



TITLE “零戦開発”に見る日本式国際技術戦略の問題点

—Criticize Zero fighter tragic mythology

I KEY POINTS



1980年代技術大国を自称していた我が国は、2010年代になって情報通信では米国に、大量生産技術では新興国に大きく遅れをとり、自信を喪失したかのように見える。しかし僅か70年前の1940年代、日本は欧米に遅れること十数年、乏しい知見と資源・人材の中、世界に通用する技術を身につけようと足掻いていた事を思えば、歴史が繰り返しているだけとも言える。戦前の名機として名高い「零戦」も、実際には開戦当初驚異的に活躍した後、主力の代替が無いまま陳腐化し酷使されていった。資源貧乏なる故の多機能重視の技術開発は、零戦という形の奇跡のバランスを生んだ反面、その後の改良や革新が続かないプラットフォームとしてその技術構造に大きく限界を抱えていた。また、レーダー開発や防空技術を軽視した設計思想がその後の戦闘教義の進化に対応できず、結果として後に多くの戦場で圧倒的不利な状況に追い込まれ、悲劇を迎える結果につながっている。当時の技術戦略の問題点は今日の政策や日本企業に多くの点で示唆を持っている。

II LANDSCAPE

・ブランドコンテンツとしての「零戦」

零式艦上戦闘機(以降零戦)は、戦艦大和と並び先の大戦におけるわが国の代表的兵器として知名度も高く、今日も小説・映画で扱われれば確実に商業的にヒットするという。零戦の何が日本人の心を掴むのだろうか。明治維新から欧米列強に臥薪嘗胆の思いで追いつく努力を続けてきた辺境の新興国・日本が、絶望的な技術の遅れを極めて短期間に取り戻し、短期間に世界最先端の技術集約分野である航空機戦力で列強を圧倒し得たという快哉がその理由であるという説がある。また別の説によると、無条件降伏という形で敗戦を迎えた民族の自信喪失を乗り越えるための、開戦当初の華々しい戦術的成功の象徴・同時に敗戦間際の特攻兵器としての悲劇の象徴として結晶化した神話の担い手だという。他にも、大洋を飛び越え活躍し、それを駆使しえた民族としての誇りのよりどころであるといった様々な説があるが、底辺にほぼ共通した意識は、圧倒的な物量と技術レベルの格差という歴史的な我が国の産業基礎力の脆弱性への危機感に対して、「巧の技」で乗り越え、一時的にせよ世界に名を成す「成功」を勝ち得たことに、その限界を如何に克服するかという筋書きを発見できることに快哉を覚えるということではなからうか。

・「零戦世界最強神話」を科学せよ！

そう考察すると、一時は世界一を標榜した日本の産業技術界の2010年代になっての苦境、すなわち情報通信では米国に、廉価での大量生産技術では新興国に大きく遅れをとり、自信を喪失したかのように見える現象との共通点を見出せるように思う。高機能、多機能の多品種製品群がなぜ安価・低機能なOEMに圧倒され、時代を先取りしていたはずの通信技術やクラウドサービスのコンセプトにおいてもついにデファクトスタンダードを取ることなく海外サービスに飲み込まれる羽目に陥ったのか。根源的な「敗因」は70年前と変わらないのではないか。

弊社は産業のグローバル化のコンサルティングの実績を積んできたが、その中で日本企業が自ら考える技術的な強み、例えば品質管理や多機能、操作感触といった自負が他国では価値を認められないという事例にしばしば遭遇してきた。しかし、考えてみれば日本の技術価値観がそのまま通用すると考えるのも傲慢な発想ではないか。事実、僅か70年前も欧米に遅れること十数年、乏しい知見と資源、人材の中、世界に通用する技術を身につけようと足掻いていたのだ。

海外からのイノベティブなサービス・技術を、70年前の日本企業はどのように昇華し、これからの日本企業はどのように向き合っていくべきか。軍事の素人ながらも、あらためて出現当時の「世界最強戦闘機」零戦の設計・製造・運用の事実を技術とユースケースの連動という今日的観点から「当時の日本の技術力で本当にそのようなことが実現できたのか」「何故出来たのか」を検証し、今後の技術戦略や産業施策への示唆が抽出可能かを検討したい。

・無敵と称される驚異の戦果

開戦前及び初頭の事例を見ると確かに世界最強と自負したくなるような著しいキルレシオ(被撃墜比率)を記録している

- 1941年9月13日13機が重慶上空でソ連製の戦闘機「ポリカルポフ I-15およびI-16」合わせて27機と遭遇し全機を撃墜破壊し、零戦部隊は未帰還機なしという大勝利を収める
- 1942年2月13日50機の零戦部隊が100機のP-36、P-40と遭遇し、50機を撃墜し、零戦部隊は3機喪失のみという大勝利を収める
- 真珠湾奇襲攻撃の1941年(昭和16年)12月8日から、1942年(昭和17年)3月までのジャワ作戦終了までに、ハワイやフィリピン上空で合計565機の連合軍機を空中戦で撃墜ないしは地上で破壊した。この数のうち零戦の戦果は471機すなわち83%を占めた
- 1942年6月のミッドウェイ海戦でも空中戦ではF4Fに対して総合で50機以上を撃破。零戦の損害は10機であった主任設計者の堀越二郎は著書『零戦』でその理由として、米英が零戦という技術レベルを把握していなかったこと、ついで人間工学にマッチした操縦応答性を追求した今日でいう「すりあわせ技術」による格闘性能の高さの結果としている

