付けた機体を体育館の中で飛ばし、上空から床に置いてある文字盤に書かれた文字を読み取り、うまく読めたかどうかで点数を競う。文字はひと文字だけではなく、うまく機体を旋回させながら文字を読み取っていく必要がある。そのため、ただ遠くまで飛ばす機体ではなく、限られた空間の中でうまく回転できる機体をつくる必要があるのだ。うまく旋回するには、主翼のかたち以外にも、機体の後ろに付いてバランスをとっている尾翼など、いろいろな部位の調整を行う必要がある。

2008年の3月にあった大会では、参加31チーム中ただ1機、オートジャイロと呼ばれるヘリコプターに似た機体で参加して大きな注目を集めるとともに、見事な飛行で会場を沸かせ、入賞を果たした。そんな独自のアイデアを試せるのも、芳谷研究室の楽しさのひとつだ。

## 小型無人機の可能性を広げろ

もうひとつのメインテーマである小型無人機の研究では、自分たちで模型航空機を作成し、出発点から目的地まで自動で飛んでいく機体をつくり上げるのが目

標だ。これまでに、垂直に離着陸できる模型航空機(VTOL)とカメラを搭載した模型飛行機を使った試験を行い、研究を重ねてきた。そこで、機体を目的地までまっすぐ飛ばすのは、簡単そうに思えて実際は難しいことがわかってきた。というのも、機体は風に流されるため、方向を制御する必要がある。また、着陸するときも、目標地点に正しく下りる必要があるが、自分でコントロールできない場合は難しさが上がる。現在は、GPS(全球測位システム:衛星と交信して自分の位置を正しく測定するしくみ)を使った目標地点の認識を目指している。

無人の飛行機、VTOL、飛行船は、気象観測や簡単には行けないような場所の探査、災害地の調査、通信中継など、将来的にさまざまな方面での利用が期待されている重要な技術だ。携<sup>たずさ</sup>わる研究は、単なるものづくりにとどまらず、プログラミングなどのコンピュータ利用技術まで幅広い分野にまたがっている。それだけにうまくいったときのうれしさ、おもしろさも大きくなる。「おもしろくなきゃ大学じゃない」と語る芳谷先生のもとで、未来の航空技術が今日も開発されていく。



## 大空への想いと 創造することへの意欲

自らもグライダーを駆り、大空に遊ぶ。

米田先生のように、操縦桿<sup>かん</sup>を握るエンジニアは日本でも稀<sup>まれ</sup>だ。

車椅子を使っていることを感じさせないアクティブさも驚き。

空への限りない想いを、カリキュラムに込める。

米田 洋 よねだ ひろし

1982年、京都大学工学部航空工学科卒業。

1984年、東京大学大学院工学系研究科航空学専門課程修士課程卒業。

同年4月に、富士重工業(株)に入社。

入社以来、無人航空機の航法誘導制御アルゴリズムの設計開発に携わり、あらゆる種類の航空機の飛行制御設計開発に従事。

2014年4月より現職。航空宇宙学会フェロー。

研究テーマ：ディープ・ストール着陸をする全自動小型固定翼無人飛行機の研究開発

キーワード：航空機力学、航空機操縦、飛行制御、航法誘導制御系、無人航空機システム

### 空に憧れるきっかけは、ラジコン飛行機

米田先生は幼い頃から動くものが好きだった。小学生4年生くらいまでは鉄道に熱中。ちょうど、蒸気機関車が一齐に引退していった時代で、すでに先生の地元である関西では姿を消しつつあった。だが、山陰線福知山の機関区には現役の機関車があると聞き、写真を撮りにいったのだ。それが一つの区切りとなったのか、今度は飛行機に熱を上げ始める。

当時は少年向けの雑誌が人気で、各社がこぞって出版していたが、中でも先生のお気に入りだったのは、日本の紙飛行機の第一人者、二宮康明氏が設計した紙飛行機が付録についていたもの。毎月の発売日が楽しみでしかたなかった。

しかしそれだけでは飽き足らず、竹ひごや紙で作るゴム動力のライトプレーンにはまり出す。そして中学生になると、思いはラジコン飛行機へ。寝ても覚めても、自分の作った飛行機が空を自由自在に飛びまわるのを夢見ていた。ところが、当時のラジコンは高価なものだった。とても中学生のこづかいでは手が出ない。せいぜいラジコン雑誌を眺めたり、伊丹空港(大阪国際空港)まで旅客機を見に行くくらい。とはいえ、それで気がおさまる先生ではない。あまりにも空への憧れが強く、中学3年の時には、竹でハンググライダーを自作してしまったほど。「グラフ誌に載っていた写真を元に作ったんです。地元ではちょっとした“ヒーロー少年”でしたね(笑)」と明るく話す先生。さすがにそれで飛ぶことはしなかったそうだ。

