

ジェットエンジンの場合 (前編)

武蔵野大学国際総合研究所客員教授 中島一郎

路地裏のロールス・ロイス

その車は唐突に現れた。狭い路地裏を静かにゆっくりと動いてくる。車のことはよく知らないがふつうではない車だ、くらいはわかる。鼻先のマスコットがいかにもだし、何よりロゴマークがロールス・ロイスだった。なぜこんなところに迷い込んだのか。車は歩くよりもゆっくりと動き、やがて角を曲がって見えなくなった。

ロールス・ロイス。かなり昔のことを急に思い出す。

40 年ほど前、仕事で本社を訪れた。建物に入ると左右に 2 つの銅像が飾られている。ロールスさんとロイスさんだと教えられた。少々舞い上がっていて、脇で記念写真を撮ってもらった。その日、日本とイギリスが航空機ジェットエンジンを共同開発する契約が締結された。仕事は立ち合いだけだ。契約には長い交渉が必要だった。エンジンは数年後に試作され、試運転には成功したが市場には出なかった。それは挫折ではなく、やがて大きな成功を収める計画につながっていく。長く続くエンジン産業ストーリーの中の節目のひとつだった。

協定締結の日に集まった企業役員のみなさんはもうどなたもいない。写真もみつからない。

航空機かエンジンか

空港に行き、飛行機に乗る。翼があり、エンジンがある。これからの長いフライトで頭がいっぱいだとエンジンがいくつあるのかなどどうでもいいだろう。でもたまには見てみよう。今どきはエンジンが 2 つ。

広い海の上を何時間も飛ぶのにエンジンが 2 つしかないのはちと不安だと考えられていた時代もあった。海外まで長距離を飛ぶのは 4 発機だった。今でも、世界最大の旅客機 A380 や、半世紀以上のロングセラーだった B747 (ジャンボ) にはエンジンが 4 つある。こまかいことをいえば機体の尾に小さな補助エンジンが 1 つ隠れているが、それは員数外。4 発機は国際線の花形だった。もうどちらも生産は終了した。

エンジンの数はわかった。次にその脇に描かれているロゴマークを見てほしい。あまり大きくないが意匠を凝らしたものがみつかるといい。たいてい次の 3 種類のどれかだ。プラット・アンド・ホイットニー (P&W)、ジェネラル・エレクトリック (GE)、ロールス・ロイス (RR)。

世界市場のシェアはアメリカの 2 社がトップと 2 位で、イギリスの RR が続く。フランスにはス

ネクマ（SNECMA）から発展したサフラン（Safran）があるが、主な事業は GE と共同で進めてきた。サフランのロゴマークを空港で見るとはまずない。合併会社 CFM のロゴマークなら B737 のエンジンなど国内線でもいくらかでもみつけられる。

ここで気づく。飛行機を作っているのはボーイングとかエアバス。ところがエンジンには違う企業のロゴマークがある。自動車なら車体もエンジンも同じ企業で作られる。飛行機で違うのはどういうわけか。

理由はいくつかある。開発費用があまりに巨額、必要な技術もかなり異なる、航空会社が整備の都合などから機体とエンジンそれぞれに選択の自由度を求められる、これまでの産業の発展経緯でこうなった、などなど。現状では、機体はボーイングとエアバスの 2 社、エンジンは前述の 3 社が寡占を続けている。顧客である航空会社は機体を選ぶと同時にエンジンも選ぶ。機体によってエンジンの選択肢は 2 社の場合も 3 社の場合もある。エンジンが特定企業のものだけに固定されているものもあるが今のところは少ない。

エンジン企業は、機体を開発している企業に対して自社エンジンを搭載できるように機体の設計開発段階から働きかける。並行して航空会社にも自社エンジンの搭載機体を選んでもらう売り込みを続ける。航空会社、機体企業、エンジン企業、3 者それぞれの期待と思惑が入り組み、なかなか複雑なゲームになるに違いない。

世界の始まり

ジェット旅客機の時代が始まったのは 1950 年代。その後のジェットエンジン市場をリードしてきたのはアメリカ企業だ。ところがジェットエンジンはアメリカではなくヨーロッパで誕生した新技術だった。イギリスとドイツが初期の開発競争の主役だった。詳細を語る書籍は少なくない。ごく簡単にいきさつをみてみよう。

