第 29 号

平成 27 年

航空宇宙会だより

発行：航空宇宙会
東京大学工学部航空宇宙工学科内
〒113-8656　東京都文京区本郷 7－3－1
TEL：
FAX：
E-mail：
http://www.aerospace.t.u-tokyo.ac.jp/alumni/index.html
平成 27 年 4 月 1 日

巻頭言

ご挨拶

航空宇宙会会長　松尾弘毅（昭和 37/3．航空学専修）

このたび会長をお引き受けすることになりました。加藤前会長は就任のご挨拶の中で、「会の活動に参加すれば、斯界の権威、大物、血気盛んな若者たちと予約なしで会える」ことをメリットとして挙げておられます。私も同感です。ただ、若者たちはどこかで血気に逸っているのでしょうか、会の周辺では見かけないのが残念です。

さて、私がなってみたかったのは、潜水艦の艦長、オーケストラの指揮者、それにある時期から、宇宙飛行の地上管制官でした。

艦長は、帽子を後ろ前にかぶって潜望鏡をのぞく姿が何とも格好よく、余談ですが、先般ウィーンの国立墓地で、あの「眼下の敵」のクルト・ユルゲンスの墓を見つけ、手厚く管理されていたので安心しました。いったい誰のことだと思われる方は、それで結構です。指揮者は、あれほど如何に気障に振舞っても許される商売もないでしょう。私の気障心を揺さぶります。ただし今でしたら、指揮台への上り下りにも気をつけなければならないでしょうが・・。

３番目については、映画「アポロ１３号」で私が最も感情移入するのは、必死の飛行士ではなく、トラブルの修復に知恵を振り絞る地上管制官だということです。さらに余談ですが、惑星間飛行のレジェンドともいうべきエド・ストーン元 JPL 所長に、映画で管制官を演じたエド・ハリスに似ているとの私の finding を伝えたところ、満更でもないご様子でした。そもそもに立ちかえって、この項もう少し続けます。

LD-２ という計画があったのをご存知でしょうか。ご承知のように、宇宙科学研究所の M ロケットには当初から直径に１．４m の制約が課せられていました。糸川先生も、これほど長きにわたってこの制約が宇宙研を律することになろうとは思っておられなかったでしょうが （解除されたのは実に１９８８年)、早々と直径２m のロケットの構想を抱いていらしたようです。

そしてこのロケットでの火星・金星への飛行の可能性について検討するようにと、ご下問を受けたのが私でした。これが、私が惑星間飛行に興味を抱いたキッカケです。同様の関心をお持ちの方は他にもいらしたでしょうが、自らの手で実現できる可能性のある人間がこれに惹かれたことは、大いに意味がありました。

我が国で最初に実現した惑星間飛行は、１９８５年から８６年にかけてのハレー彗星探査でした。長年騒いできた私にとっては大変不本意なことに、提唱者は秋葉教授でした。私は、当時の M ロケットの能力では無理だと悲観的で、同彗星の７６年ぶりの回帰を好機と把えられませんでした。どうも「為せば成る」の精神は、私に最も欠けているもののひとつのようです。

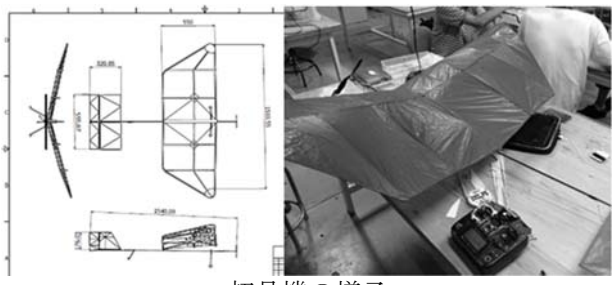
飛行は成功で、我が国の惑星間飛行の技術的基盤を確立しました。上杉君、川口君をはじめとするチーム全員の功績です。私自身は、この探査機を打ち上げるロケットの開発に忙しく、上に述べた技術的基盤を確立するための場を設えるのに大いに尽力したという、役どころに留まりました。