・ハードウェアスペックとしては一見凡庸・相反する技術総体としての零戦の評価

そのような戦果を実現させた零戦の長所としては多くの方が述べておられるが、我々が妥当性を持つとして挙げられるのは主に4点ある(長所)

- 機体が軽く運動性能が高いことから、格闘戦に絶対的に有利
- 小型エンジンに最適化した軽量設計による高燃費で航続距離が長く、長距離侵攻及び長時間防空任務が可能
- ベテランパイロットにチューニングした低速での高い操作性と旋回性能
- 広い防風窓の視界性能

その他、重武装や高速であったという説はデータからは否定される。下記に大戦初頭の主な戦闘機の仕様比較をしたが、ほとんどの機体が零戦よりも高速である。武装に関しても特段優れているとは言いがたいことが見て取れる。一方、自重の軽さは飛びぬけており、そのおかげで身軽に動け、長距離航続出来るというのは間違いではない。操縦性、及び格闘性能に関しては軽量化のみならず、操縦応答性の高度化が開発及び試験段階で2名のベテランパイロットの殉職を乗り越え改良され、1962年の米国航空学会も再評価したということから事実であったと断定可能である。

しかし、兵器の仕様としては軽量と航続距離の長さ以外は特筆すべきことが無く、驚異の戦果はパイロットの運用などのハード以外の要因に求めざるを得ない。

「零戦の強さはパイロットの技量に頼りきったものであった」という評価は否定出来ないものである。

国・機種	最高速度 航続距離	最高出力	自重	武装	爆弾	大戦末期の速度改良
日本 ゼロ戦21型 1939年初飛行	最高速度533km/h 航続距離3350km	最高出力 940ps	自重 1680 kg	武装 機銃 7.7mm × 2 2.0mm × 2	爆弾 120kg	ゼロ戦52型丙 540.8km/h
米国 P-38 ライトニング 1939年採用	最高速度630km/h 航続距離2500km	最高出力 1150 × 2	自重 5806 kg	武装37mm機関砲 × 1、12.7mm機銃 × 4		P-38L 667 km/h
英国 スピットファイア Mk. 1936年初飛行	最高速度571km/h	出力1030hp	重量 2420kg	武装7.7mm × 8	爆弾226kg	F.Mk.24 730km/h
米国 F4F ワイルド キャット 1937年初飛行	最高速度515 km/h 航続距離 1200km	最高出力 1200ps	自重 2610kg	武装12.7 × 6	爆弾 90 kg	F6Fヘルキャット 612 km/h
独 Fw190A 1939年初飛行	最高速度650km/h 航続距離850km	最高出力 1800ps	重量3995kg	武装 機銃 7.92mm × 2 20mm × 2	爆弾500kg	Ta152 750km/h

また、仕様改善という観点では零戦のみまともな性能向上がなされなかった。大戦末期の各機の最高速度の性能差は絶望的に開いていったことからすると決して優れたスペックを持ったものとは言えない。当初の海軍からの要求仕様の20mm機関銃装備と長時間の制空任務という矛盾した要求を軽量化で達成したことは目覚ましい成果だが、これもエンジンの性能と資源に制約された開発環境での唯一の選択肢ではなかったかと考察する次第である。

・深刻な運用上の零戦の問題点

整理すると、実は零戦では問題点が長所よりはるかに多い。その中には深刻な欠陥とも呼べるレベルのものがある。

(短所)

■防弾装備が無く、パイロット生存性が極めて低い

防弾装備が充実している機体では生還できる確率は高く、パイロットの消耗を抑え、技能向上を図る事が出来る。機体の軽量化の為に削られた部分であり、防弾性を上げると重量が嵩み長所が無くなるというトレードオフを持つ。日本軍はソロモン方面の消耗戦で熟練搭乗員を消耗し、練度不足の割合が多くなり、後にマリアナの七面鳥撃ちと呼ばれる決定的な敗北を喫した

■機体構造の脆弱性による急降下速度限界が低い

格闘戦では無敵だったが急降下速度に問題があった零戦に対して、上空から高速で降下しながらすれ違う間のみ攻撃し、そのまま急降下で離脱するという「サッチ・ウィーブ」という戦法を編み出し苦戦に陥った。これも軽量化を徹底し過ぎた弊害である。敵機に襲われて逃げる際 敵機よりも遅い降下速度のため回避出来ないという致命的な欠陥といえる

■20mm機関銃の弾道特性&装弾数&信頼性

時代遅れの照準器と20mm機関銃の弾道特性が悪く、機器の性能により敵機に命中弾を得るのは至難の技でパイロットの高度な技術によった。装弾数も60発であつという間に玉切れになった

■通信機能が時代遅れで集団戦に通信が使えない

通信機能の安定性が低い上に、雑音が酷く、通信を使った連係プレーが出来ないことから、無線機を有効に使う敵に対して集団戦で甚だ不利な戦闘を余儀なくされてしまった。マリアナ海戦では重要な敗因となる

