

巻頭言

飛行力学の理解を試す設問

東京大学名誉教授 加藤 寛一郎（昭和 35/3. 航空学専修）

本欄執筆の依頼を受けたとき、厚かましくも、自分の本の宣伝ができると考えた。馬齢が増すと、羞恥心が失せる。願わくは、ご笑覧のほどを。

私は 77 歳である。このたび東京大学出版会から、飛行力学に関する教科書ないし副読本『飛ぶ力学』を出させていただく光栄に浴した。必ずしもギネスブックに書かれるほどのこととは思わないが、かなり珍しい記録ではないかと思う。このため久しぶりに、本業について真剣に考えた。その要旨を、ここに書かせていただくことにする。

事の始まりは、2 年前に遡る。私は消防大学校から講演の依頼を受け、50 名ほどの航空隊長（ヘリコプターに乗る）を相手に年 2 回、1 齣 50 分の講義を 2 齣ずつ、行うことになった。

そして 2 度出むいた段階で、受講者たちの熱意に打たれた。憚りながら私はこの方々に、自分の考える飛行力学の最も肝心な点を伝えたいと思った。

問題はこの方々に、力学の素養がほとんど無いことだった。ニュートンの運動法則と言っても、通じない。このため、話したいことを「ですます体」で書き、その原稿をそのまま、縦書きの本にさせていただいた。よって数式は、ほとんど使用していない。

内容は、「実機と紙ヒコーキはどこが違うか」「無尾翼機はなぜ飛ぶか」「鳥はなぜ尾を広げるか」「恐竜の重さはどのくらいか」のような、9 つの設問に答える形になっている。ただし縦書きの本だから、全体として 1 つのテーマが透けて見えるように、工夫した。

そのテーマだが、私には未使用の講演原稿があった。大学後勤めた役所の定年のころ研究者相手に用意したもので、題して「飛行力学の理解を試す設問」。内容は、「紙ヒコーキの水平尾翼取付角は何度であるべきか」。拙著『飛ぶ力学』は、それを 9 つの章に敷衍したものになっている。

紙ヒコーキや手投げ滑空競技機（いわゆるハンドランチ機）で、日本選手権クラスの大会で上位入賞する機体は、実物のグライダーと大きく違う点がある。最大の違いは、重心位置である。実機の重心位置は、主翼平均空力翼弦（代表的翼弦）の 25% 前後にある。一方よく飛ぶ（距離でなく時間を稼ぐ）紙ヒコーキやハンドランチ機のそれは、90% 前後にある。その結



果、よく飛ぶ模型機の水平尾翼面積は、主翼面積の 1/3 程度に増大する。

なぜ、このような違いが現れるか。それは紙ヒコーキやハンドランチ機が—そして鳥も— 10^4 程度の低レイノルズ数域を飛ぶからである。そのとき最大揚力係数は、たかだか 0.8 程度までしか期待できない。そのために、水平尾翼に揚力を積むことが必要になる。

正しくは、次のように言わなければならない。模型機や鳥がより低速を飛ぶためには、尾翼に揚力を積むことが必要になる、と。例えばアマツバメは、高速で飛ぶとき羽を後退翼にして尾を閉じ、低速で飛ぶときは羽を直線翼にして、尾を開く。後者が、よく飛ぶ滑空競技機の飛び方である。

このようなことを説明するためには、重心と静安定、最後方重心位置、流れの相似則、レイノルズ数の影響、誘導抵抗、距離最長と時間最長の滑空の違い、飛行の基本は揚力係数の選択であること、などを説明しなければならない。そして時間最長滑空の決め手となるのが、水平尾翼の取付角なのである。

言い換えれば、紙ヒコーキの水平尾翼取付角は、「飛行力学の理解を試す格好の設問」なのである。よって私は、それを拙著の中心のテーマに据えた。そしてそれが透けて見えるように書くことで、横書きの本との違いを示した。

ちなみに私の概算では、主翼取付角に対する紙ヒコーキの水平尾翼取付角は、前縁下げ 1.6 度程度である。一方市販の紙ヒコーキや競技用ハンドランチ機の側面図では、主翼と尾翼は平行に描かれている。水平尾翼取付角が明示されている例を、私は見たことがな