この延長上に小惑星探査機「はやぶさ」があります。現役として、管制官の役柄で参加できていれば、やりがいの宝庫だったと思いますが、実際は宇宙開発委員として心配しているだけでした。ただ、そうなったからといって、川口君の場合のように劇的な結果が得られたかどうかは極めて疑問です。世の中には腕の違いというのもあります。

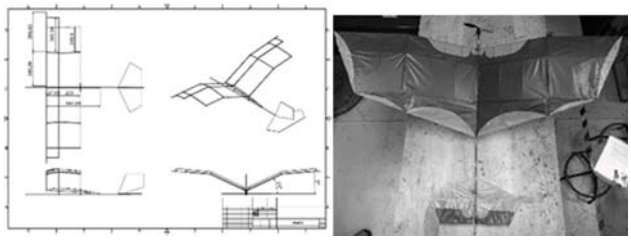
要するに、なりたかったものには何もなれなかったわけですが、「はやぶさ２」をはじめとする今後の太陽系探査については大いに注目しています。宇宙開発を最も魅力的にしているのは探査であるというのが、あまり発言のバランスなどに気を使う必要のなくなった私の、私見だからです。

✈✈✈

✈✈✈



初号機の様子



本番機の様子

学期の活動が終り、試作の飛行機ができたところで、大会に向けて新しい機体製作に取り掛かりました。初号機は、上反角が小さかったために大きく旋回しなくてはならないという問題点があったため、二号機では思い切って 30° の上半角をつけるようにして設計してみました。その結果、旋回半径を小さくすることには成功しましたが、上反角効果が効きすぎたために、少し制御しづらい機体になってしまいました。

2 号機で大きくした上半角効果を打ち消すように、3 号機、本番機ではガルウイング翼を採用することにしました。BATMAN という名前だったので、蝙蝠のようなデザインも意識していたというのもあります。製作は順調に進んでいたのですが、本番用の機体で予想できていなかった問題が生じました。主翼をガルウイングにしたため、一本で長くとれる従来の桁に比べて構造的に弱くなってしまい、飛行時に容易にねじれ変形してしまう機体になってしまいました。この時は流石に班員に厳しいムードが漂い始め、製作の疲労がたまる中、本番機の作り直しすら考える状況でした。これを他のチームに相談したところ、補強部材の追加を提案されたので、藁にもすがる思いで補強したところ、かなりの剛性を得られたため、そのままでいこうという決断をしました。補強材の分の重量増加はバッテリー容量を削減し軽量化してカバーしました。

僕は東大の BATMAN チームのリーダーをやっていましたが、パイロットは同じく航空宇宙工学科の阪口が務めていました。当日は僕が操作するわけでもないのですが、パイロット並に緊張してしまいました。僕の心配をよそにパイロットは練習以上のパフォーマンスを発揮し、悠々と一位通過を決めました。他の大学から出場している機体を見ると、空力性能や操縦にこだわったものも多く、僕らとは目の付け所が違うなと感じました。風洞実験や CFD を使った考察をしているチームもいて驚きでした。

二日目は本戦ということもあり、ほぼすべての機体が全ミッションをミスすることなくこなすレベルの高い争いとなり、最終的な順位は飛行時間、物資投下の精度などで決まる展開になりました。しかし、パイロットは本戦でも練習以上の成果を出してくれたので離陸、ミッション、着陸すべてにおいてパーフェクトに近いスコアで優勝することができました。

正直プロジェクト最初の頃はチームで優勝できるとはあまり思っていませんでしたが、無事、最高の成果を上げられたと思います。講義や休み中の活動を通して、模型飛行機の製作技術だけでなく、プロジェクトのマネジメントに関する技術も身についたかと思います。このプロジェクトを行うに当たり、色々と手伝っていただいた、東大バイリンガルキャンパスの三木さん、金川さん、鈴木土屋研究室の方々、協賛いただいた Boeing に感謝しております。様々なサポートありがとうございました。