■高高度域での低操縦性能と低出力

過給器が無く、高空ではエンジンに十分な空気が送れず出力低下が著しい。また、舵の効きが悪く操縦性が著しく低下する。高高度を飛行する戦略爆撃機の迎撃には殆ど無力

当時のF4Fと比較しても問題が多すぎる。照準器と通信機能の遅れはよく言われる攻撃機能以外の軽視という言葉が当てはまるであろう。また高高度域で活躍できるエンジンが無かったことは当時の技術レベルの絶対的低さに起因するものであり、極めて大きいハンディであるが零戦設計の固有の問題ではない。検証すべきは防弾性と機体構造の脆弱性の優先度を下げても航続距離と格闘性能を上げたことが妥当であったかどうかという点である。

・「零戦設計の人命軽視」という誤解

確かに零戦の構造図を見てみると、その骨組みに穴が開いていたり、超ジュラルミンの厚さをミクロン単位で削っているのが分かる。軽馬力のエンジンで高速と運動性能を奇跡的に両立させようとした時、開発技師たちは枕頭鋸などで空気抵抗と機体を1gでも軽くするという目標においたためである。その結果、燃料タンクや操縦席の防弾については、格闘(ドッグ・ファイト)性能の向上のためになされなかった。同時期の同クラス機がいずれも防弾性を重視し始めていたのに対し、零戦は極端な軽量化設計のため防弾性はほとんどなかった。

これを戦略的視点を持たなかった海軍の誤りであるという評価もあるが、事実は異なっている。脆弱な構造から激しい急降下には耐えられないことや空中分解を起こすことや、燃料タンクや操縦席への狙い撃ちが弱点になることについては、海軍も仕様作成段階から認識していた。それは零戦に装備した20mm航空機銃は破壊力が高く、これを採用した日本海軍自身がいずれ世界的に大破壊力の航空機銃が標準となり、その場合当時の日本国のエンジン出力で格闘性能を大きく損なわないで十分な防弾性能を確保することは難しかった。それよりは軽快な運動性をもたせた方が「攻撃は最大の防御である」として、生存性は高くなるというトレードオフ二者択一の一つの選択であった。そしてそれは練度の高いパイロットを前提とした場合、航空戦に限定すれば全く正解だったと言える。

また、鉄鋼資源に苦しんでいた当時の資源状況を見ても量産機を想定した場合、その選択しか取れなかったかも知れない。(鉄鋼状況のデータは以降参照)

・改良型を否定した前線のパイロット

さらに、技術陣や現場のパイロットたちの防弾の必要性を説く声は海軍上層部によって軽視されたという説にも疑問がある。下記に主な零戦の改良経緯を示すが、海軍も数度に亘り防弾性の改良に取り組んだことが見て取れる。しかし終戦まで二〇型の支持が特にベテランパイロットでは高かったというデータが残っている。

- ・二一型(A6M2b): 両翼を折り畳めるようにし、空母での運用を考慮した本格量産タイプ。
二二型で両翼の折り畳みを止め、武装改良。
- ・三二型(A6M3): エンジンを『栄』に改修し、防弾性と主翼を切り詰めて速度を僅かに向上させたタイプ。
局地戦闘の補完型。航続性能や旋回性能が落ち、前線の評判は悪かった。
- ・五二型乙(A6M5b): 防弾ガラスと自動消火装置を搭載、7.7mm機銃を13.2mm機銃に換装した。
主生産機種となるが格闘性能と航続力が大幅に低下し、未熟練向きの一撃離脱タイプ。
- ・六二型/六三型(A6M7): 爆弾を吊り下げたタイプで、事実上の特攻専用機。



命の駆け引きをする空戦で少々の防弾機能があることより、ドッグファイトに勝てる可能性が高い二二型を好む熟練パイロットが多かったこともうなずける。それ程初期型の完成度は高かったと言えるだろう。

しかし、その軽量化が当初は攻撃は最大の防御であるというテーゼが通用したが、一旦米軍にこの弱点をついた物量戦略で立ち向かわれると、脆さを呈し、加えてVT信管等の対空兵器で高技能パイロットの喪失を招くという悲劇を早期にもたらすことになった。

・「名機」とは何か

「軽量化により、500km/hを超える最高速度と高い運動性能、長大な航続距離、20mm機銃2挺の火力を併せ持ち、開戦当初は無敵を誇った名機」という零戦の伝承記述を評価するのに、まず「名機」というものの必要条件を洗い出す必要がある。ベンチマークとして米国の名機とされるP-51マスタングを取り上げたい。欧州の戦略爆撃機の護衛任務を主としたP-51は「第二次大戦最優秀戦闘機」と呼称される。しかし空戦性能はスピットファイアの方が勝るという意見もあり、武装ではP-47の方が高スペックである。しかし高速性と航続距離の長さ、及び機体の防弾性を併せ持つことでパイロットに高い信頼性をもたらしたことが名機という称号に相応しいとされる。加えて、整備のしやすさからの高い稼働率や一機あたりが低価格であり、運用性が高いことが上げられる。

