

## ◆平成 31 年度 第 1 回 (通算第 74 回) 蔵前ゼミ 印象記◆

日時：2019 年 4 月 26 日 (金)

場所：すずかけ台 J221 講義室 & 大岡山 S223 講義室 (遠隔講義室)

### 宇宙開発の夢と現実

#### 民間企業における開発の最前線

田中 敦 (1992 機物, 1994 MS) 三菱電機(株) 鎌倉製作所 宇宙システム部 専任部長

平成の最後を飾るにふさわしい授業だった。聴講者は 200 名を超え、階段教室は満席で補助椅子が用意された。聴衆が多ければ多いほど燃えるタイプだという田中さんの言葉どおり、冒頭の動画に始まり、「一番大切なのは仲間！」という結びに至るまで、田中さんの話に引き込まれた。20 世紀半ばまで夢物語だった宇宙は、人類初の有人宇宙飛行 (ソ連, 1961) や月面着陸 (米国, 1969) などによって身近になり、21 世紀に入ってからは地球周辺の宇宙空間を積極的に利用する時代になっている。その代表例が人工衛星だ。天気予報が驚くほど正確になったのは気象衛星のお陰だが、田中さんはその開発に携わった (ひまわり 7, 8, 9 号機)。ひまわり 7 号機 (2006, 打上げ) にはシステムエンジニアとして、8 号機 (2014)・9 号機 (2016) ではサブプロジェクトマネージャーとして、多くのチームを 1 つにまとめ上げ、カラー画像の取得など世界最先端の性能を持つ静止気象衛星の開発を牽引した。この難事業をまとめ上げた立役者として週刊誌「AERA アエラ」にも登場した田中さんだが、意外にも「宇宙」との出会いは遅く、大学院進学の際の研究室配属だった。これまでに手掛けた人工衛星は 18 機 (開発中の衛星を含む)。これらの大型プロジェクトを通して思うのは「ビジョンなくして失敗は乗り越えられない」ということと「多くの人々が“One Team”として、1 つの目標に向かって協働できたときの喜びは何物にも代えがたい」ということだそう。そんな醍醐味を是非味わってみたいものだ。

好奇心に火がつき、宇宙の魅力に取りつかれたのは  
修士の時

神奈川県 (相模原市 相武台) 出身の田中さんは湘南高校から 1988 年に本学の 4 類に入学し (茅ヶ崎の自宅から通学)、2 年次で機械物理工学科に所属した。卒論では小林英男 研究室で「破壊力学」の研究を行い、大学院では「振動工学」の遠藤 満 研究室に進むことになっていた。しかし、次のようないきさつで、新しく開設された「宇宙工学分野」の研究室に配属された。

宇宙機器の開発ニーズの高まりを受けて、本学にもいち早く「機械宇宙学科」<sup>(注1)</sup>が設置された (1993 年 [平成 5], 図 1 の下)。この 1 年前に、宇宙工学の専門家<sup>(注2)</sup>が迎えられ、新しい研究室ができた。この研究室では初年度は修士学生を取らないことになっていたが、急遽 1 名だけ受入れ可となり、田中さんが配属されたのだ。

#### 天井から吊るしたアルミ板が宇宙への架け橋に

軌道を回る人工衛星は、(1) 太陽電池パネルを太陽に向けたり、(2) アンテナを地球に向けたり、(3) センサーを観測対象に向けたりする際に生じる姿勢制御力に加え、(i) 低軌道では、空気・重力・地磁気、(ii) 静止軌道では太陽風による外乱力を強く受ける。地上の構造物の場合、これらの力の影響はさほど問題にならないが、宇宙構造物の場合は軽量かつ柔軟に作られるために、姿勢制御力や外乱力によって容易に (低周波数モードの) 不都合な振動が誘起されてしまうという大きな問題を内包している。

田中さんは、この問題を解決するために、薄いアルミ板 (2.5 m×20 cm×3 mm, 重さ 4 kg) を 4 本のワイヤ (長さ 3 m) で天井から水平に吊り下げ、振動励起

用と制御用の2種類のアクチュエータ(注3)を用いて解析し、振動を効果的に制御する方法を見だし、論文にまとめた(注4)。「今となっては非常にプリミティブな研究」だそうだが、“宇宙機”(注5)の面白さを知った点では田中さんの原点だ。入学した頃は、宇宙の仕事に就くとは想像もしていなかったというから、宇宙機にとって不都合な“振動”が田中さんにとっては宇宙へといざなってくれる共鳴波になったのだ。