### 大学では本格的に飛行機人生がスタート

大学への進学は、当然、航空関連の学科のあるところだけに絞込む。当時、航空工学を学べる大学

は限られていたが、見事京大に合格。「ダメもとの受験でしたが、なんとかすべり込めました(笑)」。

これが飛行機人生の新たなスタートとなったが、学業よりも空を飛ぶことに多くの時間を割くようになる。「大学生になったら、グライダーを始めようとずっと思っていたんです。大学にグライダー部があったので見学に行くと、好きな機体が使われていたので、即入部しました」と先生。免許だけでなく、整備士資格や操縦を教える教育免許まで取得するほどの熱の入れようで、留年が確定してしまう。「どうにか5年で卒業にこぎつきましたが、何かを学んだという実感がわかない。机の前よりも、空にいるほうが長かったんだから当然です(笑)」。

そこで考えたのが、大学院を受けるということ。大学院を目指して勉強に励めば、穴が埋まるのでは…と思ったのだそう。これまたすべり込んだ東京大学大学院では、航空学専門課程。飛行力学の第一人者である東昭先生のもとで、懸命に学びと研究に取り組んだ。

### 障害を負うものの、意欲はさらに増す

卒業後には富士重工業(株)に入社し、もちろん航空部門を志望。宇都宮の空力設計課への配属となり、おもに無人飛行機の飛行・誘導といった制御関連の設計開発<sup>たすき</sup>に携わる。無人ジェット標的機をはじめとして、NAL / NASDA(現: JAXA)の各種実験機など、ほとんどの無人飛行機開発に関わってきたそうだ。帝京大学でも教材として使われている無人ヘリ「RPH-2(FHI製)」もその一つ。「会社に入ってから、子どもの頃の夢がようやく叶ったという感じ。自分でも空を飛ぶことを経験しているので、機体の飛行特性などを検証する際に大きく役立ちました」と先生。こ

れまでの経験がすべてつながっていった感があると言う。

ところが、順風満帆とは言えない出来事もあった。社会人になって2年半くらいの頃、ハンググライダーで脊髄損傷という大ケガを負ってしまったのだ。1年ほどして退院したが、以降は車椅子での生活を余儀なくされた。しかし、それでくじける先生ではない。これまで以上に意欲的に、設計開発に取り組んでいった。災害時に通信の中継拠点などになるJAXA 成層圏プラットフォーム実験機や、NASDA 月軟着陸技術研究用フライングテストベッド(VTOL 無人機)、日本初の自動離着陸モーターグライダー FABOT…ここで紹介しきれないほどの実績を残していく。「これまで技術者として多くの挑戦をさせてもらいました。作ることを楽しみながら仕事をしてこられたというのが正直な気持ちです」。ちなみに、グライダーの操縦飛行にも復帰。先生は、日本で唯一の車椅子パイロットという横顔も持っている。