✈✈✈

共催により２０１０年度に引き続き第２回目となる「航空と環境ワークショップ」を東京大学福武ホールにて開催しました。今回は、航空管制の将来と、次世代航空機燃料をテーマとし、米国から、ボーイング社の他、ＦＡＡ、ＤＯＤ、ランザテック社からの発表があり、日本側からの航空局、エネルギー庁、電子航法研究所、全日空、ＪＡＬ、ＪＡＸＡによる発表とともに活発な議論が行われました。次世代航空機燃料に関しては、当講座は「次世代航空機燃料イニシアティブ」（ＩＮＡＦ）の事務局を務め、航空、エネルギー、プラント、商社等の幅広い分野の３７組織および政府関係等８組織により、カーボンニュートラルな航空の成長とともに、東京オリンピック・パラリンピック開催年の２０２０年における次世代航空機燃料の供給を目指して、サプライチェーン確立に向けたロードマップ策定を行っており、ボーイング社とのワークショップのテーマにも選ばれました。

教育分野では、「航空技術、産業、政策特論」という航空分野を俯瞰できる大学院講義を設立当初より実施し、その内容をまとめた教科書「現代航空論：技術から産業・政策まで」を東大出版会から上梓しました。その講義においては、航空産業のビジネスシミュレーションに「交渉学」の演習も取り入れ、実践的な演習として学生からも高い評価を得ています。国際的な視野を強化するためは、ボーイングジャパン、エアバスジャパンの協力のもと、工学部共通のゼミを毎年開講し、インターネットによる海外からの講義を交え、プロジェクト方式による少人数教育を実施しています。特に、ボーイング社からは Boeing Higher Education Program の認定を受け、教育活動への寄付により「プロジェクト・ベースト・ラーニング」、「社会体験学習」、「アウトリーチ活動」を実施し、夏休みを利用して２０１３年には米国シアトルへ、２０１４年にはフランスのパリ、ツールーズへ、航空機産業、大学、研究機関の学生見学旅行も実施しました。こうした、「分野横断」、「産学連携」、「国際連携」による航空分野の３元的教育が評価され、２０１３年には、公益社団法人日本工学教育協による「工学教育賞」を受賞しました。

熾烈な国際競争に向けて、産学官の連携による人材育成はさらに重要になります。本学科・専攻の卒業生の皆様には更なるご支援、ご協力をお願いいたします。総括寄付講座は東大総長室の総括プロジェクト機構に所属しますが、研究室は工学部７号館に設置されています。お気軽にお立ち寄りください。

（鈴木真二記：昭和５２年航卒）

１）航空イノベーション総括寄付講座ＨＰ、
http://aviation.u-tokyo.ac.jp/
２）次世代航空機燃料イニシアティブＨＰ、
http://inaf-japan.tumblr.com/
３）東大 Boeing Higher Education Program　ＨＰ，
http://www.t.u-tokyo.ac.jp/epage/topics/2013/2013040901.html

２０１４年１１月に開催された東大・ボーイング共催による「航空と環境ワークショップ」

✈✈✈

という至近距離を 5~10km/s という非常に早い速度でフライバイ（通過）させるのですが、その際に、望遠鏡視野を高速で流れていく小惑星の方向を、機上の画像フィードバック制御により望遠鏡の視線を振ることで追尾し、最接近時に小惑星の高分解能画像を取得することを狙っています。相対速度を相殺して接近するランデブ探査とはまた違った難しさがあります。小惑星の至近距離を高速で通過させるというのは非常にリスクの高い運用になりますが、低コストな探査機という特長を生かし、敢えてリスクを冒して野心的なミッションに挑戦しています。

数 100kg を越えるサイズが一般的な深宇宙探査の世界では、推進系を搭載し小惑星まで航行するような本格的な機能を備えた深宇宙探査機を PROCYON のように 50kg 級という極めて小さなサイズで実現するのは画期的なことです。何十年も前の惑星探査黎明期の、非常に限定された機能の探査機を除いては、世界最小の深宇宙探査機と言えるのではないかと思います。

非常に短い開発期間も、PROCYON の大きな特長の一つです。はやぶさ 2 との相乗り打ち上げが公募されたのが 2013 年の 4 月。東大と ISAS の共同ミッションとして PROCYON を提案し、正式に打ち上げが決定して開発がスタートしたのが 2013 年の 9 月。探査機をロケットへ引き渡す期日が 2014 年 11 月上旬。超小型とは言え、50kg 級の衛星を開発するためには通常は 2〜3 年かかるところ、PROCYON は、実質的に 1 年 2 ヶ月で開発を行う必要がありました。

