

A man with glasses, wearing a brown corduroy jacket over a grey sweater and a light blue shirt, is smiling and gesturing towards a small, illuminated satellite component. The component is a cube-shaped satellite with various electronic components and a white cylindrical antenna on top. The background is a dark, industrial-looking hallway with pipes and doors.

「夢」は超小型衛星を活用した コミュニティ作り

中須賀真一・教授

2009年1月23日、超小型衛星「PRISM」からのファーストボイス（最初の信号）が中須賀研究室地上局に届いた。実際に宇宙で運用される衛星をゼロから開発するプロジェクトの体験は、まさに工学によるものづくりの実践だ。

サイズ20×20×40cm、重量わずか8.5kgの超小型衛星「PRISM」。そのミッションは30mの地表分解能で地球を撮影すること。キーとなったのは長さ50cmの望遠鏡の伸展ブームだ。伸展ブームは筒を小さく折り畳んだ構造で本体に内蔵。打ち上げ後、宇宙空間で伸展させた。

小型衛星が大型構造物へ

伸展ブームを含め、衛星はすべて学生の手作り。コストを抑制するため、パーツの多くは市販の民生品を活用している。当然、民生品の部品は宇宙用に開発されたものと比べ精度が低く、耐久性も弱い。中須賀研究室ではこの課題に対し、組み合わせと運用の工夫により、支障なく運用できるシステムを実現した。

中須賀真一教授のもう一つの研究テーマが「ふろしき衛星」だ。これは、小さく畳み、

宇宙空間で展開する発想から生まれたもので、大きな宇宙構造物を実現する。展開するための機構を中央に置くのではなく、膜状の構造物の隅に子衛星を取り付け、引っ張り合う形で展開。構造物の大きさにシステムの複雑さが依存しないメリットがある。

06年1月には基礎実験に成功。親衛星から3つの子衛星を射出し、マグカップ大の容器から網を展開し、一辺が14mの正三角形網状構造物を展開した。ふろしき衛星を活用した大型構造物は、薄膜の太陽電池を展開した発電衛星や、スペースデブリ（※1）の回収などに役立つと考えられる。

アポロ11号に魅せられる

中須賀教授が宇宙や工学に興味を持ち出したのは小学生のころだった。

「8歳の時でした。父からアポロ11号の大气圏突入に関する技術を聞かされたのですが、その精度の高さに驚いたことを覚えています」

宇宙船の大气圏突入は、突入角度が極めて重要になる。そこでは、わずか1.5度の誤差しか許されない。

「38万kmも離れた月から帰還するのに、それだけ高い精度

と技術を実現する工学についてもすごい。人類が月に行ったことよりも、無事に帰ってきたことの方がインパクトがありました」

飛行機や宇宙が好きだったという少年時代の中須賀教授は、自身がその分野に携わることを目指し、飛行機と宇宙を

両方学べる東京大学の航空学科（航空宇宙工学科の前身）への進学を決意した。見事東大への切符を勝ち取った中須賀青年は、卒業論文のテーマも宇宙を選んだ。しかし、大学院では機械学習による人工知能（AI）を研究テーマにする。

「壊れても修理ができない宇宙空間では、実証されていない先進的な技術は嫌われる傾向にあります。宇宙関連の研究を進めていても、すぐには宇宙で使ってもらえないのではないかとという焦りがありました」。AIであれば研究成果がそのまま社会に役立つように思えた中須賀教授は当時を振り返る。

博士課程修了後は日本IBMに就職。AIを自動化工場に応用する研究に取り組んだそうだ。「仕事は充実していた」と話す中須賀教授だが、

院生時代の指導教員から声がかかったことを機に、再び東

大で宇宙をテーマにした研究生活を開始する。戻った当初は、やはり「研究成果が世の中でどう役立つかが目に見えない」という悩みを抱えていたが、小型衛星プロジェクトが大きな転機となった。

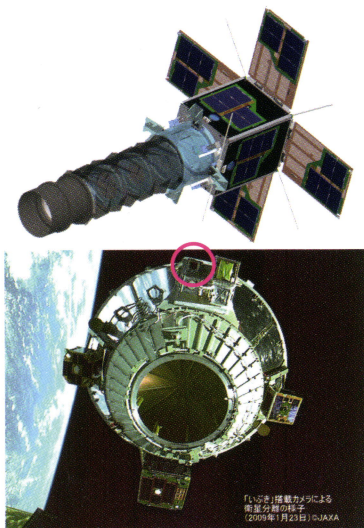
システム工学が学科の魅力

超小型衛星の分野で数々の実績を残す中須賀教授は、現在2010年の打ち上げを目指すナノ・ジャスミンプロジェクトに取り組んでいる。ナノ・ジャスミンのミッションは、恒星の写真を撮影して年周視差を観測し、三次元の星図を作ること。撮影には長時間の露光が必要で、撮影の間同じ姿勢を保つことが求められる。具体的には、1秒角（※2）の精度で8秒間の姿勢維持が必要だという。宇宙航空研究開発機構