1930 年にイギリス空軍士官のフランク・ホイットルが、現在に至るジェットエンジンの基本原理そのものを内容とする特許を出願し、翌年に認められた。圧縮機で空気を圧縮し、圧縮空気と燃料を燃焼室で燃焼させて高圧の燃焼ガスを発生させる。高圧ガスでタービンを回転させ、その回転力で圧縮機を駆動する。残りのガスを噴射することで推進力を得る。圧縮機、燃焼室、タービンという 3 部分の構成は現在のジェットエンジンそのものだ。

その革新性と実用的な意義は空軍内で理解されなかった。機密指定もされず、内容は一般に公開された。ほどなく世界初飛行に成功したのはドイツのハインケル社で、エンジンを開発したのは同社のハンス・フォン・オハイン。ドイツでの初飛行に先立ち、イギリスでもジェットエンジンの実用性が認められて開発支援が始まり、ドイツから 2 年遅れの 1941 年に初飛行にこぎつける。

先行していたはずのイギリスでは、軍という公的組織の支援がドイツの民間企業の判断に後手に回ったようにもみえる。新しい技術を適切に評価することがむずかしいのはいつの時代でも似たようなもので、なにごととも否定から入る保守的な対応は世界のどこにでもある。それは軍だったから、あるいは公的組織だからということばかりでもないだろう。産業革命が進んだ現場だったイギリスでもこういうことがあった。

ジェットエンジンの初期の開発競争に登場したホイットルとオハインは戦後はアメリカに移住し

た。

7年の空白のあと

ドイツでは大戦中にジェットエンジンの量産体制がつくられるまでになったが、戦後は航空機に関する活動がすべて禁止された。技術は東欧やフランスなどに流れ、フランスのスネクマ（現在のサフラン）のエンジンの基礎になったという説もある。世界のジェットエンジン産業をリードし始めたドイツだったが、ここで早々の頓挫となる。

日本でも開発の取り組みがあった。ドイツから遠路はるばる潜水艦で BMW のエンジン技術資料が送られた話はよく知られている。終戦の数週間前には短時間の試験飛行にこぎつけるまでになったが、実用化の時間はもう残されていなかった。戦後はドイツと同様に航空機の生産、設計、研究、実験、および飛行活動のすべてが禁止された。解除されたのは 1952 年。この 7 年の空白の間に世界の水準は大きな進歩をとげた。軍用機のみならず、民間機のジェット化が急速に進んでいた。世界をリードしていたのは航空機でもエンジンでもアメリカ。トップ企業は P&W、それに迫るのが GE。イギリスの RR は少し離れて 3 位。ここまでのジェットエンジンの初期の歴史。

多くの産業では長期にわたる発展の中で、企業の栄枯盛衰がみられる。ジェットエンジンの世界ではその始まりから今も変わらないメンバーがずっと君臨して今に至る。新興勢力が割り込むのは容易なことではない。

産業を意識して

66 年から始まっていた大プロ（大型工業技術研究開発制度）の 71 年度開始テーマ 3 本の 1 つにジェットエンジンが選ばれた。あとの 2 つはコンピュータ（パターン情報処理）と電気自動車。未来産業をめざしていた当時のいかにもな意気込みが感じられる。重化学工業の高度成長は一段落し、先進国に追いつくためにはまだまだ新しいものに挑戦しなければという気分があふれていた時代だった。

目標は推力 5 トンのターボファンエンジンの原型機。20 トン級のターボファンエンジンが主流になり始めた状況からみれば小さ過ぎる推力だが、防衛庁向け推力約 1.5 トン（3400 ポンド）のファンなしターボエンジンの開発実績からいきなり大きな目標を追うのはあまり現実的ではないとされた。

大プロの新しいテーマをスタートさせるためには、開発予算を統括している幹部の前で説明を繰り返し、理解を得る必要がある。遠い夏の日、大勢が集まったその会議で、議長役の幹部が厳しい表情で質問をしていた口調を今も記憶している。計画案の中に概念設計という用語があるのが問題視された。概念などというのは哲学用語だと言われた。意味をわきまえて使っているのか疑問に思うということだった。その幹部は揚げ足取りをしているわけではなさそうで、声を荒げるでもなく、淡々と問いただしていた。学校を出たばかりの自分は会場の後ろから諸先輩の頭越しに成り行きを見ていた。不思議な世界に来てしまったという思いがした。異なる世界には異なる言語があり、コミュニケーションには気をつかう。

