

【米国】

超音速民間航空機の開発の現状と今後の見通しについて

藤巻 吉博 一般財団法人運輸総合研究所国際部研究員

1. 過去の超音速民間航空機とその問題点

超音速で飛行する航空機は、1950 年代に戦闘機として最初に実用化された。その後、民間用の超音速航空機の研究と開発が進められ、1970 年代半ばに、欧州で開発されたコンコルドと、ロシア（当時はソビエト連邦）で開発された Tu-144 が商業運航を開始した。この 2 つの機種の実用化以降、超音速民間航空機の開発プロジェクトは存在しているが、未だ実用化に至ったものは存在していない。

コンコルドと同じく 1970 年代に商業運航を開始した亜音速の民間航空機として、ロッキード社の L-1011 トライスターがある。この 2 つの機種を比較（なお、トライスターについては L-1011-200 型）すると、航続距離には大きな違いがないものの、燃料搭載量はコンコルドの方が 1 割以上多い^{1),2)}。さらに、トライスターの乗客人数はコンコルドの 2 倍以上であるため、コンコルドの燃費（単位燃料量当たりの旅客キロ）はトライスターの半分以下ということになる。1970 年代に起こったオイルショックの影響も受け、燃費が悪いコンコルドを継続して運航する航空会社は、エールフランス及びブリテッシュ・エアウェイズの 2 社のみに限られた。

また、コンコルドの巡航速度はマッハ 2 と亜音速の航空機の 2 倍以上であったが、超音速での巡航に関する問題は上記の燃費のみに留まらなかった。中でも、超音速での飛行に伴い必然的に発生する衝撃波は、亜音速の民間航空機において離着陸時の空港周辺に限定されていた騒音問題の対象エリアを、ソニックブームとして飛行ルート全体に拡大することとなった。このため、米国では連邦航空規則 (FAR) 91.817 により、陸上での超音速飛行の原則禁止措置が 1973 年に規定され、現在でもその措置が続いている。この措置により、超音速機としての性能の活用及び就航路線に大幅な制約が課されたことも、コンコルドの衰退に繋がった。

新たな超音速民間航空機の開発にあたっては、この燃費と騒音の問題を許容可能な水準に抑えることが不可欠となる。

また、1970 年代以降、亜音速の民間航空機はエンジンのバイパス比の増大等により燃費と騒音を着実に改善しており、許容される水準自体も厳しくなっている。このような状況の中、米国では 2020 年代半ばの実用化を目指して複数の超音速民間航空機の開発プロジェクトが進められており、それらの現状及び今後の見通しについて、燃費や騒音への対応を含めて紹介する。

2. 米国における超音速民間航空機の開発プロジェクト

2.1 Aerion Supersonic (Aerion) 社

Aerion 社は、ネバダ州リノに本社を置き、超音速航空機を開発を行っているスタートアップ企業であり、巡航速度がマッハ 1.4 のビジネスジェット機である「AS2」の開発を進めている³⁾。同社の CEO が 2020 年 1 月に述べた計画によれば、「AS2」は 2024 年の初飛行と 2026 年の商業運航の開始を目標としている⁴⁾。

「AS2」の巡航速度は、コンコルドの巡航速度に比べて低い。この理由には、同社が「BOOMLESS CRUISE」として商標登録している技術が関係している。

超音速での飛行に伴い発生する衝撃波の強さは、速度が低くなるに従って減少する。そして、比較的低い超音速で高い高度を飛行すると、上空で発生した衝撃波が地上まで到達せず、ソニックブームとして聞こえない「Mach cutoff」という状態となる。「Mach cutoff」の状態となるか否かは、速度、高度及び大気温度などにより変化するが、「AS2」ではこの状態を「BOOMLESS CRUISE」とし活用し、ソニックブームの問題を発生させることなく、陸上でもマッハ 1.2 程度までの超音速で飛行することを目指している。

燃費の問題に関しては、コンコルドが超音速の飛行を行うためにエンジンのアフターバーナーを装備し、これが燃費の悪化の一因となっていたことに対して、「AS2」ではエンジンにアフターバーナーを装備することなく超音速での飛行を行