### 人工衛星開発の道へ

自分のやるべき仕事(キャリア)がはっきりした田中さんは、迷わず、宇宙事業を手掛けている企業に就職することにした。最初に勤めた東芝では、熱設計エンジニアとして技術試験衛星「きく7号・8号」(注6)(ETS-7&8, 図1)の開発に関わった。

宇宙機(地球周回衛星, 静止衛星, 惑星探査衛星など)は、バス部(本体部: 構造系・熱制御系・姿勢制御系・推進系・通信系・電源系・データ処理系)とミッション部(観測機器)からなる。従って、宇宙機を設計・製作するには、多岐にわた

る専門技術とそれらを統合・管理するシステム工学とマンパワーの高度なマネジメントが必要になる。中でも温度を一定範囲に保つための熱制御系は、構造物や搭載機器を正常に作動させ、宇宙機の寿命を延ばすために極めて重要だ。田中さんは、宇宙機の全システムの総合的理解に加え、宇宙空間での熱収支(注7)に関する理解が必要な熱設計を通して、宇宙機の設計・開発に習熟していった。

### 三菱電機にスカウトされ、世界に誇れる気象衛星「ひまわり」を開発

#### 現在は次世代衛星(技術試験衛星 ETS 9号)(注6)を開発中

上記の技術試験衛星8号(ETS-VIII, きく8号)の開発を進めていた時に、ひまわり7号の開発メンバーに入ってほしいと三菱電機から誘いがあり、会社を変わることにした(2001)。