工学用語は先進地域から輸入されたものばかりで、概念設計（コンセプト・デザイン）とか原型（プロトタイプ）とか呼ばれるものも、宇宙開発などで体系化が進んだ設計学あたりで使われ始めた比較的新しい用語だった。そもそも大プロという単語そのものも当時は新奇だった。大型プロジェクトの略称として業界用語的に普及したが、このプロジェクトという言葉も輸入されたばかりのフレッシュな単語だった。それまでにはプランやプログラムがすでに使われていたが、それとは違う新しい取り組みというワクワク感があった。

プロジェクトに達成すべき最終目標が明確に定義されている。それに向かって多数の活動を並行・組み合わせで実施していく。NASA のアポロ計画あたりから整備された計画手法だと解説されている。目標に向かってみんなで力を合わせるという熱いイメージもあってか、プロジェクトという単語は翻訳されずにそのまま普及した。ついでに元来の意味も少しずれて、計画っぽいものはなんでもかんでもプロジェクトということにされているように思う。海を越えれば意味もずれる。

縁あって RR

大プロは 30 年くらいで 30 件ほどのプロジェクトが進められた。ジェットエンジンのプロジェクトは成功グループの中の 1 つとされている。当初目標を達成するという技術的成功だけでなく、新しい産業のスタートになった。

試作したエンジンは 77 年にイギリスのファンボローまで運んでテストされた。日本には航空試験をする装置がなかった。試作機の優れた成績に注目した RR が共同開発を提案し、79 年に基本契約に至る。

共同開発にはそうせざるを得ない背景があった。日本は民間機用エンジンの事業実績がまったくなかった。長い歴史と実績のある RR がわけもなく組みたい相手ではない。

77 年当時の RR はかなりの窮地にあったとされる。次世代市場として有力視される推力 20 トン級向けの大型エンジン RB211 の開発が難航した。債務超過に陥り、政府の救済措置で国有化されて存続ができていた。RB211 は苦心の末に世界初の 3 軸エンジンとして製品化され、B747 をはじめとする多くの大型民間機に採用され、世界シェアを大きく向上させる有力製品となる。結果はすばらしいが、途中では企業消失のリスクもあった。ジェットエンジンは巨額の開発費と設備投資を伴うリスクの高いビジネスというわけだ。

そのころ、世界市場では中小型機用に推力 10 トン級で低燃費低騒音の新しいエンジン需要があり、RR も新規開発を計画する。RB211 で業績が復活したとはいえ、その派生型エンジンの開発も続く中、別の新しいエンジンの開発に乗り出すリスクはあまりに大きい。自社だけでその負担に耐えることはできそうにないと考えたのではないか。負担軽減には共同事業しかない。もし P&W や GE をパートナーにすると主導権をとれない可能性は大きい。それ以外の二番手企業（セカンドティア）を見渡すと、市場で実績のあるフランスのスネクマはすでに GE と緊密な関係があり、ドイツの MTU は P&W と共同開発を始めていた。ほかにめばしいところはないか。

77 年の大プロ原型機はこうした中で優秀なテスト結果を出した。市場での実績はないが、技術ポテンシャル、資金負担力、それに日本が有望市場であること。RR が日本との共同開発に踏み切った背景はこんなところだっただろう。RR は共同開発のためにいくつも譲歩した。共同会社の設立、対

等な出資比率と役員比率、トップは交代で持ち回り、エンジンの名称。RR のエンジンには名称にはイギリスの川の名前や RB というような型番が使われていた。かつての YS-11 のエンジンは RR 製でスベイというスコットランドを流れる川からとられた名称だった。日本 (J) との共同開発には RJ という特別の型番が使われることになり、RJ500 計画がスタートした。

(後編へつづく)

著者紹介

中島一郎 武蔵野大学国際総合研究所客員教授

研究組織（複数組織による共同研究、研究組織ライフサイクル、技術ロードマッピング）、セキュリティ・マネジメント（事業継続と国際標準）、産業政策（新産業育成、研究開発政策）が主な関心分野。

東京大学工学部電子工学科卒業、通商産業省入省（1970 年）。l'Ecole Nationale d'Administration (ENA、フランス）留学。博士（工学、東北大学）。関東通商産業局長、環境立地局長を経て通商産業省退職（2000 年）。(独) 産業技術総合研究所・理事・企画本部長（2001 年）。東北大学大学院工学研究科教授（2003 年）。未来科学技術共同研究センター長、産学官連携推進本部長を兼任。

早稲田大学研究戦略センター教授（2009 年）。研究推進部産学官連携担当部長兼任。

2018 年に早稲田大学定年退職。

この間、内閣府、内閣官房、NEDO、JST、ISO 等の委員を務める。