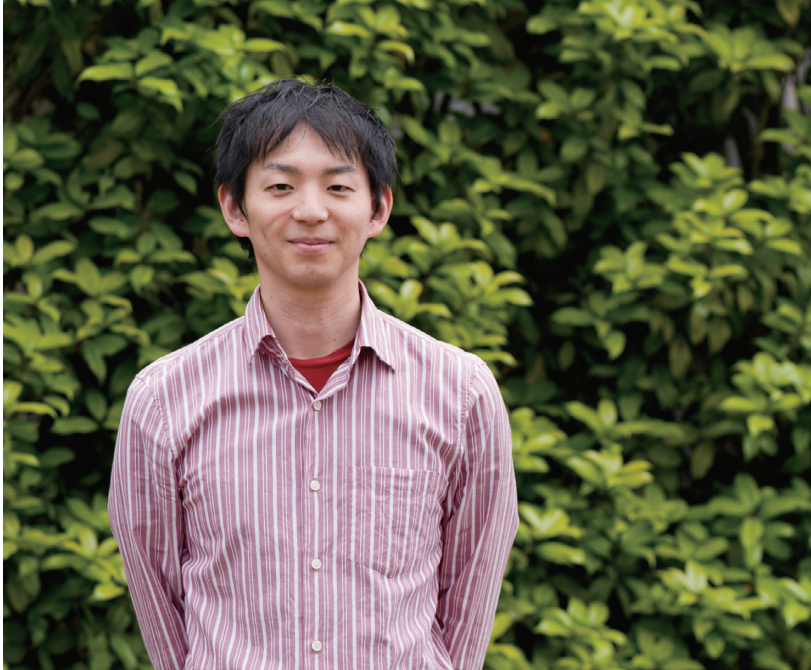
### 学生たちとともに新たな挑戦も

会社での専門が航空機の誘導制御だったので、先生は、今後も無人機の回収技術や、不測の事態にも対応するロボットパイロットの開発といった研究を考えている。

「講義では自分の飛行経験も盛り込みながら、飛行制御の基礎をしっかりと学べる内容にするつもりです。学生たちが作ることの楽しさや喜びのわかるエンジニアを目指してくれるようになったら、うれしいですね。彼らと一緒に、電気飛行機の開発にも挑戦してみたいな…」と、先生の空への憧れと創造性は尽きることがないようだ。

# 宇宙開発に夢を託す

「男の子は、宇宙へ行きたいと思うタイプと、宇宙で活躍するものを開発・発明したいと思うタイプの大きく2つに分かれるみたいです」。毛利衛さんの宇宙飛行を、目を輝かせて眺めていた少年は今、宇宙への思いを胸に、後者の道を進んでいる。



河村 政昭 かむむら まさあき

大阪大学工学部地球総合工学科卒業。  
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修了。  
博士(工学)。  
2011年4月より現職。

研究テーマ: 宇宙飛翔体に関する研究、循環型空気再生システムに関する研究

キーワード: 大気圏再突入カプセル、宇宙往還機、小型人工衛星、惑星探査機、国際宇宙ステーション

## 大気圏突入に備える

河村先生のミッションは、宇宙へ行った探査機やロケットなどの機体を無事に地球へ戻すことだ。機体は宇宙から帰還するときに大きな壁を超えなければならない。それは、「大気圏」である。真空の宇宙空間から地球を取り囲む大気圏に突入する「大気圏再突入」時、機体は大気との衝突により高温になり、機体自体がダメージを受けることになる。また、機体が高温になることで周辺の空気が「プラズマ」化することも問題を引き起こす。プラズマとは、固体・液体・気体に続く第4の状態であり、身近なプラズマはオーロラや雷などで、人工的につくられたものだと蛍光灯やネオンサイン等がある。機体がこのプラズマ層に覆われているときは地上との通信ができなくなるという障害が起こる。

小惑星探査機「はやぶさ」のカプセルやスペースシャトルなどは、アブレーターと呼ばれる耐熱材料や耐熱タイルを機体に貼って熱に耐えることを主眼として技術開発されてきた。これらの素材の弱点は、機体が大気圏に再突入をする度に交換する必要がありメンテナンス効率が悪いことだ。耐久性の面でも課題があり、スペースシャトル「コロンビア」号は、機体を守るはずの耐熱パネルが破損していたのが原因で、再突入時に空中分解してしまった。つまり、宇宙からの安全な帰還を果たすには、熱に対する新しい対策が必要とされているのだ。そして河村先生は、「熱に耐えるのではなく、『熱を逃がす』という新たな視点から、機体を守る方法を探っています」。

## 宇宙を研究する魅力

河村先生が研究しているのは、電磁ヒートシールド

と柔軟エアロシェルという新しい技術だ。「熱を逃がす」ことや、「機体を高高度で減速させる」ことによって、機体を熱から守ろうという発想である。前者である電磁ヒートシールドは、再突入時、機体前方に発生した高温のプラズマ流に対して機体内部から磁場をかけることによって積極的に熱を逃がすことができる。後者である柔軟エアロシェルは、耐熱性の高い繊維でできた大きな膜を再突入時に高い高度で展開することによって機体のスピードを減速させ、熱の上昇そのものを抑えることができるのだ。

新しく開発された技術は、実際に探査機やロケットに採用されるまでに段階を踏んだテストが行われる。その最終段階は実際のフライトで活用する実証実験であり、地球周回軌道からの大気圏再突入実験が行われるのだ。電磁ヒートシールドも柔軟エアロシェルも着実にステップを踏んでおり、実証実験に向けて研究開発を進めている。

熱を逃がす新しいコンセプトの技術には、従来のものとは異なり再利用することが可能であるというメリットもある。効率を上げつつコストを削減することができる技術の開発は、確実に進んでいる。