田中さんはこれまでに、東芝時代に2機、三菱電機に移ってから16機、合わせて18機(開発中の衛星を含む)の人工衛星の開発に関わってきた(図1)。

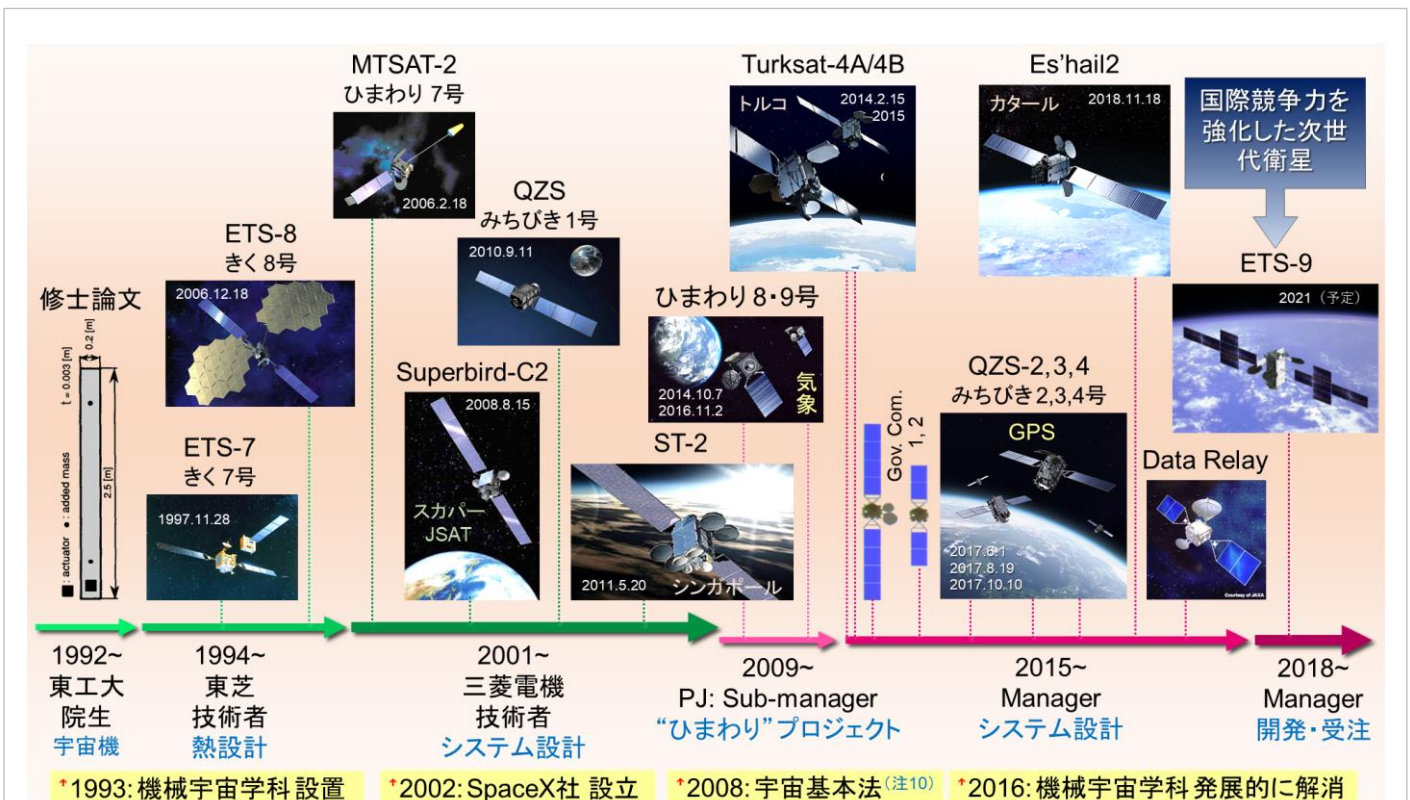


図1. 田中さんの人工衛星キャリア (人工衛星のCG画像は、JAXA及び三菱電機のWebサイトから転載)。

3機目を手掛けていた時(32歳の頃)に、ボーイング社の技術者と一緒に仕事をし、その人が「オレはこれまでに20機の人工衛星を宇宙に送り出してきた」というのを聞いて、「さすがボーイング!すごいな」と驚嘆したが、それから約20年、彼と同じ年代(50歳)になってみると、田中さんもほぼ同じ数をこなしており、「日本も捨てたものじゃないな」と思えるそうだ。

ここまで書いたところで大きなニュースが飛び込んできた。日本でも民間企業が独力で、小型ロケットの開発と打ち上げに成功したというのだ。このベンチャー企業の設立者は投資家のホリエモン(堀江貴文)で、社長は本学出身の稲川貴大だ。今後急速に広がると予測されている小型衛星打ち上げ市場を席捲(せっけん)して欲しいものだ。火星に人を送る計画を民間の力だけで進めているSpaceX社(PayPalで成功したイーロン・マスクが2002年に設立)の取り組みに感動さえ覚えるという田中さんならば、この快挙にも“ウルルとした”に違いない。

号外

2019年5月4日(早朝)5:45

インターステラテクノロジズ社

(IST: Interstellar Technologies Inc.)

小型ロケット「モモ MOMO」3号の打ち上げに成功

民間単独で国内初

社長: 稲川貴大, 東工大出身の32歳



もも3号(Φ50cm × 9.9m, 1.15t)の打上げの瞬間  
北海道大樹町の射場にて  
最高到達高度: 113.4km

三菱電機を代表して

AERAの連載「ニッポンの課長」に

さて本題に戻って、田中さんの一番印象に残っている気象衛星「ひまわり7~9号」の開発を振り返ってみよう。7号では、エンジニアとしてシステム設計を担当し、8号・9号ではサブプロジェクトマネージャーとしてプロジェクトを推進した。プロジェクトマネジメントは初めての経験だったが、それまでの人生で「一番楽しかった」そうだ。気象衛星といえば国民生活に密着しており、誇りを持って仕事ができる。

気象衛星ひまわりの開発を経てシステム技術課の課長になった。課長というと、世間一般には“板挟みになる気の毒な中間管理職”というイメージが強いが、それは大きな間違いだそうだ。会社の事業戦略や開発戦略を決める最初のポジション、それが課長職にほかならないゆえ、非常に面白くやりがいのあるポジションだとのことだった。会社の将来を決めるような波が自分の周りから、大きなうねりとなって社内に広がっていくと考えれば確かに魅力的で、頑張りがいがある。週刊誌「AERA」で好評を博している連載『ニッポンの課長』に田中さんが載ったのも納得だ(注8)。赤道上空約35,800kmを地球の自転と同じ速さで動いている静止衛星ひまわり8号・9号からは、田中さんの『課長賛歌』が聞こえてきそうだ。

