

流体力学講演会 (FDC) / 航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム (ANSS) 合同企画「航空教育支援フォーラム」を開催して

相曾秀昭, 村上桂一

(宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 数値解析技術研究ユニット)

A Short Report on the Organized Session “Aeronautical Education Support Forum”
Hideaki AISO and Kei-ichi MURAKAIMI (Aeronautical Technology Directorate, JAXA)

ABSTRACT

The article gives a brief report on the organized session “Aeronautical Education Support Forum”. The session consists of two parts. The first part of session is Prof. Nakaya’s lecture on the practical use of FaSTAR as a training and education tool in National Institute of Technology, Gifu College. The second part is a panel discussion on the human resource development in the field of aeronautical engineering, especially on the career path of students who study in the graduate schools.

1. はじめに

「第44回流体力学講演会／航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2012」（平成24年7月）での「CFDと教育」セッションにおいて、航空関連の人材育成について広く検討し促進する場の創設が提案された。その後、日本航空宇宙学会を中心とした検討を経て、「第50回飛行機シンポジウム」（平成24年11月）で「航空教育支援フォーラム」が発足した。

以来、7月開催の流体力学講演会 (FDC) / 航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム (ANSS) と秋開催の飛行機シンポジウムの年2回の集会の場を利用して「航空教育支援フォーラム」と題する企画セッションを開催し議論の場を提供している。

各集会でのセッションの内容は、FDC/ANSSではJAXA (宇宙航空研究開発機構) の研究開発成果の利用 (最も利用されているCFDツールFaSTARは2016年7月現在で20強の研究室・教室に提供中) に関してその利用成果の報告や問題点を議論する場とし、飛行機シンポジウムでは航空専門教育を産業界や社会から見たときの要求を踏まえながら教育支援を考える場とする、という基本線がここ数年の企画・運営を通じて確立されてきている。

また、状況に応じて適宜人材育成に関するパネルディスカッションを追加開催し、日本航空宇宙学会等が行う提言や提案に関する議論にも資するようしてきた。

質疑応答や議論も含めた本セッション全ての内容を詳細に報告するのは紙面的にも困難であるので、ここではセッションの実地企画・運営の担当者の責任において発言内容等を適宜要約した形で、セッシ

ョンの内容を記録することとした。

2. 今回のセッション企画内容

セッションの企画は2部構成とした。第1部は通例である教育支援の利用例紹介として、岐阜工業高等専門学校でのFaSTARの活用状況の講演を同校准教授の中谷淳氏にお願いした。

今回はそれに加え、第2部でパネルディスカッションとそれに続く公開討論「航空技術の未来を担う若手の育成に向けて」を企画した。近年の求人制度の改変や社会状況の変化により、航空技術の開発研究を志す学生、特に博士課程に進学しようとする学生にとってキャリアパスが分かりにくい状況になっているとの指摘を受けてのことである。

なお、セッション冒頭においてJAXA側担当者より、FaSTARの利用状況やアンケート (利用目的・成果、技術情報交換、ユーザ会開催における要望) の結果について簡単な報告を行ったが、この内容の報告は割愛する。

以下、セッションの様子を簡単に報告したい。

3. 第1部 岐阜工業高等専門学校准教授 中谷淳氏による講演

【背景】

初めに背景状況についての説明があった。高等専門学校 (修業年限5年で高等学校の3年間と大学1,2年に相当) という制度、時代の要請に応じる形での専攻科 (大学3,4年に相当) の設置、専攻科内での航空宇宙システム研究グループの設置 (今年度)、産官 (岐阜県、愛知県、川崎重工業) との連携の強化と

いった事項である。例にもれずスタッフ・設備等のリソースは十分とは言えないながらも、岐阜高専では航空関連技術者の養成強化を目指しているとの事である。

中谷氏は2013年度のFDC/ANSSで開催された本セッションで教育支援目的でのFaSTARの提供を知り研究室に導入したが、それ以前からCFDのオープンソースであるOpenFOAMも利用していたので現在は両方を活用している。計算機環境は今までインテル4コアであったが、今年度から200コア2TBメモリ規模のものの導入で大幅に改善される予定である。

[利用状況]