## 「夢をも追う」研究者を待っている

河村先生の「ものづくりには、想像力と創造力の両方が必要だ」という言葉には、研究に対する姿勢がよく現れている。実際に発想をかたちにする力を付けないと、発想はただの妄想に終わってしまう。そのため、研究室では想像力を駆使してアイデアを生み、その後、製作に励むという活動をくり返すトレーニングが行われている。そのなかで自分の得意なことを見つけ、その力を伸ばしてほしいという。同時に、研究を

するうえで大切にしているもうひとつの姿勢。それは、ON・OFFをはっきりとさせるというものだ。研究を効率よく進めるためには、スポーツや趣味など、研究とは別のことに没頭できる時間が必要だという。

その他にも、積極的に国内外の学会で研究成果を発表することも推進している。「学会に参加をすると活発な議論・質問が交わされるので非常に刺激を受けます」。海外へ行くことがすべてではないが、さまざまな場面で刺激を求めて活動し、自分自身を研究者として切磋琢磨するために、何ごとにも積極的に取り組むことを重視している。そして誰より、河村先生自身が、宇宙開発に大きな夢を抱いて積極的に研究に取り組んでいるのだ。「将来はNASAとも共同研究をしてみたい」と意気込む。「この研究のいちばんの魅力は、やはり最先端の技術に携われること。夢を持って宇宙開発の研究に励んでくれる学生を待っています」。この宇宙飛翔体研究室で、河村先生と一緒に宇宙へ行く夢を見てみないか？



## 目指せ、究極のクリーンエネルギー

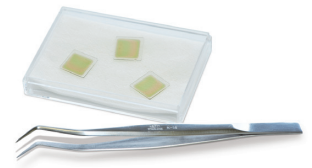
2本の電極が挿してある水槽。

そこに光を当てるだけで、一方の電極側からは酸素が、もう一方からは水素が出てくる。

その水素を溜めれば、燃料電池で利用可能な燃料になる…。

夢のような話だが、すでに実現しつつある技術だ。

そのしかけは、「光触媒」と呼ばれる電極の材料にある。



山田 智 やまだ さとし

1981年、宇都宮大学大学院工学研究科工業化学専攻を修了し、日本電装株式会社（現・(株)デンソー）、コロムビアマグネブダクツ（株）を経て、1989年より帝京大学理工学部勤務。1995年、社会人大学院生として宇都宮大学大学院工学研究科博士後期課程物性工学専攻を修了し、博士(工学)を取得。

研究テーマ：スパッタリング法による機能性セラミックス薄膜の作製とその基礎特性評価及び応用研究  
キーワード：スパッタリング、ペロブスカイト型酸化物、電極触媒、酸化チタン、光触媒、電気伝導性

### 光の力を利用する触媒

光触媒とは、光のエネルギーを吸収することで化学反応を促進させる「触媒作用」を示す物質のことだ。その作用で水分子を分解して、水素を取り出すことができる。このような性質を持つ物質が初めて見つかったのは、1972年のこと。当時東京大学にいた本多健一先生と藤嶋昭先生（当時大学院学生）という2人の日本人が、酸化チタンという物質を水中に入れて光を当てると、水素と酸素が発生することを発見し、世界に向けて発表した。

酸化チタンによる光触媒作用には、2つの働きがある。ひとつは強い酸化力。これにより、水の分解が起こる。もうひとつは、超親水作用といって、新品の傘や服などが水をはじく「撥水作用<sup>はつすい</sup>」とは逆に、非常に水になじみやすい性質を示す。この2つの働きを利用して、現在では酸化チタンによる光触媒作用はさまざまな場面で用いられている。たとえば空気清浄機で、内部に紫外線を発する蛍光灯と酸化チタンフィルターを備えたもの。これは紫外線を酸化チタンフィルターに当てることで、悪臭物質やシックハウスの原因となるホルムアルデヒドを酸化分解している。また、酸化チタンを壁やガラスに塗れば、超親水作用のおかげで水が広がるために油污れが定着せず、雨が降ると洗い流してくれる。

### 高性能な酸化チタンをつくりたい

すでに日常の中で使われている酸化チタンだが、水の電気分解に利用するには、まだ大きなハードルがある。それは、酸化チタンが紫外線にしか反応しないということだ。紫外線は太陽光全体のエネルギーの3～5%しかなく、とても光を効率よく利用しているとはいえない。このハードルをクリアし、太陽光エネルギー