う。「AS2」のエンジンについては、General Electric (GE) 社が「Affinity」というターボファンエンジンを開発することが2018年10月に発表されており⁵⁾、このエンジンは、米国の最新の騒音基準 (Stage 5) 及び既存の排出ガスの基準を満足するとともに、100%のバイオ燃料 (通常のジェット燃料との混合ではない) にも対応するように設計される。

2019年2月、Aerion社は、財政、技術及び製造に係るリソースに関し、ボーイング社との提携を発表した⁶⁾。この提携に伴い、Aerion社の5名の取締役会のメンバーのうち、2名はボーイング社からの社外取締役となった。また、2020年4月には、Aerion社がフロリダ州メルボルンに3億ドルを投資し、2026年までにグローバル本社並びに設計、製造および整備のための拠点を新設することがフロリダ州のロン・デサントイス知事から発表された⁷⁾。このため、「AS2」の量産機の製造は、フロリダ州メルボルンで行われる予定である。

2.2 Spike Aerospace (Spike) 社

Spike社は、マサチューセッツ州ボストンに本社を置き、超音速航空機の開発を行っているスタートアップ企業であり、巡航速度がマッハ1.6のビジネスジェットである「S-512」の開発を進めている⁸⁾。同社のCEOが2019年4月に述べた計画によれば、「S-512」は2025年の商業運航の開始を目標としている⁹⁾。

「S-512」の巡航速度は、コンコルドの巡航速度に比べて低いが、これは前述のとおり衝撃波の強さを減少させ、ソニックブームによる地上の騒音問題を抑えることを目的としている。

Aerion社の「AS2」では上空で発生した衝撃波が地上まで到達しないことを目指していることにに対し、「S-512」の衝撃波は地上まで到達する。ただし、巡航速度を抑えるとともに、Spike社が特許申請中の「Quiet Supersonic Flight Technology」によって、地上でのソニックブームを75 PLdb (弱い拍手の音程度) 以下に留めることにより、海上と陸上とに関わらず超音速で飛行することを目指している。

また、「S-512」では、同社が同じく特許申請中の「Multiplex Digital Cabin」という技術により、客室に窓の代わりとして大きなスクリーンを装備することとしている。このスクリーンには、映画などの一般的な客室エンターテインメントを表示するほか、機外のカメラによるパノラマ映像を表示することができる。さらに、胴体構造に窓がないことにより、客室内の騒音を大幅に低下させることも目的としている。

2020年6月時点において、「S-512」に搭載される具体的なエンジンや、量産機の製造に関する具体的な計画は発表され

ていない。このため、2025年に商業運航を開始するという目標を達成することは、かなり困難であると考えられる。

2.3 Boom Technology (Boom) 社

Boom社は、コロラド州デンバーに本社を置き、超音速航空機の開発を行っているスタートアップ企業であり、巡航速度がマッハ2.2で55~75人乗りの旅客機である「Overture」の開発を進めている¹⁰⁾。2020年6月時点では、「Overture」の機体サイズを縮小した技術実証機である「XB-1」の製造を進めており、「XB-1」は2020年夏のロールアウト、「Overture」については2020年代半ばの飛行試験の開始を目標としている¹¹⁾。

「Overture」の巡航速度は、コンコルドの巡航速度より高いため、上空で発生した衝撃波による地上でのソニックブームが問題となる。このため、「Overture」はコンコルドと同様に海上のみで超音速の飛行を行い、陸上では亜音速で飛行することが予定されている。

燃費の問題に対しては、Aerion社の「AS2」と同様に、「Overture」はエンジンにアフターバーナーを装備することなく超音速での飛行を行うとしている。ただし、技術実証機である「XB-1」については、GE社の軍用機用エンジンを流用するため、アフターバーナーを装備する。なお、「Overture」に搭載される具体的なエンジンは、2020年6月現在、まだ発表されていない。

また、Boom社は、「XB-1」の試験プログラムにおいて、持続可能な航空燃料 (Sustainable Aviation Fuel : SAF) とカーボンオフセットを活用することにより、航空機製造会社として世界で初めてのカーボンニュートラルを実現すると発表した¹²⁾。Boom社は、「XB-1」の地上試験及び飛行試験で使用するため、米国カリフォルニア州のSAFスタートアップ企業であるPrometheus Fuelsとの提携を2019年6月に発表している。同社は、空気中から二酸化炭素を直接吸収する技術 (Direct Air Capture) と、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーを利用することにより、二酸化炭素の追加排出量ゼロの燃料を開発している。