上の様な背景説明の後に中谷氏からFaSTAR等の教育への活用状況が説明された。概要は以下の様なものである。

CFDツールの教育への導入の目標設定は、CFDに触れて慣れる（更に、できれば使いこなせる）というCFD単独の目標と、風洞実験とCFDによる解析を比較しその違いを理解するという、2つの事項を設定し実践している。また、学生のベースの知識になる講義には、流体力学¹⁾、数値計算法の基礎²⁾、有限体積法の教育と演習がある。ただ、有限体積法はそのベースには含まれないので、4年後半³⁾に研究室配属されて半年は5年生と在籍が重なることを利用したチュートリアルや輪講により対応している。

CFDに触れてみるという事で、思い思いの航空機形状についてMach数を変えながらCFDを実行し揚抗比を観察させている。

風洞実験との比較・検証では、実験が非圧縮流となる制約があり、遷音速圧縮性流が主対象のFaSTARを用いるのは無謀かとも思えるが、OpenFOAMとの比較ではFaSTARも使える。実験と2次元数値計算を比較し差異を考察することに利用でき、意義があると感じている。

[学生の反応など]

活用状況の説明の後、アンケート等を通じた学生の反応も紹介された。FaSTARの問題点としてマニュアルは比較的分かり易いが、エラーの際の対応が分かりにくい、といった感想もあるようで、これは提供する側でもツールとしての質の向上という観点から対応する必要があると考えられる。また、CFDの結果を評価・考察する際の問題（基礎となる流体現

象の理解が必要）への言及もあり、教育支援ツールを提供していく際の課題と思われる。

以上、第一部について簡単にまとめたが、中谷氏の実践例は、高専だけでなく大学学部レベルでのFaSTARによる教育支援の際に大いに参考になると思われる。現在、FaSTARの教育支援利用は大学院レベルでの利用が主であるが、提供側でも利用の裾野を広げる際の参考に活用したいと考える。

4. 第2部 公開討論「航空技術の未来を担う若手の育成に向けて」

[パネルとして登壇いただいた方]

次の4氏（順不同）にパネルとしての登壇をお願いした。

- 青山剛史氏（JAXA航空技術部門数値解析技術研究ユニット研究計画マネージャ）
- 川添博光氏（日本航空宇宙学会人材育成検討委員会委員長、鳥取大学教授）
- 澤田恵介氏（日本航空宇宙学会長、東北大学教授）
- 李家賢一氏（東京大学教授、文部科学省航空科学技術委員会主査）

また、JAXA航空技術部門航空産業協力課長の内富素子氏がモデレータを務めた。

[内富素子氏による導入]

航空産業の発展が見込まれる中で、経済産業省が中心になって製造系の人材確保について議論しているが、航空の研究を先導する人材の育成も重要である。もっと若い人材にこの航空での研究に興味を持ってもらう必要もある。現状ではこの育成の道筋が分かり易く見えているようには思えない。

この問題について、まずは大学と公的研究機関で育成の道筋や制度をどのように改善するのかについて議論していきたい。この討論の場では、現状の課題を出し、それを元に日本航空宇宙学会から国や社会、JAXA等に向けた提言のようなものにまとめられるようにしたいと考えている。

[澤田恵介氏の発言の要約]

先ず、優秀な研究者の確保育成、航空分野は若い人にとって魅力的なのか、といった事から考えてみる。研究費獲得という意味では、科研費において航空宇宙は総合工学の中の小さな分野で課題採択は多くないし、産業界との関係が密接ともいえず、他の分野よりも苦戦しているのではないかと思う。将来の（研究者としての）ポジションはどこの分野でも同じだが明るくはない。研究成果の社会実装の面でも現状で自動車産業などと比べると容易ではない。それらを考えると、かなりマイナスのところからス

¹⁾ 内容としては大学の機械系学科等で行われる標準的なものに相当。2年間で履修。

²⁾ Newton法、Runge-Kutta法、Simpson法等の事項を教育。

³⁾ 高専では研究室配属は通常では5年生の1年間だが、当該学科では4年生後半からとしている。高専の4,5年生は年齢的には大学の1,2年に相当。

スタートすることになるのかもしれない。

(自身が会長である)日本航空宇宙学会の役割としては、このフォーラムのような機会の提供、産官学の交流の機会の提供、表彰制度の整備、教科書刊行による知識・技術の還元、航空宇宙ビジョンの提示による将来展望といったものがあげられる。しかし、直接に資金を出したり就職支援をしたりという事は難しい。