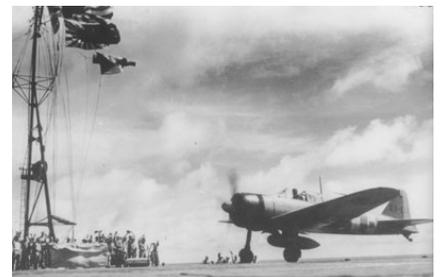
名機の条件は一般的に生産性、稼働率、操作の容易性、生存性、武装、機動性、速度、航続距離、等の各要素をバランスよく組み合わせることである。その優先度合いが時代や各国の考え方によって適合されたものを指すのであろう。零戦が名機であったとするなら貧資源で、かつ生産設備も技術も遅れた中でそれら要素を高いバランスで達成できたという技術設計の成果にまずは帰するものであろう。

・革新的な「戦術イノベーション」

注目すべきはこの脆弱な機体の仕様ではなく運用(ユースケース)の開発にある。大戦初頭のフィリピンでの侵攻で連合軍の虚をついたのが、長距離爆撃機と合同した長駆侵攻だったとされる。常識的な飛距離を軽々と超え、爆撃機と攻撃を仕掛けてくるという戦法は当時では画期的な戦術のイノベーションであった。この長距離性能を活かし、相手の想定しえない拠点に攻撃を加えるという戦術は防衛側にとって広い範囲で戦力を拡散することを強いられる大きな混乱材料であった。開戦当初の驚異的な勝率はこのイノベーション開発から来ているものと言ってよい。

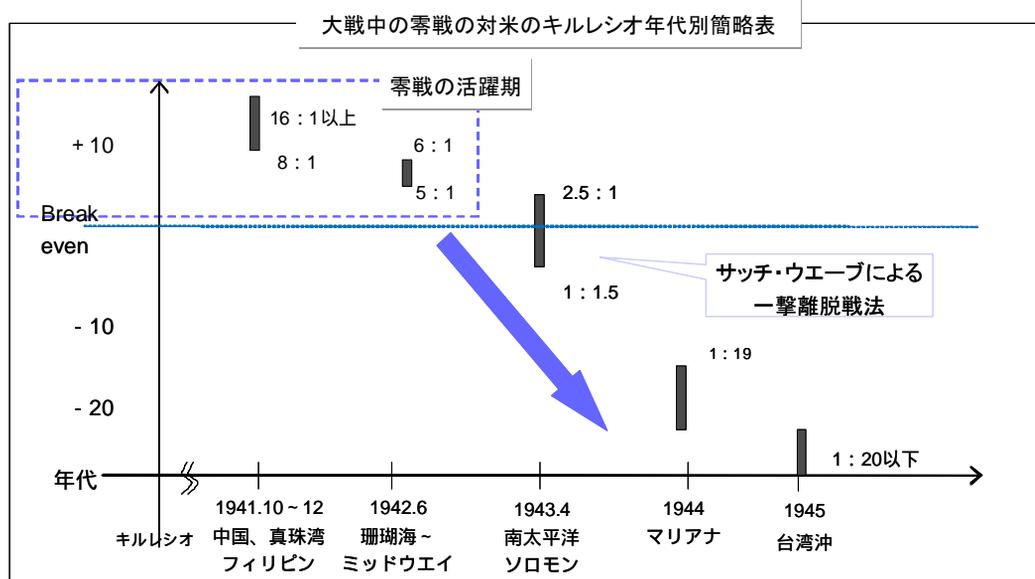
当時の九六式戦闘機から練度を高めていた熟練パイロット層の存在と、革新的な長駆戦術が零戦の無敵の要因であったと想定する。堀越二郎も著書『零戦』で「陸上戦闘機に打ち勝つ性能をもった世界最初の艦上戦闘機であったこと」が、戦術の多様性を可能にし、当初の快進撃を齎したと省察している。このような戦術的イノベーションを想定し、実現した母体となったことが名機とされる第二の要因であろう。

空母機動部隊で遙か遠方の敵勢力範囲まで進出し、広範囲で敵陸上基地の攻撃、敵艦隊の撃滅、上陸部隊の支援等を行える機動部隊の戦術は、日本海軍のそれが初の試みであり、それも画期的なイノベーションであったとされる。この機動部隊運用も上空護衛の航続時間が長い零戦の存在があってこそ運用されたものである。



・一年しか持たなかった優位

しかし、その戦術的アドバンテージも急降下速度の遅さと熟練パイロットの喪失、加えて連合軍側の航空機の性能飛躍によって1年程度しか続かなかった。当初は10対1や5対1というキルレシオを誇ったが米軍がほぼ無傷の機体を手に入れて研究し、新たな戦法の導入と新鋭機の投入の本格化により、零戦の優位は崩れ、その欠点を克服されることは無かった。一方、零戦は小規模の改良を重ねるのが精一杯で前線で戦い続け、片道2000キロといわれる侵攻作戦などに酷使され、すり潰され続けた。1944年にもなると、初期の勝利を支えた熟練パイロットもほぼ喪失し、マリアナ沖海戦や台湾沖航空戦では、零戦は悲惨なまでの惨敗を喫した。マリアナ沖海戦に参加した零戦151機のうち、生き残ったのはわずか17機であった。さらにF6Fの零戦に対するキルレシオは1対19という状況が米軍に報告されている。(下表)