（JAXA）が運用中の陸域観測技術衛星「だいち」と同精度の制御を、重さ20kgの超小型衛星で実現するという、途方もない課題だ。

姿勢制御の肝になるのはセンサーである。性能の良いセンサーを使うほど精度は上がるが、当然コストもかさむ。中須賀研究室ではセンサーとアルゴリズムのロジックを組み合わせ、コストを抑えたいうえで、小さくても精度の高い制御を可能にするという。各要素をブレイクダウンして統一し新たなプラットフォームを生み出すことは、システム工学の醍醐味。超小型衛星開発は、まさにシステム工学の結晶であるといえる。

小型で高性能なものを作ることに長けた日本人は、超小型衛星の分野でも世界のリーダーとなるだろう。



PRISMのCAD設計図(上)と温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」が撮影した小型衛星分離の様子(下)。枠で囲った超小型衛星がPRISM

提供 JAXA

※1 スペースデブリ：人工衛星の残骸など宇宙のゴミ ※2 1秒角：1/3600度

開発に携わった衛星を 自ら運用する幸運な日々

衛星プロジェクトは、設計に始まり、開発、打ち上げ、運用、解析に至るまでを行い完結する。現在、PRISMプロジェクトのプロジェクトマネージャーとして運用に携わっているのが、航空宇宙工学科中須賀研究室所属の清水健介さんだ。



東京大学 大学院工学系研究科
航空宇宙工学専攻 修士課程1年
中須賀研究室

清水健介さん
(しみず・けんすけ)

——航空宇宙工学科を志した理由を教えてください。

ちょうど進学振分けの時期(2003年秋)でした。JAXA(宇宙航空研究開発機構)のH-IIAロケットが打ち上げに失敗したのです。そのニュースを見ていた母に「あなたが何とかしなさいよ」と言われたのがきっかけです(笑)。

航空宇宙工学科は人気学科ですし、もともと宇宙には興味がありました。宇宙ロケットというイメージも、進学を決意する後押しになったと思います。

——学科配属後はどのような学生生活を送りましたか。

3年次では、授業と別にARLISS(※1)プロジェクトに参加しました。プロジェクトでは、着地後に目的地まで移動するローバー(小型無人車)の設計と開発をしました。その後、3年次の終わりに中須賀研究室への配属が決まったというのが

簡単な流れです。

中須賀研究室には、新人研修というものが 있습니다。これはGPS(全地球測位システム)のインターフェースや計算機などを4人1組のチームで、ゼロから製作する研修です。部品の買い出しから基盤作製など、すべてをチームでこなす必要があります。

新人研修が終わると4年次の4月からPRISMプロジェクトに配属され、そのまま修士課程に進みました。プロジェクトがありましたから、修士課程への進学に迷いはありませんでした。

——PRISMでは何を担当したのでしょうか。

プロジェクトに配属されたのはちょうどEM(※2)設計の時期でした。担当したのは伸展ブーム。豊んだものを伸ばす構造を先輩と2人で考えました。

苦心したのは、伸展ブームの

※1 ARLISS: 世界的な宇宙研究プロジェクト。手作りの衛星を高度4~5kmの高さまで打ち上げ、地上に落下する際とその後で様々なミッションを試みる

※2 EM: Engineering Model。実際に打ち上げる1つ前の段階のモデル

周囲に取り付ける遮光幕の折り畳み方です。回転しながら伸びる伸展ブームに合わせて、何度も試行錯誤を重ねました。

現在は、PRISMの運用責任者としてプロジェクトマネージャーを引き継いでいます。1日に2回、昼と夜に衛星と通信できる時間帯があるのですが、コマンドを送って衛星の状態を解析し、次の指令を考えます。いまはPRISMの姿勢を制御するフェーズです（09年3月10日現在）。

衛星プロジェクトは、開始から打ち上げまでに数年という年月がかかります。自分が設計した衛星を自ら運用できるタイミングでプロジェクトに参加できたのは幸運だったと思います。12時間おきに研究室に来て衛星と通信する生活は忙しいですが、とても充実しています。

——卒論も伸展ブームをテーマにしたのでしょうか。

卒論のテーマは衛星の熱解析です。太陽熱や機器の発熱、宇宙空間への放熱や機体の熱伝導率といった、熱に関する各種データを考慮し、衛星の温度変化をシミュレーションしました。