大学教員の視点では、東北大学の場合は飛行機好き、ロケット好き、ロボット好きの学生が多く入ってくる。産学官連携も盛んで魅力的なテーマも多いし、航空宇宙専攻は機械系修士課程入学者のレベル向上にも大いに貢献している。しかし、優秀な学生たちへの出口の提供では問題がある。例えば飛行機好きの学生の重工各社への就職は修士課程修了者が主戦場で、「どうしても飛行機」という学生もいるが給与面では自動車産業等に負ける。一方で博士課程修了者に対する民間の採用意欲は低い。文部科学省はCOE、リーディング大学院、卓越大学院といった施策を構想しているが、博士課程内での支援が中心で、博士課程修了者は産業界とマッチングしにくい。最近ではJAXAとのマッチングも難しい。

以上、課題を羅列させていただいた。

【川添博光氏の発言の要約】

中々難しい課題だが、若い人や世間がどのように航空宇宙を見ているかという事から考えたい。まず、実例として、鳥取大学の学生の見方、ドイツの実情、日本の高校生の見方、の3つをあげる。

鳥取大学の修士1年の学生23人にJAXAについて認知度や要望を調査した所、認知度は高く、ある意味憧れる、というポジティブな印象が強いものの、活動の情報を得る機会が欲しい、航空分野の研究開発活動(もしくはその広報)は少ないのでは、といった意見も散見された。また、高校時代に話を聞いたら学習の動機付けに役立ったはず、といった意見もあり、そうしたことの重要性も認識してほしい。また、産学との連携を密に、という意見には、学生自身もその中に入りたいという希望が感じられる。実際、JAXAに就職したいという学生は多い。

ドイツのDLRゲッチンゲンに出張した際に、当地に滞在している日本人若手研究者にドイツの学生達の航空宇宙に対する意識について聞いてみた。

日本と比べ多くの学生が宇宙航空の専攻を希望する。反面、就職先で航空宇宙に拘らない面もある。これについては日本の学生にも訊いてみたいと思う。また、日本と比べサイエンスを専攻する女子学生が多い。

DLRの若者に対する施策については、ギムナジウム(日本の中学・高校に相当)の生徒のインターン

受入があげられる。(インターン先は生徒自身が選ぶ。)インターンは必修で、また企業に対してもギムナジウムからのインターン受入が義務付けられている。

大阪で開催された夢ナビライブ(高校生向けの進路ガイダンス)で講演を行った。2~3万人の高校生が参加するとの事で、いくつもの講演のブースがあった。1講演の参加者は通常60~100人程度らしいが、「空へ宇宙へそして未来へ」と題した自身の講演には260人程の参加申込があり当日より前に締切となった。1・2年生の参加が多く、早い時期から航空宇宙分野の進路に憧れる生徒が多い事を理解した。講演終了後も1時間近く質疑応答が続いた。

まとめると、生徒・学生は航空宇宙分野に夢や魅力を大いに感じ、知りたい・体験したいという気持ちも強い。しかし、実際に知る・体験するという所との距離が大きい。草の根的な努力で距離を近づけこちら側でもより相手を知るようにしたい。JAXAについては認知度が高いものの詳細が知られていないのが実情で努力が必要。また、JAXAは色々な人材を広くとってほしい。現状、カラーの似ている人が多いように思う。そして、鳥取大学からも採用される人が出たら嬉しい。

【李家賢一氏による発言の要約】

学会と産学官それぞれの立場から航空教育に関する動きについて見てみたい。

日本航空宇宙学会では教育・人材育成に関する活動は以前からあり自身も関与してきた。10年ほど前に大学での体験型学習や航空機産業から見た大学教育等を議論し、それ以後、澤田氏も触れたビジョンや提言、空力教育の議論等も行われてきた。このフォーラムも研究成果の教育支援ツールとしての提供というJAXAの提案を受けて行われるようになった。