半端ではなく、そろそろ独自の設計教科書が欲しいところでは。

(4) 実物に触れる見学旅行

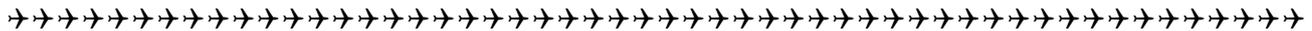
～ 設計実務者を交え特別試問

システムの成立を検証できれば、要素設計に進みますが、作図に入る手前、実物ロケットエンジンになじむべく、JAXA 角田宇宙センターの見学旅行に出かけます。触ってよい実機は、おそらくここだけで、重さ(軽さ)・質感を味わいつつ、実機カットモデルと断面図をじっくり対照します。また、分解状態の軸受、シール、噴射エレメントなど、専門家の解説のもとに、一挙に図面構想が具体化するステップではないでしょうか。この見学に、図面を間に合わせる強者もおおり、すると計測制御卓に拵げ、特別あつらえの試問が展開されます。実機審査しながら設計実務者の容赦ない指摘に、顔のこわばることもあります。設計の水準と厳しさに相関があることは、言うまでもありません。帰りには仙台に一泊し、忙中閑あり、英気を養うこともあると聞きました。

(5) 今後への期待

航空宇宙の先端システムも巨大化する傾向をたどり、全貌を見通すことが難しくなっています。分野別に専門化し、それぞれに最高性能の要素部品を組み上げたとして、最適システムが完成するわけではありません。特に、ロケットエンジンの場合、一部の過剰設計は、どこかに限界設計を強いる原因にもなりがちで、全システムを見通して余裕とリスクをうまく配分することが必須です。学生時代に、システム全体設計から要素設計、さらにはもの作りまで見通す、その脈絡の理解と統合的設計解の探索は、得難い経験になるはずで、この課程を必修科目に取り上げ、継承してこられた諸先生・先輩方の慧眼・ご尽力に敬服せねばなりません。

以上、卒業設計の現状と印象を述べました。宇宙開発の行く末も見通しにくい昨今ではありますが、世界に伍していく覚悟を育み、暖めながら、今年も多くの学生が巣立っていくとすれば、率直に我が国の未来も明るいと思えてならないのです。



航空宇宙会からのお知らせ

(1) 航空宇宙会総会および講演会のお知らせ

下記の要領で開催しますので、ご参加の程お願い申し上げます。

1. 日時：平成 25 年 6 月 29 日(土) 14 時開会
(例年より開始時刻が 1 時間早くなりました。)
2. 会場：東京大学 武田ホール
〒113-0032 東京都文京区弥生 2-11-16
東京大学浅野地区 武田先端知ビル 5 階
(下記 URL の地図をご参照下さい。)
http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam01_04_16_j.html
3. 講演会：14 時～16 時
パネルディスカッション：『躍動する日本の宇宙政策』
オーガナイザ 山川 宏氏(京都大学, 昭和 63/3. 宇宙工学専修)
4. 総会：16 時開会
5. 懇親会：総会に引き続き開催
会費 ¥5,000 (学生 ¥1,000)

同封の会費振込用紙で、4 月末日までにご出欠の回答をお願いします。必要事項(氏名、卒業年月、コース、現住所、封筒ラベル下段整理番号、異動)も併せてお知らせ下さい。下記メール、FAX でも出欠を受け付けています。「航空宇宙会総会」と明記の上ご送信下さい。

航空宇宙会総会 出欠申込 (いずれか)

- [1] 会費振込用紙：00150-1-55763 航空会(註：旧称継続)
- [2] E-mail：
- [3] Fax：

(2) 会費について

「航空宇宙会会費・通信費」として年額 1,000 円をお願いしております。同封の会費振込用紙でお振込下さい。総会ご参加時にお支払い頂くことも可能です。卒業後 55 年以上(本年は昭和 32 年卒以前)の方は無料です。よろしく願い申し上げます。

(3) クラス会のお知らせ

本年度の N クラス会、卒業後 2 年目のクラス会をお願いしている幹事は以下の通り(敬称略)です。折角の機会ですので、同期の皆様にお声掛け下さいませ。

<昭和 38 年卒クラス会>

阿部 寛治：

<昭和 43 年卒クラス会>

福田 博：

河野 通方：

鈴木 賢次郎：

<昭和 53 年卒クラス会>

大西 賢：

二宮 利宏：

有賀 輝：

<昭和 58 年卒クラス会>

中須賀 真一：

<昭和 63 年卒クラス会>

富岡 定毅：

<平成 5 年卒クラス会>

高橋 周平：