#### 開発途上の最先端センサーを世界に先駆けて採用

田中さんがサブプロジェクトマネージャーを務めた「ひまわり8号・9号」の開発は、機能面で挑戦的で世界の注目を集めていた。世界最高性能の観測用センサーを搭載することによって、画質を飛躍的に向上(従来の白黒からカラーへ、さらに解像度を2倍アップ)させるとともに、スキャンスピードを3倍に上げて、わずか10分ごとに1枚の割合で、地球全体の写真を取得できるようにするという世界に前例のない試みだったからだ(図2)。



		ひまわり7号	ひまわり8号
画像の種類	可視光	1	3
	近赤外線	0	3
	赤外線	4	10
	合計	5	16
解像度	可視: 1 km		可視: 0.5~1 km
	赤外: 4 km		赤外: 1~2 km
		約2倍	
見えている地球面の全体をスキャンするのに要する時間	30分		10分
		約1/3	

図 2. ひまわり 7 号とその後継機ひまわり 8 号の性能比較。赤道の上空 約 3.6 万 km で日本がよく見渡せる地点に留まって、8 号の場合はそこから見える地球全体を 10 分でスキャンしてカラーの全球画像を作ることができる(右下の白矢印がスキャンの方向)。さらに日本の領域だけを集中的に撮影しながら、特定の領域をスポットで撮影することもできるので、時々刻々と変化する台風や積乱雲を追いかけて、精度の高い防災情報を得ることができる。図は下記 Web サイトを参考に作成：  
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/society/space/himawari/>。

世界最高性能のセンサーは、米国の次期気象衛星用に開発されていたセンサー (ABI, Advanced Baseline Imager) を日本の「ひまわり 8 号・9 号」向けに改良したもの (AHI, Advanced Himawari Imager) だが、製造は AHI (ひまわり 8 号用) が ABI (米国の気象衛星用) より先行して行われた。実際に製造が進むと、様々な予想外のトラブルが続出した。待機運用中のひまわり 6 号の運用寿命が 2015 年に尽きるゆえ、AHI 搭載型の新型 8 号機はどうしても 2014 年内に打ち上げなければならなかった (6 号・7 号の 2 機体制から 7 号・8 号の 2 機体制への移行が必要だった)。最後の 1 年は「連休も正月もなく、不眠不休」だったそうだ。

## 顧客への衛星の引き渡しは 軌道上での正常動作を確認してから

田中さんたちは、何とか“時間との戦い”を制し、図 3C に示すような複雑なプロセスを経て、最新型センサー (図 3A) を衛星の本体部 (DS2000, 図 3B) に組み込んだ「ひまわり 8 号」を完成させ、2014 年 10 月 7 日の打上にこぎつけた。しかし、これで田中さんたちの仕事が終わるわけではない。

人工衛星は、打ち上げ直後は楕円軌道を描いているが、これを (約 1 週間かけ、搭載燃料 3 トンのうちの 2 トンを使って) 円軌道に修正し、地球の自転とピッタリ同じ速度にすることにより静止衛星にしなければならない。さらに、搭載機器が打ち上げの衝撃や過酷な宇宙環境にも耐えて設計どおりに機能することを確認してはじめて、顧客に引き渡される。不具合があれば、その程度に応じて数億円~数十億円も減額されるというから厳しい世界だ。もちろん保険でカバーしてもらうことになるが、事故が多いと保険の掛け金が高くなる。幸い、三菱電機の DS2000 を基本形にした人工衛星は、無事故を誇っている (保険率は世界最低)。田中さんの見立てによれば、日本の宇宙機技術は世界的には 4・5 番目位 (米・欧・ロ・日・中) だが、「信頼性ではどこにも負けない」と言っている。

ひまわり 8 号・9 号の開発物語に関しては、磯部 昌徳 (プロジェクトマネージャー) 及び田中 敦 (サブプロジェクトマネージャー)・坂本 武 (営業担当) のインタビュー記事があるので下記サイトを参照されたい。

[http://www.mitsubishielectric.co.jp/me/dspace/column/c1409\\_1.html](http://www.mitsubishielectric.co.jp/me/dspace/column/c1409_1.html)

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/saivo/graduates/work/project/07/index.html>