・技術サイドも上層部もライフサイクルを理解していた

戦時中の一機種のライフサイクルは2年とされる。事実技術者層が厚く、高い経済力を持った米国は毎年F4UやF6Fなどの優れた量産戦闘機を毎年導入展開できた。当時の海軍にはその必要を理解していた。海戦当初、万能といっている零戦であったが、その優位性は長期的に維持できるとは海軍も主任技師であった堀越技師も万が一も考えていなかった。「20ミリ機銃と後続距離、それに他の性能も高い基準で揃っている十二試艦戦(零戦)ならばかなり長い期間制空、援護、迎撃の用途に使える。その間に本格的な極地戦闘機を開発する時間を稼げる。(中略)資源が乏しく開発におけるマンパワーなどが劣る日本としては少数精鋭主義に徹する以外、外国に対抗する手段はないという私の信念はますます堅いものになった」(堀越二郎『零戦』)

日米開戦の是非を問われていた山本五十六司令長官の「是非やれと言われれば初め半年や1年の間は随分暴れてご覧に入れる。然しながら、2年3年となれば全く確信は持てぬ」という発言も米国の経済力、資源力のみならず技術力の高さを理解し、早晩零戦はキャッチアップされることを覚悟していたことが想定される。

不幸なのは米国の技術革新に対抗が全く出来なかったことである。旧型になりつつある零戦の改良の緊急性に囚われ新規機種の開発に堀越氏などのトップ技術者を投入せず、いや、出来なくて、その結果、旧式技術で戦闘を重ねることで多くの熟練パイロットを喪失し、練度を損なっていた。特に、零戦の場合、その戦力の高さの要因がパイロットの技能であったことから、総合戦闘力は幾何学的に減少するバッドサイクルにはまってしまったことになる。

しかしながら、零戦は2年はおろか、終戦までの4年以上も酷使された。パイロットの生命を護る機能が殆どない設計のまま本来の想定以外の任務に長期間酷使されたことは設計ではなく、運用と改造の遅れに問題があるとすべきである。

長い大戦の間、特に後半絶望的な性能と物量の差異の中、多くの人命を磨り潰しつつ戦い続けた。しかし、なぜ戦争の帰趨を決める航空戦力への技術革新がなされなかったのであろうか。

III PROSPECTS

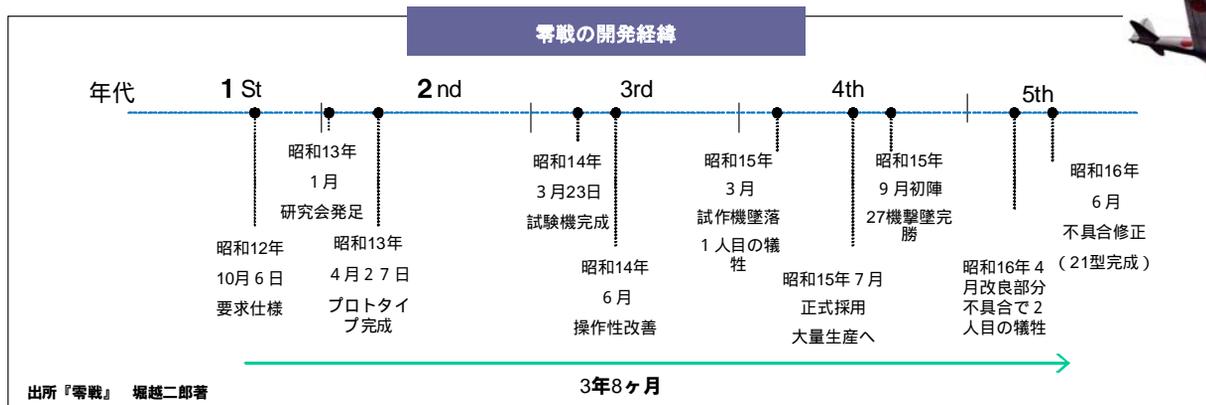
・貧資源国ならではの選択・万能機

零戦が「設計に余裕が無く発展性が殆ど無い」もしくは「設計上のバランスからすればゼロ戦に防弾装備をつける改良は難しかった」として、これが零戦設計の問題点と指摘されるが、そもそも当時の設計自体が過酷な要求仕様に対して血のにじむような製造技術の革新も取り入れつつ、さらに長期に亘る改良を加えた上で、非力なエンジンを採用した状況で最善のものを達成した。また、42年中まで改造不良の対応をしていた。その点から省察するに設計に余裕があることが許される状況では無かったと考えるのが妥当である。

最大の課題は次期量産機の設計が遅れたということである。零戦は先のページの表にあるように1943年中盤で既に2年が経過しており、交代すべきものであった。それを酷使され続けたことでパイロットを喪失したと結論づけられる。野球でいえば全試合連続先発をさせられているようなものである。それは零戦が迎撃でも侵攻でもどの方面もかなり高いレベルの性能を持った万能機であったことを証明している。加えて緒戦の華々しい活躍が不敗神話となり、他の航空機に変えるという必然性を抑えてその資源を改良に回してしまったという不幸があった。全部で10,430機という脅威の生産数は海軍戦闘機の大半は零戦を作製したことを示している。