このような深宇宙探査機の超小型化、そして超短期開発が可能になった背景には、地球周回の超小型衛星技術の発展があります。

2003 年 6 月 30 日、本専攻の学生が手作りした世界最小の 1kg 衛星 CubeSat XI-IV（サイ・フォー）がロシアのロケットで打ちあがったのが、日本の超小型衛星開発の始まりです。当時の超小型衛星開発の大きな目的の一つは、学生の宇宙工学教育でした。自分たちでミッションを考えて、衛星の設計・製作・試験を行い、実際に打ち上げて運用するという、宇宙ミッションのサイクル全体を経験するには、1kg の衛星というのは非常に適した規模です。また、チームを組んでヒト・モノ・カネの管理をするプロジェクトマネージメントの実践的な教育としても、超小型衛星開発はとてもよい題材です。実際に、超小型衛星プロジェクトを経験した学生が、卒業して宇宙開発業界で即戦力として活躍する姿が、JAXA や重工・電機メーカー等でよく見られるようになってきています。

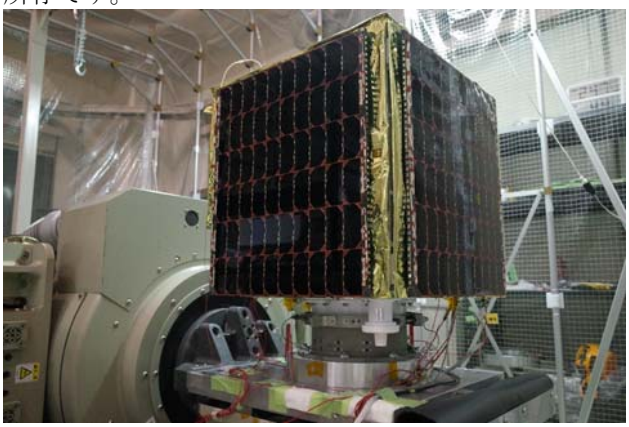
その後、当初は教育が大きな目的であった超小型衛星も、”スケールアップ”しながら技術的に進化を重ねるなかで、実用的な役割を果たすようになってきました。2010 年に開始した内閣府の最先端研究開発支援プログラム「日本発の「ほどよし信頼性工学」を導入した超小型衛星による新しい宇宙開発・利用パラダイムの構築」では、本専攻の中須賀教授を中心として、実用的な性能を持ちつつ適度な信頼性を保ち、コストは低く抑えた超小型衛星技術の研究開発が行われ、50kg 級の衛星で 10m 以下の地上分解能の写真が撮れる技術レベルにまで達しています。また、その過程で、超小型衛星用の低コストなバス機器のラインナップもできあがっており、それを用いた複数の超小型衛星の打ち上げ・運用に成功しています。

このような超小型衛星の実用化の成果によって、超小型の深宇宙探査機を低コスト・短期間に開発することも現実的になってきました。地球周回の衛星と深宇宙探査機では、機能として共通な部分が大きいので、PROCYON のバスのほとんど（例えば、太陽電池パドル、姿勢制御用のセンサ、搭載計算機など）は超小型衛星のものを流用しています。PROCYON のために新規で開発が必要だったのは、通信系（近地球と深宇宙では通信方式が違う）と推進系（ただし、イオンスラスタは地球周回衛星向けに開発済みだったので、姿勢制御用の RCS を PROCYON 用に開発した）とミッション系（小惑星撮像用望遠鏡）の３つです。開発チームのリソースをこの３つに集中させることで、開発期間を最小限に抑えることができました。ただし、システム設計から STM（熱構造設計を検証する機体モデル）の製造・試験、FM（フライトモデル）の製造・総合試験をわずか１年でこなすことは非常に厳しく、それでも何とか完成させることができたのは、既に超小型衛星技術がかなり実用的なレベルに達していたからでしょう。