## 宇宙機の仕事 System engineering (SE) と Career の視点で見る

### SE の視点でみる仕事

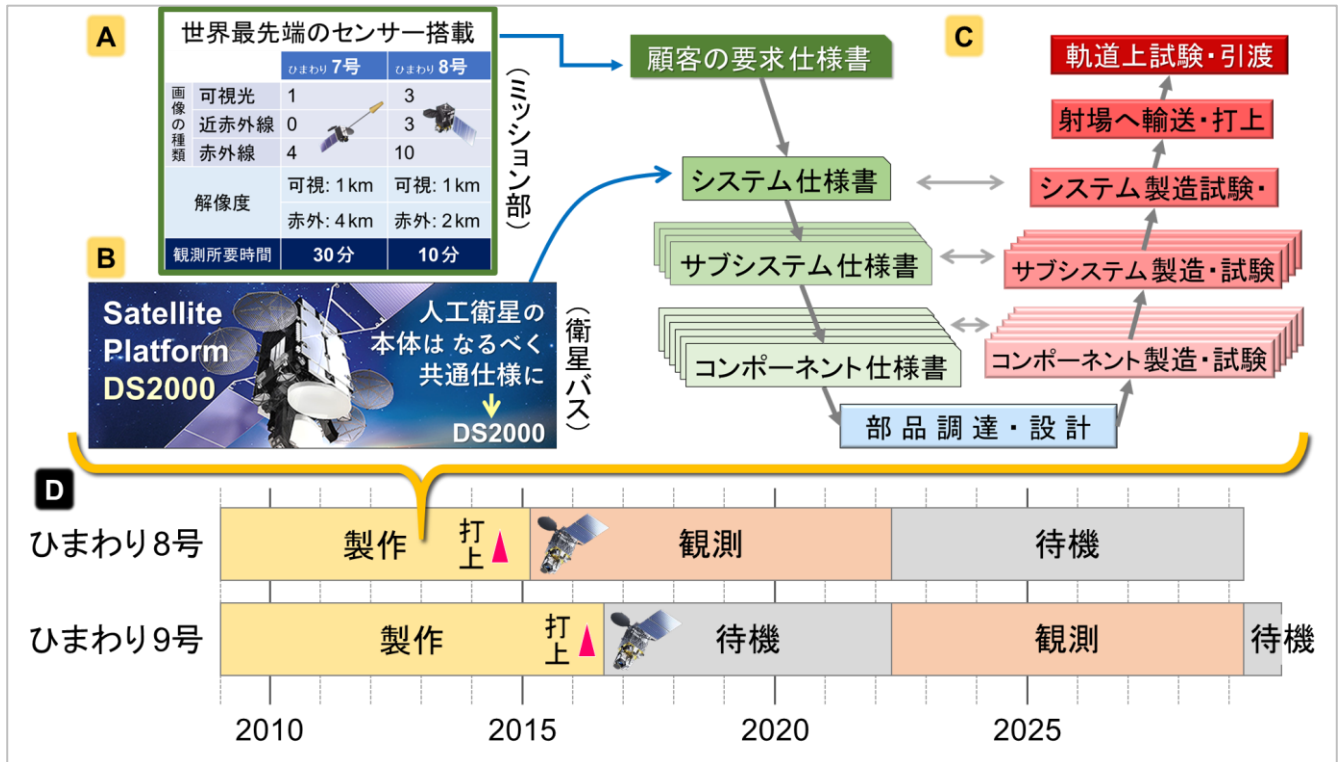


図 3. 人工衛星の受注から設計・製造・軌道上試験を経て、引き渡しまで。(A)ミッション：世界最新の観測性能の実現〔カラー画像、2 倍の解像度、3 倍のスキャン速度〕、(B)三菱電機の人工衛星の標準形 DS2000。ひまわり 8 号・9 号では、信頼性が世界から高く評価されている標準型の衛星プラットフォーム DS2000 を採用し、基本設計はほぼ同じとなっている。(C)人工衛星の開発プロセス：システムエンジニアリングの流れを示す V チャート、及び(D)気象観測衛星ひまわり 8 号・9 号の運用計画。