・零戦でさえ開発に4年弱・設計から量産まで4年近く掛かる当時の日本の技術力の限界

つまり最大の問題は後継機の導入がなされなかったことである。その理由は零戦の開発経緯を見ると容易に察しがつく。零戦は平時という好条件でも開発に昭和12年から16年と4年弱かかっている。技術開発のキャパシティが圧倒的に無いのである。これが戦時になると人員や資源の制約、既存機種改良などで開発生産性は半分以下になる。米国が毎年改良された量産機を導入してきたのは「技術者層は2倍、資源は10倍」とされたキャパシティの差異から来るものである。当時の日本軍に2年毎に後継機種を導入すること自体、夢であったのである。



・後継機の烈風は4年かけても実現せず

紫電改こそ唯一局地戦闘機として対等に活躍できる機種を得たが、艦上戦闘機として期待された烈風は終戦まで実戦配備出来なかった。零戦開発から2年後の昭和15年末後継艦上戦闘機として開発計画を内示したものの、高出力エンジンが無いことと、堀越二郎が設計陣が当時量産が開始されたばかりの零戦二一型の完成に向け手一杯であったため、実質的には零戦の陳腐化が問題になった昭和17年4月にずれこんだ。

最高速度600km/h以上武装20mm機銃2挺、13mm機銃2挺という強力な仕様の烈風は相次ぐ零戦の改修や物資の不足、工場環境が整備されず、試作機の完成は約2年後の昭和19年(1944年)10月にまでずれ込んだ。飛行試験においては最高速度、上昇力機能も仕様を満たした上、空戦フラップを使用すれば零戦を凌ぐ空戦性能を発揮できると、零戦の再来と期待された。しかし、その後のB-29による爆撃等のため大量生産は絶望的となった。

1944年ともなると1機あたりのアルミニウムを如何に削っていたかという物資の厳しい状況(右図)が把握できる。資源と技術者の欠乏から後継機は4年かけても実現出来なかったのだ。

<航空機1機当たり使用アルミニウム>

	航空機生産機数(機)	1機当たりのアルミニウム(t)
1942年	10236	6.4
1943年	20234	5.3
1944年	26364	3.8
1945年(1.4期)	4499	2.2

(出所) J.Bペーコン

・分散投資という愚の再生産

航空戦力が趨勢を決定する近代戦においては当時の日本は開発力ひとつとっても2年以上の長期戦はとり得なかったことが改めて認識出来る。「技術者層は2倍」以上と認識されていたことに加え、技術開発戦略でも初歩的な誤りを是正出来なかった。それはただでさえ少ない開発技術者を既存機種の改良に半分割いたこと、陸軍と海軍で分割開発をしたこと、機種カテゴリを増やし、分散投資をしたことである。新機種開発の資源が2分の1の4乗数で16分の1となったことで、新機種投入は更に困難になっていった。性能向上が果たせなかった大きな原因としては、戦闘機開発政策の集中戦略の欠如が挙げられる。

また、モジュール型を採用していたP-51と比較すると3倍掛かるという開発効率の悪さや、設計製造拠点の集約が無い点、部品供給拠点の過度な集中による資材の隘路など、生産面に関しても問題点を指摘できる。

・貧資源国という制約から来る戦略オプションの選択の隘路

改めて十倍といわれる当時の日米の資源の大差の状況を見ていきたい。鉄鋼量の開きは1940年代で日本の国際シェアが3%であるのに対して、米国は43%と実に14倍もある、さらに石炭生産量を取ると、日本の国際シェアが4.8%であるのに対して、米国は38%で8倍になる。しかしながら1941年から日本は血のにじむような努力で航空機だけは陸海軍合わせて48,700機(うち戦闘機は29,000機)と米国の180,000機(うち戦闘機は90,000機)に対して1:4(戦闘機は1:3)までの生産にこぎつけた。但し、例として航空母艦の数は正規空母と補助空母合わせ、日本が22隻だったのに比べ米国は115隻とこれも5倍以上である。資源の違いは兵器の物量では圧倒的な差異として表れていた。

10倍以上の資源を持ったこのような絶対的な資源差に対抗するためには10:1というキルレシオを連戦連勝で続けることに加え、資源が枯渇する前に早期の講和へ持ち込むというシナリオしかありえない。そのためにも、航空機であれば攻撃力重視になりがちになり、加えて万能機の開発に絞るというような技術戦略に不可避免的に陥ったのだ。

・デスクラプティブテクノロジーを持てる強国の戦略

対照的に資源国の戦略オプションの豊富さは眩い位である。当時の日本がレーダーなど情報機器の重要性を、国内にマグネトロンなどの技術素養があるにも関わらず認識できず、高い優先度を持たせなかったことは有名であるが、より示唆に富む事例としてはVT信管の開発である。防空のためだけに開発された近接流弾である。

