Laser Compass

パワーレーザーで宇宙航空技術を変革する

佐宗 章弘[†]

Innovation in Aerospace Technology Using Power Lasers

Akihiro SASOH[†]

ツオルコフスキーがロケットの原理を式に著したのは1897年，ライト兄弟が初の動力飛行に成功したのが1903年であり，どちらもその歴史は僅か110年ほどである．既に44年前には人類を月に送り込み，国際宇宙ステーションでの長期滞在もある意味当たり前になってきた．本年6月に宇宙科学と技術に関する国際シンポジウム（29th International Symposium on Space Science and Technology, ISTS29）が名古屋市で開催され1000人を超える参加者を数えた．筆者はその関連行事の一貫として愛知県西尾市内の小学校，高校計3校で出前授業を行ない，各校で「宇宙に行ってみたい人」，「月に行ってみたい人」，「火星に行ってみたい人」なる質問を投げかけてみた．最初の質問に約半数，遠くに行けばいくほど人数は減っていき，火星に至っては1割強程度になった．このリアクションは想定の範囲内だったし，おそらく30年前に同じ質問をしても，大して結果は変わらなかったのではないかと思っている．ついでに「飛行機に乗ったことのある人」と聞いてみたら，こちらのリアクションの方が驚きであった．小学校2校では7割を超える生徒が挙手，高校（県立）に至っては誰も手を上げず，一番前の生徒が「僕たち，修学旅行で全員飛行機に乗りました」とのこと．自分が学生の頃に比べたら，「空」は格段に身近なものになっていることをあらためて実感した．

確かにロケットも飛行機も技術が成熟し，新しい型式が生まれるごとに製品はより洗練されたものになっている．しかし，本当の意味で技術革新があったかといえば，yesといい難い面もある．日本の次世代の液体ロケットH-IIIで採用される予定のエキスパンダーブリードサイクルのエンジンは，現行H-IIAロケットで採用されている2段燃焼サイクルに比べて熱機関としての効率では劣っている．しかし，アメリカやヨーロッパにロシア，中国，インドなどが加わり国際競争が激化する中，コスト，信頼性が優先されている．飛行機についても同様，我々は100年以上前に生み出された技術と同じ原理で空，宇宙を飛んでいるに過ぎない．

昨年度から，「レーザー宇宙航空応用専門委員会」を立ち上げ，日本航空宇宙学会（私はどちらの会員でもある）と合同で情報交換，討論を行っている．対象はパワーレーザーに限定していないが，研究会の成果として，レーザー推進による大量物資の宇宙輸送，スペースデブリ（宇宙ゴミ）のレーザーによる軌道変換除去に関する具体的提案をしたいと考えている．昨今太陽光発電衛星の技術検討がなされ，プロジェクトも走っているが，実はそのための「足」がない．既存のロケットでは1日あたり10基のロケットを2年余りに渡って打上げなければならず，今の使い捨てロケットでは非現実的なコストが掛かってしまう．これをパワーレーザーによる打上げ基地を作り，周囲の空気も利用して輸送すれば，使い捨てる部分も殆どなく現実的な輸送が実現する．スペースデブリは様々な軌道を様々な速度で分布しており，宇宙船で近づいて除去するためには膨大な推進剤が必要で，現実的ではない．レーザーによって遠隔的に力積を発生させて減速し，大気圏軌道に落とすことが，唯一の現実的な解ではないかと思われる．

飛行機の形状の設計は，空気力学（空力）の原理に基づいており，最近は数値流体力学の発達によって，コンピューターシミュレーションによってかなりの精度で性能を予測できるようになった．我々の研究室では，「形を変える」以外の方法で飛行機の性能向上ができないかと考え，レーザー加熱バブルによる超音速空力性能の向上に取り組んでいる．学生が設計した手作りの超音速風洞の中に模型を置き，加工用の高繰返しパルスレーザーによって物体前方にレーザー加熱バブルを発生させ，抗力，揚力などを計測している．直径20 mmの円柱では，80 kHzの繰返しパルス（400 W）で抗力が20%以上低減されることを実証している．

このように，これからのロケットや飛行機に抜本的な技術革新をもたらすのは，既存の航空宇宙工学から生まれるとは限らず，むしろそれ以外の技術を取入れることが本質的に重要だと思っている．宇宙推進の分野で，「レーザー」はその代表格である．

[†] 名古屋大学大学院 工学研究科航空宇宙工学専攻（〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町）
[†] *Department of Aerospace Engineering, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi, 464-8603*