システム エンジニアリング (SE) の視点で見ると人工衛星を開発・製造する仕事は、大まかに図 3C のように整理できるそうだ。それぞれのプロセス

に関わるエンジニアがいるわけだが、次のような適性が求められるので参考にして欲しいとのことだった (表 1)。

表 1. システム エンジニアリングの階層構造(図 3C 参照)と人材の適性

業務の区分	業務内容	求められるスキル	タイプ
プロジェクトマネジメント	・最も顧客に近い技術者 ・コスト/工期に敏感で、QCD*のバランスで判断	・コミュニケーション力 ・超リーダシップ ・判断力と決断力 ・業界知識と経験	社交的
システム設計	・顧客の仕様に合わせて設計 ・衛星ごとにアーキテクチャが異なる	・コミュニケーション力 ・リーダシップ ・広範な専門知識 ・バランス力(全体最適化)	ジェネラリスト型
サブシステム設計	・システム仕様に合わせて設計 ・衛星ごとに設計が変わらないよう極力共通化	・特定分野の深い専門知識 ・部分最適化能力(サブシステムとしての最適化)	スペシャリスト型
コンポーネント設計	・サブシステムの仕様に則り設計 ・メニュー化することにより標準化を図る	・特定分野の非常に深い専門知識 ・機構設計力(ジェネラル)(機械)	コツコツ型

\*QCD: quality, cost, delivery (品質, 価格, 納期)

## Careerの視点でみる仕事

キャリアの視点から大切なことは、(ベンチャー企業は別にして) 大企業の場合は、社長・部長等にキャリアアップする道以外の道も用意されているので、技術だけを追求してエンジニアリング・スペシャリスト→エンジニアリング・マネージャ→統括エンジニアリング・マネージャというように技術者の道を究めることもできるという点だ<sup>(注9)</sup>。もちろん会社で働くからには、部長→事業本部長→社長に通じる道を歩みたいと思う人も少なくないだろう。その場合は、(1) どの部門が稼ぎ頭で社長をたくさん出しているかという分析や(2) 自分のやりたいことを多少犠牲にしても、所属部署の仕事に一生懸命取り組む覚悟が必要だそう。

## 田中さんからのメッセージ

### 就活は人生を見つめ直し、自分と対話するチャンス

最終的に問題になるのは、自分の仕事に誇りを持てるかどうかだ。“夢”に向かって仕事をしている人は強いそうだ。夢は心の奥底から自然に湧き出てくるものだから、たくさん刺激を受けなければ、浮かび上がってこない。多くの経験と思索を積んで初めて形作られるのが田中さんのいう夢なのだ。しかし、就活を目前にして時間に余裕がない人は、(1) 実現したいこと、(2) 備えたい人間性、(3) 手に入れたいもの、(4) 社会に与えたい影響などの要素に分解して考えると自分の夢が描きやすいそうだ。

夢は自分の人生の強力な推進力(driving force)になるが、他人を説得するには弱い。リーダーシップを発揮するには、夢を“ビジョン”にまで高めなければならない。人を惹きつけるのがビジョンであり、これがないと大きな壁や失敗を乗り越えられないからだ。

採用面接では、「昔から宇宙に憧れていました」とアピールする人が多いが、それよりは“会社で何を実現したいのか”を訴えるべきだ。仕事は夢を実現するための手段なので、人工衛星を作りたい

ならばメーカーに、国家の宇宙戦略を考えたいならば JAXA (宇宙航空研究開発機構) にいくべきだろう。世界最先端の宇宙機開発をしたいならば米国に渡るのが一番だが、米国で育っていないという弱点をひっくり返すだけの“売り”が必要だ。それがないなら、今からでも遅くないので、売りを作るべく努力しなければならない。難しいことを言えばきりがないが、要は、「働くスタイルはいくらでもある；自分らしい生き方を見つけよう」というのが田中さんの伝えたかったことだ。

### 仲間あつての仕事

結びのスライドはこうだった || 一番大切なのは仲間！三菱電機の仲間には留まらず、お客様、サプライヤー、みんながこの仕事を成功させたいと思う気持ちによって挑戦を続けられる。『ONE TEAM』