これは海上戦力の消耗した日本軍の攻撃が自爆を含む航空攻撃になることを見越しつつ、日々過激化する自爆攻撃に対して、いかに効率よく防御するかという目的だけに膨大なコストをかけて開発された。相手の特定の長所を無効化するための技術の概念をデスクラプティブテクノロジー(破壊的技術: disruptive technology)と呼ぶが、VT信管の開発も共通する要素が発見できる。「物量の米軍」といわれるが、その真の姿とは合理性を追求した新戦法の導入に熱心なイノベーターである。そこにおける技術思想は、攻撃力以外に明確な目的別に計画的に開発・導入され、結果として、量を質に転化させる「合理性」の追求がなされている点は大いに学ぶべき点がある。

またB-29戦略爆撃機の導入も、敵戦力の喪失に固執するのではなく、敵生産力への打撃という戦略方針を打ち立てたことが効果を奏している。潜水艦の方策にも、日本軍がこれも敵戦力の撃滅に固執したこと比べ、通商破壊に用いたことなど枚挙に暇がない。

<粗鋼生産の国際比較> (単位:千トン、カッコ内は世界を100とした%)

	日本	アメリカ	イギリス	ドイツ	世界
1870年		70 (10)	230 (33)	170 (24)	700
1880年	2.4 (0)	1267 (29)	1316 (30)	733 (17)	4400
1890年	2.3 (0)	4346 (35)	3636 (29)	2232 (18)	12400
1900年	1.1 (0)	10351 (36)	4947 (17)	6646 (23)	28500
1910年	252 (0)	265512 (44)	6476 (11)	13699 (23)	60500
1920年	811 (1)	42807 (59)	9212 (13)	8538 (12)	72500
1930年	2289 (2)	41351 (44)	7443 (8)	11511 (12)	95000
1940年	6850 (3)	60765 (43)	13183 (9)	19141 (13)	142000

(出所) 安藤良雄編「近代日本経済史要覧」東京大学出版会、29ページ

<石炭生産量の国際比較> (単位:千トン、カッコ内は世界を100とした%)

	1930年	1935年	1940年	1945年
世界a)	1150000	998000	1185000	1021000
日本b)	31376 (2.7)	37762 (3.8)	56313 (4.8)	29880 (2.9)
アメリカ c)	487078 (42.4)	382634 (38.3)	462045 (39.0)	571420 (56.0)
イギリス d)	247775 (21.5)	225805 (22.6)	227898 (19.2)	185717 (18.2)
ドイツ e)	142699 (12.4)	132389 (13.3)	173043 (14.6)	35484 (3.5)
フランス f)	53900 (4.7)	46213 (4.6)	39323 (3.3)	33313 (3.3)

(注) 亜炭褐炭を除く。山元消費を含む。a)はソ連・中国を除く。 b)は通産省調べ。 c)の1930年は亜炭を含む。d)は北アイルランドを除く。 e)の1945年は西ドイツ。 f)の1940年は7月以降アルサス・ロレーヌを除く。

(出所) 東洋経済新報社編「完結昭和国政総覧」第3巻、東洋経済新報社

IV MANDATE

・兵器のブランド化が齎すもの・悲劇から学ぶ機会を逸してはならない

侵攻を行った当該国では零戦も破壊兵器である。零戦という兵器を持てはやすことにどのような意味があるのだろうか。零戦という兵器を「日本人としての誇りのよりどころのひとつ」と看做すならば、その意味するところは「限られた資源と条件の下、最先端分野において世界に誇れる技術開発を行えたこと」にある、ということになるだろう。あるいは「技量卓越した名パイロット達に最適化されたスペックで、航空戦史に新たな戦術を開拓したこと」もその一つかもしれない。「小さいものが大きいものを破る」牛若丸轟頂の方には胸のすく思いがあるだろうし、零戦というシンボルにブレイクスルーのノスタルジーを見たくなる心情も理解できない訳ではない。

しかしながら歴史を虚心に振り返れば、その兵器としての生涯の大部分は南方作戦やマリアナ海戦に代表されるような戦略の無策と、新たな戦訓を無視した過去の成功体験への固執による、イノベーションのかけらも感じられない消極的選択肢の担い手にされた。結果行きつく先は「特別攻撃」という名の不条理であった。単体技術としての一時的成功だけを見て、戦略の無策と成功体験への固執によるイノベーションの立ち遅れがもたらした悲劇を忘れてはならない。

・我が国産業イノベーションの伝統的問題の象徴

もちろん、上記の評価は今日的観点からの、いわば結果論であることは論を俟たない。「脆弱な機体」といった表現を使ったが、10数年以上の技術蓄積の遅れがあり、加えて非力なエンジンと少資源という著しいハンディキャップを抱えながら、あえて剛性を弱めた(=脆弱な)機体を作ることで世界最先端の性能を引き出したこと自体が驚異そのものであり、非合理とも言うべき画期的開発であることは間違いない。

但し技術マネジメントコンサルタントの観点からは、零戦の類は再現性のない「奇跡」に属するものと考えざるを得ない。国や企業のマネジメントは、そもそも不利な開発条件での仕事をさせないような事前の環境整備こそがミッションであるので零戦のおかれた開発環境では「国力相応の集中選択型の技術投資計画に立ちもどるべき」と言わざるを得ないし、そうしないで無理な要求を通してしまうのはむしろマネジメントの貧困性を露呈している。