「XB-1」の製造の進捗状況については、Boom社のウェブサイトにおいて公表されており、2020年4月には主翼と胴体との結合を行ったことが掲載されている。「XB-1」は、ロールアウト後、カリフォルニア州モハベの空港を拠点として飛行試験を行うことが予定されており、その試験結果を「Overture」の開発に反映することとしている。

3. まとめ

2. に記載した 3 つの超音速民間航空機の開発プロジェクトは、いずれも 2020 年代半ば以降の商業運航の開始を予定している。

コンコルドで課題となったソニックブームの問題に対してのアプローチは 3 者で異なる。Boom 社の「Overture」は、コンコルドと同様に、海上のみで超音速の飛行を行うため、FAR における超音速飛行の原則禁止措置の影響を受けないが、Aerion 社の「AS2」及び Spike 社の「S-512」については、当該措置がなんらかの形で緩和されることが必要となる。

また、コンコルドで課題となった燃費の問題に対しては、エンジンにアフターバーナーを装備せずに超音速の飛行を行うという技術的な対策を講じているが、これに加えて、「超音速航空機は環境フレンドリーでない」という既成概念を払拭するための取り組みに重点が置かれていると考えられる。

なお、米国の航空安全当局である Federal Aviation Administration (FAA) は、これらの超音速民間航空機の開発プロジェクトを受けた FAR の見直し案を 2019 年 6 月に公表¹³⁾しており、その詳細については別途レポートする予定である。

参考文献

- 1) FAA, Type Certificate Data Sheet No. A45EU
https://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgMakeModel.nsf/0/B1C629AE866297538625768000667AF2?OpenDocument
- 2) FAA, Type Certificate Data Sheet No. A23WE
https://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgMakeModel.nsf/0/5342E492984E8616862576AC0055FEB3?OpenDocument&Highlight=1-1011
- 3) Aerion Supersonic
<https://www.aerionsupersonic.com/>
- 4) Consumer News and Business Channel (CNBC), “Jet builder Aerion expects to fly silent supersonic planes by 2024, unlocking a \$40 billion market”
<https://www.cnbc.com/2020/01/16/aerions-as2-silent-supersonic-jet-aims-to-fly-by-2024.html>
- 5) Aerion Supersonic, “GE’s Affinity: The first civil supersonic engine in 55 years - launching a new era of efficient supersonic flight”
<https://www.aerionsupersonic.com/news-media/press-release/ges-affinity-the-first-civil-supersonic-engine-in-55-years-launching-a-new-era-of-efficient-supersonic-flight/>
- 6) Aerion Supersonic, “Boeing Partners with Aerion to Accelerate Supersonic Travel”
<https://www.aerionsupersonic.com/news-media/press-release/boeing-partners-with-aerion-to-accelerate-supersonic-travel/>
- 7) Aerion Supersonic, “Governor Ron Desantis announces Aerion Supersonic will move global headquarters to Florida”
<https://www.aerionsupersonic.com/news-media/press-release/governor-ron-desantis-announces-aerion-supersonic-will-move-global-headquarters-to-florida/>
- 8) Spike Aerospace
<https://www.spikeaerospace.com/>
- 9) Spike Aerospace, “Supersonic Flights: Sustainable, responsible and Game Changing Transportation”
<https://www.spikeaerospace.com/supersonic-flights-sustainable-responsible-and-game-changing-transportation/>
- 10) Boom Technology
<https://boomsupersonic.com/>
- 11) Boom Technology, “Frequently asked questions”
<https://boomsupersonic.com/contact#faq-section>
- 12) Boom Technology, “Boom Supersonic Announces First Fully Carbon-Neutral Aircraft Program, XB-1”
<https://boomsupersonic.com/news/show/carbon-neutral-aircraft>
- 13) FAA, “Fact Sheet - Supersonic Flight”
https://www.faa.gov/news/fact_sheets/news_story.cfm?newsId=22754