の50～60%を占める可視光線を利用できるように改良した酸化チタン電極をつくらうと、多くの研究者が努力を続けている。

山田先生の研究室では、「スパッタ法」という方法で酸化チタン電極の改良を行おうとしている。スパッタ法とは薄膜をつくるための技術で、真空にした装置の中に膜の原料（ターゲット）と基板、アルゴンガスを入れる。そして高電圧をかけ、アルゴンガスをプラズマ化させて原料にぶつけると、衝撃で原料を構成する原子が飛び出してくる。それを基板に堆積させて、厚さ数nm～数百nm（1nmは1mmの100万分の1）の膜をつくることができる。

スパッタ法を行うとき、原料となる酸化チタンの上に、貴金属の白金や金などを少量乗せておくと、できた膜には一定の割合でそれらが混ざることになる。このように2種類以上の原料を使うスパッタ法は「同時スパッタリング」と呼ばれており、酸化チタン電極をつくるために用いている人は他にいないという。山田先生がこの方法を重視するのは、狙った割合で異なる原料を混ぜることができるからだ。酸化チタンの中に白金や金の原子があると、光への応答性が変わることはい前から知られていた。白金や金の量や置き方を変えることで、つくられる膜の組成や構造が変わるため、より多くの可視光に応答するものを探ることができるのだ。

### 本物を見せる授業

山田先生の専門は、表面処理工学や材料工学という分野になる。航空宇宙工学科の中では異色に感じられる分野だが、実用を考えるとそうでもないことがわかる。山田先生が担当している2年生の航空宇宙表面処理工学の授業では、1年生のときに航空会社

に行き、組み立てられたかたち「完成品」でしか見学することができなかったジェットエンジンについて、コンプレッサーや燃焼室、タービンなどひとつひとつの部品に分解した写真を見せながら、講義を行う。このような部品はすべて、腐食や摩耗、熱に耐えられるように、表面がニッケルやクロムといった金属でコーティングされているのだ。

「授業のときは、できる限り実物を見せたいですね。でもなかなか見に行けないときは、知り合いに頼み、写真を撮らせてもらって用意します」。教科書に書いてあることを読んでいるだけでは、それが実生活でどのように応用されているのか、わからないこともある。実物を見て、それから学んだ方が理解が進むし、実感わくだろうという考えだ。

### パワフルな学生よ、来たれ

研究室には、材料工学が好きな学生が集まってくるという。過去に、とんでもない学生がいた。納入されたばかりの装置なので、「ひとりで勝手に装置を使うな」と言っておいたのに、研究室に泊まり込み、自分でマニュアルを見ながらさまざまな機能を使い込んで、先生の方から「教えてくれ」というほどになっていた。その学生は4年生の卒業研究だけ行い、大学院からは別の研究室に行ってしまったが、そこでも評価が高かったという。「そういう学生に、また来てほしいですね」。

可視光だけで水を分解し、水素を生み出す夢の素材をつくりたい。そのためにはさまざまな材料を使い、つくっては性能を評価して、また少し条件を変えてつくる…という地道な研究が必要だ。そのために、ときには先生を引っ張るようなパワフルな学生の再来を望みながら、今日も研究を続けている。



## はるかな宇宙空間へと 思いをはせる

子供の頃から抱き続けてきた、宇宙への夢。  
それを叶えたくて、中宮先生はシステムエンジニアから転身。  
あの「はやぶさ」のプロジェクトにも携わり、  
日本の宇宙工学の明日を担う研究を続けている。



### 中宮 賢樹 なかみや まさき

東北大学工学部航空工学科卒業。東北大学大学院情報科学研究科修了。  
システムエンジニアとして就職後、総合研究大学院大学物理科学研究科宇宙科学専攻修了。工学博士。  
宇宙航空研究開発機構 (JAXA) プロジェクト研究員、京都大学生存圏研究所ミッション専攻研究員、  
ダルムシュタット工科大学 / ヨーロッパ宇宙機関フンボルト博士研究員、ミラノ工科大学リサーチ研究員、  
京都大学宇宙総合学ユニット特任助教を経て、2018年4月より現職。