例えば当時の米国の技術陣に同じ条件で開発を依頼したら、おそらくこの条件では開発できない、開発計画はやめるべきである、という良心的であり合理的な、技術者ならば至極当然の返答を返すであろう。しかし、我が国の技術者は、この手の不合理を「チャレンジングな目標」として情熱を燃やす悪い癖がある。そしてたまさか奇跡を起こしてしまう例もある。例えばウオークマン型プレイヤーやVTRなども「奇跡の系譜」につながるであろう。奇跡再発生は奇貨として、五分以上の戦いが続けられる技術開発と環境整備のマネジメント力の獲得維持こそが改めて重要になる。

少なくとも我が国は技術イノベーションを起こせる高い資質を持った民族であり、それは皮肉にも少資源やマネジメントの貧困の克服という暗いDNAがもたらしている気がする。

・「日本的」成功譚の超克を

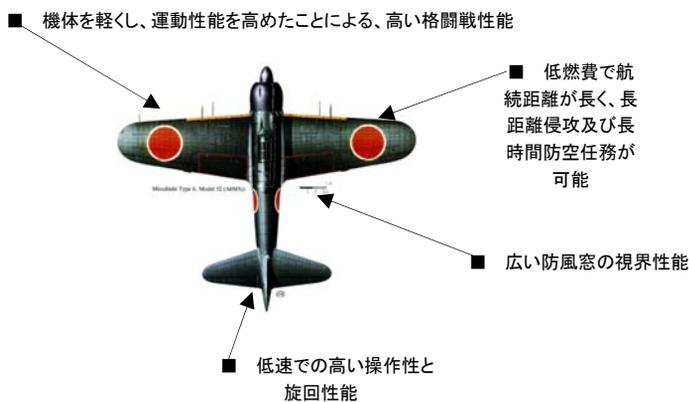
先の大戦から半世紀以上が経ち、情報通信・製造業を筆頭に世界は新たなグローバル競争の時代を迎えて久しい。今日のグローバル競争とはすなわち「むき出しの資本主義／知本主義のスピード競争」であり、前世紀の戦訓にどっぷり漬かった我が国産業界には再びの経済的敗戦を迎える危機が迫っている、とも言われている。iPhoneなどはある意味、ウオークマン等の単独デバイスへの破壊的イノベーションとも言える。破壊的イノベーションは従来の価値基準のもとではむしろ性能を低下させるが、新しい価値基準の下では従来製品よりも優れた特長を持ち、新たな価値観を創出できる。イノベーションの主領域は国際的にデバイスからプラットフォーム、データに推移しており、気がついたらその基盤に飲み込まれるという危険性を孕むようになってきている。

かかる危機を乗り越えるためにも、いまこそグローバルな標準技術とビジネスモデルの動向を絶えずキャッチアップしつつも、多様な価値観の元で技術開発の種を増やし、新しい価値基準に適合した・あるいは新しい価値基準そのものを作り出すことが重要である、と我々は考えている。

より重要なことは海外発の破壊的イノベーションにいち早く「乗る」ための技術・製品体系全体のイノベーションであり、それをもたらすための才能の芽を摘まず、むしろそれを生かす/あるいは既成概念にとらわれないマネジメントによる不断の環境整備ではないだろうか。イノベーションの重要さは更に増している。「単体で勝ち、運用に負けた」零戦の悲劇を繰り返さないことが、民族のイノベーションの高い潜在力を証明してくれた歴史に答えて行く方策ではないだろうか。

・「零戦」が象徴するのは「栄光」ではない。歴史的ともいえる我が国の「産業の脆弱性」の克服である

零戦というブランドでメイド・イン・ジャパンのブレイクスルーのノスタルジーを見ているのであれば明日はないだろう。我々は日本企業を勝たせるためにコンサルティングをやっている。勝つためには弱点を再認識し、それを超克するために脳細胞を注ぎ込むのである。栄光の新たな解釈を付け加えるのは意味がない
グローバル化による技術革新の加速化は著しく、技術の陳腐化のリスクは増大しており、イノベーションの重要性は更に増していると実感している。国際標準技術の分野であるならば、さらに今後も続くであろう、海外からのイノベーションの波動を早期に掴むためにも、また国内技術者達の才能の芽を更に伸ばすためにも技術フォーラム、コンソーシアムへの早期の戦略的な対応・参画が強く望まれる。



“零戦開発”に見る日本式国際技術戦略の問題点

著作・編集 奥村 文隆(コーポレートディレクション)
監修・協力 小杉 友一(コーポレートディレクション)
辻村 千尋(コーポレートディレクション)

主な参考文献、引用

..

技術者たちの敗戦 前間孝則 著
零戦 堀越二郎著
貧国強兵 森本忠雄著
ものづくり敗戦 木村英樹著
零戦燃ゆ 柳田邦夫著
MADE IN JAPAN(メイド・イン・ジャパン)—わが体験的国際戦略 盛田 昭夫
永遠のゼロ 百田尚樹著

主な参考サイト

<http://illust-uni.com/koukuuki.html>(フリー画像)
<http://free-images.gatag.net/html>(フリー画像)
<http://ww2.wt.tiki.ne.jp/~nagamo/zoro.htm>(フリー画像)
<http://www7.plala.or.jp/kutaragi/page097.html>(零戦の真実)
<http://dic.pixiv.net/>(零式艦上戦闘機)