(注1) 機械宇宙学科は、2016年の改組により、工学院機械系に統合され、現在は見えにくくなっているが、学科のミッションは引き継がれている。最近では、本学学生の2チームが、米国(ネバダ州ブラックロック砂漠)で開催された超小型人工衛星(350-ml 缶サイズの CanSat)の大気圏内打ち上げ実証実験(ARLISS, a rocket launch for international student satellites, 2018.9.10~13)に参加し、ミッションコンペティション部門で、Best Mission Awardの1位・2位という実績を上げている。さらに、本学を中心に「新宇宙産業を創出するスマート宇宙機器・システムの研究開発拠点」が運営されているニュースを聞くと、田中さんは母校をとっても誇りに思うそうだ。

◆(以下は旧機械宇宙学科のWebページからの引用)：人類は今その活動の場を地球上だけでなく、広汎な宇宙全体に広げようとしています。このような「宇宙時代」を迎えるとき、エンジニアには従来の地球上に限定された技術の枠を乗り越え、極限的な環境にも対応できる技術開発を行う能力と宇宙的なグローバルシステムの中で技術を思考する能力が要求されています。| 例えば、宇宙ロケット、人工衛星、探査ロボット、宇宙往還機などの最新システムの開発においては、極限的環境に対応するための材料、構造、熱、流体等の先端的要素技術が要求され、さらにはそれらを高い次元で



## 打ち上げ

1999～	2003.6.30	2006.2.22	2008.4.28	2014.11.6	2019.1.18	
						
<b>CanSat</b>	<b>CUTE-I</b>	<b>Cute-1.7 + APD</b>	<b>Cute-1.7 + APD II</b>	<b>TSUBAME</b>	<b>DLAS</b>	<b>OrigamiSat-1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・350-ml 缶サイズの超小型人工衛星模擬モデル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・世界初の立方体超小型衛星 (10cm 四方)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3kg 級</li> <li>・PDA (スマホのはしり) 搭載 + 理学観測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3kg 級</li> <li>・世界初の科学データ収集</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・50kg 級</li> <li>・CMGによる3軸姿勢制御</li> <li>・超小型カメラによる高分解能撮像</li> <li>・硬X線偏光計によるγ線バーストの偏光観測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・世界初の宇宙での深層学習画像認識実験</li> <li>・民生品で作った姿勢制御装置の宇宙動作実証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・太陽電池やアンテナなどのデバイスが載せられた膜構造物 (1×1 m) を軌道上で展開する技術実証</li> </ul>

図 4. 東工大における小型衛星開発の歴史。略号: Sat: satellite, CUTE: cubical Titech engineering satellite, APD: avalanche photodiode, PDA: personal digital assistant, TSUBAME: 本学のシンボル「ツバメ」に由来, CMG: control moment gyroscope, DLAS: deep learning attitude sensor.

バランス良く統合して制御するシステム技術が必要とされます。 | 機械宇宙学科においては、宇宙に象徴される極限環境下において要求される高度な先端機械工学の基礎的素養を教授すると同時に、あらゆる知識を総合し具体的な「もの」を作り上げる創造的システム開発能力、さらに指導力・企画力・国際性などを兼ね備えた指導的なエンジニアの育成を目的としています。◆東工大に於ける人工衛星の開発史 (超小型人工衛星で宇宙産業を切り拓く一宇宙への想いを繋ぐ学生と研究者—

[https://www.titech.ac.jp/research/stories/space\\_and\\_satellite.html](https://www.titech.ac.jp/research/stories/space_and_satellite.html)) : 図 4 参照。

(注2) 狼 嘉彰 (おおかみ よしあき; 1963 早大 応物卒, 東工大を経て, 科学技術庁 航空宇宙技術研究所 主任研究官, 1992~1999 東工大教授) & 松永三郎 (1986 名大 航空学科卒, 東大, 宇宙研を経て, 1992 東工大助手, 1999 助教授, 2011 宇宙研教授, 2015~東工大教授)。

(注3) Actuator: a mechanical device for moving or controlling something. 入力されたエネルギーやコンピュータの電気信号を物理的運動に変換する駆動装置。

(注4) 狼 嘉彰, 松永三郎, 田中 敦, 「バングバング・アクチュエータによる柔軟構造物の振動制御について」(第1報, 柔軟はりモデルを用いた数値シミュレーションによる基本特性の評価), 日本機械学会論文集 (C編) 60 巻 571 号, p. 818–823, 1994 年 ◆ 田中 敦, 狼 嘉彰, 松永三郎, 神谷英行, 「バングバング制御による柔軟構造物の振動制御について」(第2報, 制御手法の特徴とシミュレーション/実験による検証), 日本機械学会論文集 (C編) 60 巻 580 号, p. 4049–4056, 1994 年。