研究テーマ：宇宙機(人工衛星や宇宙探査機)の軌道や姿勢の制御

キーワード：宇宙工学、人工衛星、宇宙探査機、軌道・姿勢制御、宇宙ミッションデザイン

### 遠く離れた宇宙空間での宇宙機の制御がテーマ

皆さんも小惑星探査機「はやぶさ」の名を、どこかで聞きかじったことがあるのではないだろうか。2003年5月にJAXA 宇宙科学研究所 (ISAS) によって打ち上げられ、2005年夏に小惑星イトカワに到達。観測やサンプル採集を試みた後、2010年6月、地球に戻ってきた。打ち上げ当初の計画では2007年夏に帰還する予定だったが、2005年12月に重大なトラブルが生じ、帰還は2010年に延期。日本中が帰還までの一部始終を固唾を飲んで見守っていたことは記憶に新しい。実はこのプロジェクトに中宮先生も参加していたのだ。もちろん、先生が現在取り組んでいる研究とも関連が深い。

「人工衛星や宇宙探査機といった宇宙機を打ち上げるロケットは、全質量の90%近くが燃料で構成されていて、宇宙機の占める質量は数%に過ぎません。また、宇宙機自身もロケットから切り離された後に、宇宙機に積んでいる燃料を使ってエンジンを噴いて目標の天体に向かったり、天体の周囲を回る軌道に投入するために減速したりする必要があるため、ミッションによっては宇宙機の全質量の半分以上が燃料だったりします。つまり、地上から打ち上げる物のほとんどの質量は燃料で占められています。そんな燃料を何とかして減らして、宇宙機に搭載するカメラなどの観測機器を少しでも増やせないか?ということを軌道・姿勢制御の面から研究しています」。

一般に、さまざまな天体から受ける重力などの外乱(外的影響)によって、宇宙機の運動は乱される。しかしその外乱を有効に活用できれば、宇宙機の軌道修正に必要な燃料を減らすことができる。燃料が節約できれば、宇宙機により多くの観測機器を搭載することができ、さらなる科学成果を得る可能性が高まる。

「そこで現在は、どのように外的影響を活用し、少ない燃料で宇宙機を制御するか、という研究を主にしています。遠く離れた宇宙空間で宇宙機をコントロールするのは、至難の技だ。前述した「はやぶさ」も、それが理由で帰還が遅れたほど。制御技術の確立は、宇宙工学の発展に欠かせない技術分野だ。もし確立できれば日本の宇宙工学は、世界を何歩もリードすることができる。先生の研究には大きな期待がかけられているといえるだろう。

### 宇宙への夢を持った人たちに会いたい

帝京大学宇都宮キャンパスでも、河村政昭先生のもと、工学系クラブ「宇宙システム研究会」の学生たちが設計・製作を行った小型人工衛星「TeikyoSat-3」が2014年2月にJAXAのH2Aロケットに相乗りして打ち上げられるなど、宇宙への挑戦に積極的な取り組みを進めている。後継機の「TeikyoSat-4」も開発が進められ、数年の内に打ち上げが予定されている。2018年より中宮先生もこのプロジェクトに参加しており、主に衛星の姿勢制御系を担当。

「これまでの仕事や研究では、月より遠くへ行く深宇宙探査の分野を手がけていました。地球を周回する衛星に本格的に携わるのは初めてなので楽しみです。それに『宇宙システム研究会』のメンバーがとても熱心なのはびっくり。休みを返上してまで作業や議論をしているほどです。宇宙への思いが熱い学生たちが揃っています。かつての自分を見ているようにだと先生。とはいえ、学部では宇宙工学を学んでいたが、卒業後はコンピュータ会社でシステムエンジニアとして数年勤務していた。しかし、幼い頃から抱き続けてきた宇宙への思いが冷めやらず、当時の住まいの近くで催されたJAXAの市民講座に行った後、アポ

イントメントを取って宇宙関係の仕事に就きたいとアピール。その結果、ISASを拠点とする総合研究大学院大学物理科学研究科で宇宙科学を専攻して博士号を取るよう勧められる。「はやぶさ」に関わったのはこの頃のことだ。

「子供の頃の夢はガンダムを作ることでした(笑)。それは叶わないにしても、宇宙にはずっと憧れていましたね。『NHKスペシャル』で放送された『アインシュタインロマン』というドキュメンタリー番組も食い入るように観ていました」。宇宙への憧れが先生を突き動かし、その後の人生を変えることとなったのだ。

「ですから、将来は宇宙関係の分野に進みたいと考えている学生に一人でも多く会いたいですね。そして、一緒に夢を語り合いたい。もちろん宇宙工学の研究は、私にとっても未知の領域への挑戦です。皆さんも夢を夢のままに終わらせずに、ぜひ挑戦してほしいですね」と先生は話してくれた。