官の関係では、最初に国土交通省がパイロット不足への対応に動き、続いて経済産業省が製造現場の技術者やエアラインの整備士の不足への対応に動いた。研究人材では、文部科学省の科学技術学術審議会の研究計画評価分科会、さらにその下の航空科学技術委員会において、次世代人材の創出といった議論がある。また文科省内で別に議論された戦略的次世代航空機開発ビジョンの中でも人材育成はうたわれている。国としても人材育成の重要性を認識した上で色々な検討がされている。

学の一例として、東京大学では大学院で隔年開講の航空機設計特論でグループ毎に航空機の概念設計を行うが、そこでFaSTARを使っている。まさにこのフォーラムのスキームで教育支援を利用している。

最後の産業界に関して、以前行われた議論から、産が大学教育に求めていることは、孔子の言う『学

んで思わざれば則ち罔（くら）し、思うて学ばざれば則ち殆（あやう）し』にまとめられるであろう。得た知識を実践的に生かせることの重要性、新しい思いつきを支える基礎学力の重要性、この両方が大学教育に求められる。ここでの話題の教育支援に当てはめれば、後者の基礎学力は紙ベースの古典的な教科書で学ぶが、前者のような実践的なものにこのフォーラムが役立っていく、というようなことになるのではないかと考える。

【青山剛史氏による発言の要約】

平成30年からのJAXA第4期中期計画に向けた議論の中で、航空技術部門では基盤領域の戦略を統合シミュレーション、構造材料の2つの戦略検討ワーキンググループ（WG）により検討している。自身は前者WGをとりまとめている。基盤領域は5つのユニット⁴⁾からなり研究に専念する組織でプロジェクトを下から支える構図になっている。現中期計画の議論の際にはプロジェクトを重点に議論したが、次期中期計画への議論では基盤領域を重点としている。

基盤領域では研究者数、研究内容、資金がスパイラルをなして減少し始め、この3つの中で一番重要と思われる研究者数減少の問題を解決することが喫緊の課題である。海外（米独仏加）と比べた場合、生産額を考慮しても日本の研究者数は圧倒的に少ない。一方、独DLRは極端なほどの研究者数増加を呈している。航空機産業を日本の基幹産業とするためには研究者数の増加が必要である。

実は基盤領域の研究はプロジェクトにも非常に貢献している。分かり易い例としてD-SENDプロジェクトがあげられる。飛行試験でのソニックブーム波形計測データに従来の知見では説明できない誤差があり、データ自体が無意味になりかねない事態が生じた。しかしここで基盤の若手研究者が誤差の機構の解明に成功し、データの妥当性が示された上に却ってデータの価値が向上した。また、世界最高速を目指して社内で開発してきた高速CFDソルバーのFaSTARを用いることで、同じくD-SENDの第1回飛行試験の不具合の原因究明が大量の計算を要しながらも短期間でできた事例もある。

今後も基盤領域は技術力でリスペクトを得る集団を目指したい。そのためには、研究を志す学生や中途採用を希望する研究者を受け入れて研究者数を増強する、施設や設備の運用に研究者が忙殺される状況の改善のために技術者を増強する、JAXAの研究者のキャリアパスとしてより魅力的なものを確立する（現状では魅力が見えにくい）といった事を行いた

い。

以上のパネル登壇者からの発言に続き、再度内富氏のコメントがあった。要旨としては次のようなものである。

自身も、研究機関として一番重要なリソースは人だと思ふ。人がJAXAを通じてうまく循環していないのが問題で、それを解決したいと社内で考えている。

現状で毎年40人程度（JAXA全職種）の新人一括採用の制度の中では、研究者が選考されるには厳しい面もある。もう少し前の段階からインターン的にJAXAの活動に参加し、適性があればJAXAの研究者になったりJAXAを経由して他の場所で研究者となるといったしくみをより具体化できないか、また、宇宙に比べて航空からの情報が少ない状況を改善できないか、といった事も考えている。後者については、13大学で連携して高校生向けアウトリーチ活動や大学生の体験学習を行うネットワーク的なものが文科省の競争的資金を利用して佐宗教授（名古屋大）を中心に企画されており、このようなネットワークの利用もあり得る。