(注5) 宇宙機: 宇宙開発には (1) 輸送機と (2) 宇宙機が必要で, 輸送機としてはロケット, 宇宙機としては人工衛星・往還機・宇宙ステーションがある。

(注6) 技術試験衛星 (ETS: Engineering Test Satellite) は, “きく” と命名され, これまでに 8 機が製作されているが, 田中さんは “きく 7 号” (ETS-VII) と 8 号 (ETS-VIII) の開発に関わった。きく 7 号 (1997.11.18 ~ 2002.10.30) は「おりひめ」と「ひこぼし」と呼ばれる 2 つの部分からなり, 1998 年の七夕の日にランデブー ドッキング実験が行われた。きく 8 号

(2006.12.18~2017.1.10) は、携帯電話やモバイル機器など通信需要の増大に対応するためのもので、つい最近まで約 10 年間にわたって運用されたが、姿勢・軌道制御に使用する燃料が底をついたために、他の静止衛星に影響がないよう静止軌道から離脱・運用停止となった。◆現在進行中の ETS-9 プロジェクトでは、2020 年代に国際競争力ある通信衛星システムを実現することを目的に、(1) ブロードバンド環境の世界的な普及拡大に対応するべく、搭載している通信機器への供給電力を増大させ、(2) それに伴い機器から発生する大量の熱を排出することを可能にするとともに、(3) 軽量化・低コスト化の要となる全電化衛星技術などの開発が行われている。

(注7) 宇宙機とその搭載機器は、太陽光直射・地球アルベド・地球赤外放射により過熱される一方、 $-270^{\circ}\text{C}$ の宇宙空間への輻射伝熱により冷却される(下図5)。宇宙空間軌道上における熱入力及び宇宙空間への輻射熱伝達係数は、太陽-地球-宇宙機の位置関係に依存する。

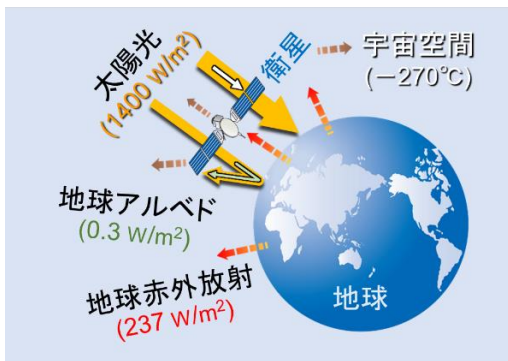


図 5. 軌道上の宇宙機の外部熱環境

(注8) AERA 連載企画【ニッポンの課長】三菱電機「ひとつになって、飛べ」、三菱電機 鎌倉製作所 宇宙システム 第二部 システム技術第二課長 田中 敦 (46), 朝日新聞出版, 2015 年 4 月 27 日号。  
<https://dot.asahi.com/aera/2015080700015.html>

(注9) 技術者としての道を究めることも、社長に通じる道を歩むこともできる。仕事に誇りさえ持てれば、どちらも立派な人生だ。技術者の職階 (career path) を示した田中さんのスライドを引用しておく:

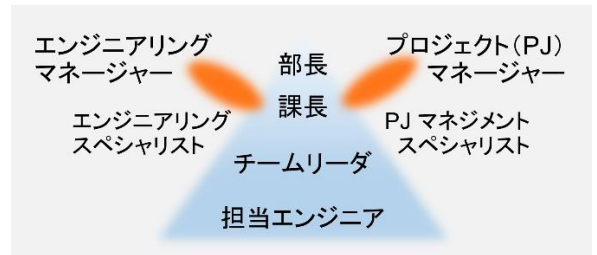


図 6 エンジニアのキャリアパス

(注10) 宇宙基本法 (平成 20 年法律第 43 号) 第 5 条: [人類社会の発展] 宇宙開発利用は、宇宙に係る知識の集積が人類にとっての知的資産であることにかんがみ、先端的な宇宙開発利用の推進及び宇宙科学の振興等により、人類の宇宙への夢の実現及び人類社会の発展に資するよう行われなければならない。

(東京工業大学 博物館 資史料館部門 特命教授 広瀬茂久)