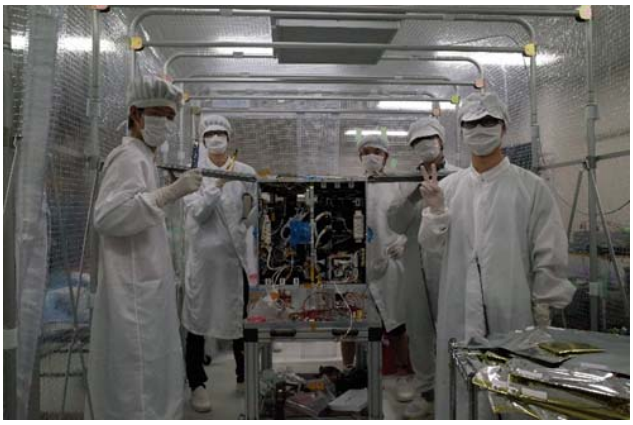
何とか完成し、2014 年 12 月に無事に打ち上げられた PROCYON は、その後、バス系の初期チェックアウト運用を順調に行っています（2015 年 2 月現在）。新規開発した深宇宙用の超小型通信系は正常に稼働し、新しい方式の軌道決定実験も、NASA/JPL（ジェット推進研究所）の DSN（深宇宙用地上局ネットワーク）の協力も得て順調に実施しています。姿勢制御系は、３軸姿勢制御を確立できています。超小型イオンスラスタは、正常作動が確認できており、自律的に長時間の連続運転を実施するための運転条件調整等の準備を実施しているところです。もうまもなく、本格的な深宇宙航行を開始する段階です。

超小型の地球周回衛星は、今では世界規模で爆発的に開発・利用が進み、ベンチャー企業も含む多くの民間企業が参入して活況を呈しています。しかし、深宇宙探査の世界はまだまだそうはなっていません。PROCYON は、本格的な深宇宙探査機を 50kg 級という超小型で実現できるということを世界で初めて実証しましたが（正確には、実証しつつありますが）、私が究極の目標と考えている「太陽系を多数の探査機が自在に航行する世界」の実現には、深宇宙航行機としてのさらなる機能向上だけでなく、高頻度な打ち上げ手段の確保、多数機を量産する体制の構築など、解決すべき課題は多岐にわたります。PROCYON の成功が、超小型衛星が活動領域を地球周辺から太陽系全体に拡大していく第一歩となり、深宇宙探査がもっと身近

な世界となるよう、これからも研究・教育に邁進する所存です。



完成した PROCYON のフライトモデル



本専攻の学生によって組立途中の PROCYON

✈✈✈

＜平成２年卒クラス会＞
亀山　育也

＜平成７年卒クラス会＞
竹内　伸介　：

＜平成１２年卒クラス会＞
岩谷　建生　：

＜平成１７年卒クラス会＞
小原　裕史　：

＜平成２２年卒クラス会＞
細田　誠也　：
松浦　綾　　：

＜平成２５年卒クラス会＞
杉山　敦　　：

（４）第 22 回航空宇宙会懇親ゴルフ大会のお知らせ

20 余年に及ぶこのゴルフ大会の歴史の中で、昨年は初めて中止ということになりました。通常ですと台風シーズンは終わっている 10 月ですが､昨年は台風 18 号の直撃で、やむを得ず直前に中止とせざるを得ませんでした。副賞として用意していた MRJ グッズは今回に持ちこされており、また 6 月ごろ初飛行が予定されていることもあり、YS11 以来の国産旅客機の話題をゴルフの後の楽しみにしたいと思います。今年は下記の通り行いますので、皆さん、奮ってご参加ください。

日時：平成 27 年 10 月 19 日　（月）
場所：湘南カントリークラブ
費用：約 2 万 2 千円（少し安くなりました）

参加ご希望の方、賞品ご寄付いただける方は、下記幹事まで。

日根野　穣　（昭和 32/3.航空学専修）
Tel/Fax:
e-mail:

青村　明　　（昭和 46/6.航空工学専修）
Tel/Fax:
e-mail:

✈✈✈