

知見の囿炉裏端

航空機の不具合と発展



技術経営士の会 川上 佳史



航空産業が誕生して百年余りが経過した。この間、航空産業はベンチャーから巨大産業に成長したが成熟域に達した感がある。その間、航空技術の発展の陰に想定外の不具合の歴史があった。しかし、不具合によって隠れていた課題の存在が明らかにされ、その解決の成功が新たな発展の礎になった。

事例 1. デハビランド社の場合 - ターボジェット

英国人のデハビランドは 20 世紀の初頭にライト兄弟のフライヤー号を真似た飛行機やエンジンを作りながら技術を磨き、デハビランド航空機を創業した。時は流れて 1942 年に英国政府は第二次世界大戦後の航空産業のライバルは米国と見定めて米国と対抗しうる航空産業を育成するためのブラバゾン計画を立案した。その計画の一つにターボジェット旅客機があり、その実施会社としてデハビランド社が選ばれた。

そして、1946年、試作ターボジェット機で「音の壁」を超える挑戦が行われた。テストパイロットはデハビランドの息子のデハビランド 2 世であった。試作機は急降下して音速超えに挑み、丁度音速に達するところで上方に向かう操作を行ったが機体はそのまま地面に激突してしまった。その後、大戦中はスピットファイア戦闘機のパイロットであったテストパイロットが挑戦することになった。彼は、音速近くでは操縦桿の利き方が逆になることを思い出して逆の操作を行ったところ、予想通り急降下中の機体が上昇に転じて「音の壁」の突破に成功した。デハビランドは我が子を犠牲にして、デハビランド機で超音速到達の偉業を成し遂げたのである。

さらに、ブラバゾン計画のうちターボジェット機計画の本来の目的であったデハビランド製ターボジェット旅客機「コメット」号は 1952年に就航した。「コメット」機は画期的な旅客機で目的地までの飛行時間が短縮できた上に、客室内の振動が少なく快適であったため、エアラインから次から次へと注文が寄せられた。ブラバゾン委員会の計画は見事にはまって成功したかに見えた。こういう戦略的な思考ができるところがアングロ・サクソンの強みである。

しかし、就航して 2 年目に墜落事故が相次いで発生した。詳細な原因調査の結果、窓枠の隅Rが小さいために生じた応力集中による疲労破壊が原因であった。デハビランド社はそれまで木製飛行機を得意としていたがゆえに、想定できなかった不具合である。デハビランド社の挫折により、後発のボーイング社のB707とダグラス社のDC-8に主役の座が回ってきた。

事例 2. ロッキード社の場合 - ターボプロップ

ロッキード社はターボジェット旅客機が登場する以前は米国でダグラス社に続く旅客機メーカーであった。同社は航空機の動力装置がレシプロ・エンジンからタービン・エンジンに代わるとターボプロップ旅客機エレクトラを開発した。ところが、1959年、エレクトラ機にそれまで知られていなかったワール・フラッターというプロペラ、エンジン及び機体構造で空気力と構造が連成した不安定な振動現象による墜落事故が発生した。そのため、ロッキード社はその後、十数年旅客機事業から遠ざかることになった。なお、後にエレクトラ機の技術を応用して米軍の輸送機C-130や対潜哨戒機P-3Cが開発された。

事例3. ロールスロイス社とロッキード社 - 複合材製ファン

ロールスロイス社は第二次世界大戦後、米国市場への参入を悲願としていた。そこにロッキード社のL-1011トライスター旅客機計画が登場した。丁度、欧州で機体はフランス、エンジンは英国がリードするエアバス構想も立ち上がっていた時だった。しかし、ロールスロイスは欧州からのラブコールを振り切ってロッキード社の計画にのめりこんでいった。

ロッキード社はかねてから新しい技術の採用に積極的でロールスロイス社の提案した高バイパス比ターボファンRB-211に好意的だった。ロールスロイス社はこのエンジンに差別技術とする3軸構造を盛り込んだので、エンジンを短くできることはL-1011機の装着にとって好ましく、世界に先駆けて採用した複合材ファン構想もロッキード社は好感したのであった。そして開発の最終関門である運転試験に臨んだ。ところが、1969年に実施した鳥の打ち込み試験で炭素繊維強化プラスチック(CFRP)製ファンが粉々に砕け散ってしまった。