研究テーマとその時の開発

の課題が一致することはまれです。ですから卒論時期は大変ですけど、成果はPRISMの熱伝導試験にも使われました。

これから執筆する修士論文では、PRISMの運用にも生かせるテーマということで、「XIV（※3）の太陽電池発電量と温度から姿勢を推定する」という課題を選びました。

——航空宇宙工学科を志す学生にメッセージをお願いします。

学科の配属が決まっても、ついていくためには、まじめさが必要です。周囲が優秀なので、勉強しないとあつという間に後れてしまいます。加えて学科に入ってから、推進系（燃焼・ロケット）とシステム系（それ以外の分野）の振分けがありますので、目指す分野があるのなら、きちんと勉強しておいた方が良いでしょう。

航空宇宙工学科の魅力は扱う領域がとても広いことです。材料、空力、機体設計など、航空や衛星にかかわることすべてを取り扱い、全体を把握できる人材を育成する。これが学科のポリシーになっているため、幅広い知見を得ることができます。

幅広い視点で全体を見るか

らこそ、ものづくりも一層面白くなります。

卒業後の進路は宇宙・航空関係だけに限らず、様々な業界に就職するようです。どの業界に就いても、全体を見れる力が身に付いているので、活躍できるでしょう。

私自身、PRISMの研究開発にかかわり、本当に良い経験をしました。小型衛星はものづくりの体験として圧倒的で、就職活動中も面接や筆記試験でネタに困ることはありません。

私は現在、ゲーム業界を志望して就職活動中です。その理由は2つあります。

1つはPRISMを通して、自分はプログラミングが好きだということのはっきり分かったこと。もう1つの理由は、衛星の運用を通して、ユーザーインターフェースの大切さを実感したことです。

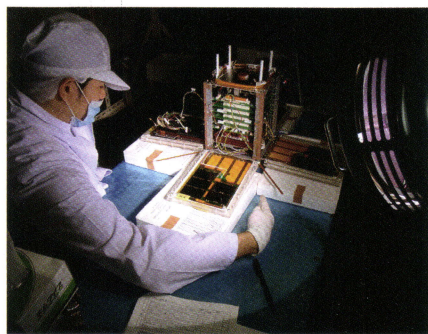
ゲームもインターフェースの設計が大事ですから、そこに携わりたいと思ったのです。ゲームプランナーではなく、プログラマーとして、プランナーの意図を実現するための方法論をクリエイティブしていきたい。世の中に自分が作ったものが残るような仕事をしたいと思っています。

ID

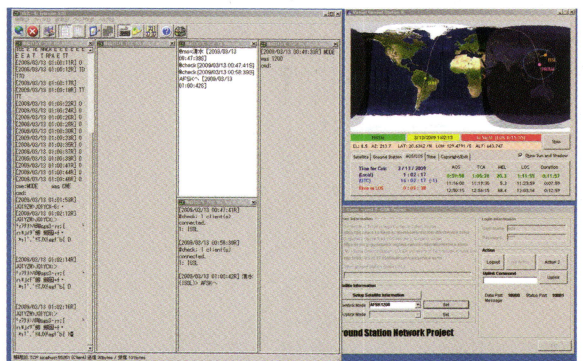
※3 XI-V (サイファイブ): 中須賀研究室がPRISM以前に打ち上げた超小型衛星

アンケートに答えていただきました

- Q ずばり！研究の面白さとは？
自分が「こんなものを作りたい」と思っている、軽微な実験や実証を通して、夢を実現することで、達成感だけでなく活動が社会に何らかの貢献していると感じることがあります。
- Q 進学振分けに向けて準備すべきことは？
現実的なのは、自分が得意な分野の成績を伸ばし、その分野の知識や経験が豊富になることです。逆に得意でない分野は、その分野の知識や経験を身につけておくことも大切です。
- Q 本郷キャンパスのお勧めスポットを教えてください
三軒茶屋の辺りにある、一軒だけ残った古い建物の「和の自然」は、自然と調和した空間で、とても癒やされる場所です。
- Q 尊敬する人は誰ですか？
2人います。お礼状を書いたことがあります。お礼状を書いたのは、その方が自分の将来の目標や夢を、自分の経験や知識を通じて、後進に伝える姿に感銘を受けました。



浅野キャンパスの武田先端知ビル内にあるクリーンルームで、小型衛星PRISMの製造に励む清水さん



PRISMのコントロールモニター。昼と夜1日2回、日本上空を通過する衛星に対して研究室からコマンドを送信する

航空宇宙工学科

航空機や宇宙機には無求められない。そこでは、流体・構造・材料・飛行・制御・推進など、様々な工学知識と、それらを統合できるバランス力が要求されます。研究者や技術者には、最先端技術を理解できる知見だけでなく、異分野の知見を統合して価値を創出する能力が求められます。航空宇宙工学科では、システム統合能力の育成を柱とするカリキュラムを提供し、確に実践することで、航空宇宙工学分野をはじめとする科学技術分野の発展に努めています。