常勤職員以外でJAXAに入り協働する制度として、クロスアポイントメント、航空宇宙プロジェクト研究員、連携大学院、技術研究生、リサーチアシスタントがある。連携大学院と技術研修生の制度は航空技術部門で盛んに利用されているが、あまり利用されていない他の制度にも利用できそうなものはある。また、技術研修生は地方大学からは難しい面もある。

また、1件あたり100万円と少額ながらJAXA外部における新しいアイデアの研究を数多く（20件程度）採択するイノベーションチャレンジの制度も用意している。

次いで、キャリアパスやJAXAからの実践的教育機会の提供などについて会場も含めての議論を行ったので、意見を紹介しておく。

- 産業規模から考えると現状のようなものかと思える面もある。そのあたりを考えずに航空分野の学生を急に増やすのは問題かもしれない。
- 企業から見たときに航空宇宙を専攻した人は使える、というような感想もある。航空宇宙という場で教育を行うが、職業のキャリアパスは航空宇宙でなくてもよい、という考え方もある。
- 現状JAXAではプロジェクトを遂行する人材を何段階もの面接で絞って採用するという印象があるが、青山氏の話の中でプロジェクトの問題を解決した若手はそのテーマの為に採用された訳でなく、研究者として地道に実力を積んだ結果として問題を解

⁴⁾ 空力技術研究、飛行技術研究、推進技術研究、構造・複合材技術研究、数値解析技術研究の5ユニット

決している。テーマを絞り過ぎたり面接で選び過ぎたりするばかりでなく、ある程度幅を持って人を採用するのも重要ではないか

- 博士課程修了後の採用先が（大学以外には）JAXA等に限られてしまうと学生も進学し難い。その意味では博士課程を出て企業で採用されるルートの確立も重要。これに関連して、昨年、東北大で博士課程の学生の企業回りを試みたら反応は良かったという話を聞いたが、今年も継続するのか
- （上の発言に澤田氏が答えて）昨年、博士課程学生の工場見学を実施した。このポイントは2つあり、学生にはオープンマインドで企業にも面白い職場がある事を理解してもらい、企業の人には実は博士課程の学生は優秀な人材だと実感してもらおうという作戦だった。今年もやる予定である。
- 大学や大学の学生が航空宇宙分野で行うアウトリーチ活動もJAXAから援助できないだろうか。
- 地方にもJAXAから出向いて出前授業など活動紹介をしてもらうと有難い。また、地方の学生でもJAXAでのインターン等で参加し易いとありがたい（宿泊施設の提供など）。また、そのような活動をJAXAとして拡充するためには、JAXA内部でプロジェクト遂行への貢献だけでなく、教育やPR活動についても評価するような考え方の変化も大事かもしれない。
- JAXAの大型設備を是非教育に活用してほしい。実際に見るだけでも聞くのとは違うので見学だけでも良いが、本当に研究等に使えるともっと良い。
- 地方大学の立場としては、インターンへの学生参加を支援してくれるとありがたい。
- 高専でも学生による小中学生向けの教育活動がある。援助があればありがたい。また高専からでもインターン受入があれば学生のモチベーション向上に役立つ。

終了の時刻を過ぎていたが、パネル登壇者から一言ずつ結びをいただいた。

セッションを通じ、登壇者の方々には真摯ながらもユーモアも交えた御発言をいただき、また会場からもいくつかのコメントをいただいた。短時間ではありながら、会場全体で密度の高い有益な議論ができたと思われる。

更に李家教授から全体をまとめた結びの言葉をいただいてセッションを終了した。

第2部の議論は飛行機シンポジウムでの本セッションでも継続し、日本航空宇宙学会による提言など

何らかの形にまとまる予定である。

5. おわりに

FDC/ANSSでは研究発表の他に本セッションのような企画も存在する。本セッションにおいては、日本の航空宇宙産業の現状の中で、各方面の方々から貴重なご意見が述べられており、その場になかった関係者にも広く知っていただきたいの思いから、このような形での後刷り報告にまとめることとした。

最後に、登壇していただいた方々、参加していただいた方々に感謝の意を表するものである。