エンジン開発の失敗によってロールスロイス社は倒産し、国有化されるに至った。

その後、ロッキード社はロールスロイス社がチタン製のファンブレードに換えて当初の燃費などの仕様値を満足するまで待たされ、出鼻をくじかれたため、L-1011トライスターは販売不振に陥り、民間旅客機市場から撤退してしまった。

事例4. プラットアンドホイットニー社とGE社の場合 - 高バイパス比ターボファン

米空軍のC-5A輸送機の競争に敗れたボーイング社は技術を転用してB747ジャンボ機を開発することにした。B747の高バイパス比ターボファン・エンジンは、民間航空機用エンジンで90%近いシェアを誇っていたプラットアンドホイットニー社(P&W)が開発することになった。ところが、P&W社の冷却技術は不十分なもので、高温部に配置される部品の寿命が恐ろしく短く、1970年に運用を開始したエアラインからは高額のパナルティを要求された。注文も減少し、生産原価が高くなりボーイング社は経営の危機に瀕することになった。

ボーイング社はP&W社のエンジンに信用が置けないためGE社のエンジンも搭載可能にする改造も行った。従来は旅客機のエンジンは1社を選んで固定する方式だったが、この失敗に学びボーイング社は以降、複数社のエンジンを取り付け可能としてエンジンの選択はエアラインに任せるようになった。

その一方で順調に高バイパス比ターボファンを開発したのはGE社のみであった。米空軍のC-5A機でもGE社の高バイパス比ターボファンを採用したが、その民間機用派生型CF-6エンジンをエアバスのA300に搭載したのである。A300は1972年に初飛行に成功したがA300とCF-6の組合せは成功し、高バイパス比ターボファンの登場によってGE社が航空機エンジンのトップに躍り出ることになった。

このように、航空機技術に大きな変革が生じたとき、想定できなかった大きな不具合が伴っていた。まとめると次のような事例である。

- ① ターボジェット旅客機の登場とデハビランド社の事故、
- ② ターボプロップの登場とロッキード社のエレクトラ旅客機、
- ③ CFRP製ファンの登場とロールスロイス社のエンジン、
- ④ 高バイパス比ターボファンの登場とP&W社のエンジン、

高バイパス比ターボファンの登場に伴って、1970年頃にロールスロイス社、ロッキード社およびボーイング社は共に経営危機に陥った。ボーイング社はこれを契機にリスクマネジメントへの取組み姿勢を強めた。現在は規制も厳しくなり米航空局(FAA)等の型式承認を得るには十分に実証された技術であることの証明が必要である。それ以前の経営の進め方はハイリスクが伴うものだったのである。

しかし、最近ボーイング社のB737MAXは墜落事故を重ね、さらにコロナ禍の蔓延もあって経営困難に陥っている。事故の原因としてボーイング社らしからぬ、エアラインとのコミュニケーション不足も指摘されているが、リスクマネジメントが甘くなっていたことは確かであろう。B737MAXの事故の前兆としてB787のリチウムイオン電池の発火事故があった。今になって思えば電池の事故も開発プロセスに疑念をうかがわせるものであった。慎重なボーイング社にふさわしい十分な実証試験を行ったとは判断しにくいのである。慢心があったのだろうか。

以前の大きな不具合はエンジンにからむものが多かったが、最近の事故は航空機の電氣化に伴うものである。油圧等から電氣への変化を進める航空機技術にとってこれらの事故から有用な教訓が得られるかどうか問題である。

脱炭素に向けた取組の中で航空機の電氣化は推進装置の電動化にまで進む可能性があり、実現すれば航空機の画期的な転機になる。これまでもエンジンの大きな変化によって業界の変動があったが、電動化の進行は日本が貢献できるチャンスである