

戦間期航空機産業の技術的背景と地政学的背景 —海軍航空の自立化と戦略爆撃への道—

2015年5月30日

小野塚 知 二

I 航空機産業の製品面での発展の方向性^{*1}

(1) 高速化:航空機草創期～1960年代(輸送機も戦闘機も70年以降は高速化していない)
戦間期に関してはまずは、レース、郵便航空、戦闘機から始まり他の機種(輸送機、爆撃機等)も1930年代以降高速化の方向性の定着。軍民双方で共通に追求された。

(2) 大型化: 第一次世界大戦期～1960年代(70年以降はほとんど大型化していない)

戦間期に関しては、何よりも輸送機と爆撃機の大型化。やはり軍民共通の方向性。

(3) 長距離化: 特に1930年代から1960年代まで(1960年代以降は鈍化)

戦間期に関しては、まず何よりも郵便機・輸送機の大陸間輸送(象徴的なのはフランス・アエロポスタル社のアフリカ・ダカールと南米・ナタール間約3000km、あるいはニューファウンドランドとアイルランド間の約3200kmのいずれも大西洋横断路線、ニューヨーク=パリ間の約6000km、ロサンゼルス=ホノルル間の約4000km)。ついで軍用機の渡洋爆撃・洋上哨戒(航続距離4000kmないしそれ以上≡艦隊で2ないし3日の航程を半日以内に哨戒・爆撃)。これも軍民共通の方向性。

航空機の高速化・大型化・長距離化(大量に生産・運用された輸送機・爆撃機 1903-1990年)

	1903	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1990
	Flyer	Faman III	Vimy	TB-3	B-24	B-36	B-52	B747-100	B747-400
巡航速度(km/h)	48	60	150	180	350	650	900	900	900
最大離陸重量(kg)	338	550	5,000	17,200	30,000	186,000	219,600	350,000	412,800
搭載量(kg)	64	c. 190	1,100	2,000	5,800	39,000	22,700	67,000	70,000
航続距離(km)	c. 10	230	1,500	1,400	4,000	11,000	16,000	11,000	14,205
戦闘機の最大速度(km/h)			220	330	670	1,100	2,450	3,490	2,500

(4) 陸上機化: 顕著に1930年代～50年代。水上機・飛行艇はそれ以降は特殊用途のみ。

①大型化・長距離化: 軍民ともに、当初(2)と(3)の方向性は滑走距離が長くても構わない飛行艇によって追求されたが(ドルニエDo. X(1929年)、シコルスキS-42(1934年)、マーチンM-130チャイナクリッパー(1934)、川西航空機九七式飛行艇(1936)、ショート・サnderランド(1937)、ボーイング314ヤンキークリッパー(1938))、発着場所が海岸や大河河口に制約されるし、水上での取り回しや整備が不便だし、高速化には不利。⇒三菱九六式陸上攻撃機(1935)/陸上輸送機(「ニッポン」号など、1939)、ボーイングB-17(1935)、ダグラスDC-3/C-47(1935)、ヴィッカーズ・ウェリントン(1936)、ロッキードL-14スーパーエレクトラ(1937)、ダグラスDC-4E(1938)、三菱一式陸上攻撃機(1939)、ダグラスDC-4/C-54(1942)、ロッキードL-049/C-69コンステレーション(1943)など大型陸上機の登場。大都市間輸送の直結・高速化や内陸部爆撃など、1930年代中葉以降の軍民共通の方向性。

*1 ここに挙げた7点のほかに、有人ステルス軍用機やCV-22/MV-22 Ospreyなどはいまもしばしば話題になるが、これらはいずれも技術的には袋小路の存在で、発展の可能性が乏しいだけでなく、上述の(1)～(5)のように発展の結果が、今後も永く利用され続けうるものでもない判断して、ここでは取り上げない。

②海軍配備の小型航空機(偵察機・戦闘機・雷撃機等)の空母搭載化：第一次大戦期以来、海軍の小型軍用機は海上に着水できる飛行艇ないし水上機が主流であったが、基地が海岸に限定されるうえ、艦船に搭載する場合は、船を一旦停止してデリックで海上に降ろすか、大きなカタパルトを艦尾に備えてそこから発射するしかなかった(この場合も着水後は、停船してデリックで甲板上に引き上げざるをえない)ので、運用が大いに制約された。縦通甲板を有する大型艦船で陸上機を運用できるようにする(航空母艦を実用化する)なら、停船する必要はないし、陸上基地と空母の両方で同じ機体を運用できる。

(5)陸上・河川湖沼交通の代替手段：1910年代～50年代[現在もドクターヘリ、救難ヘリ等] 歩行・騎行、馬車、自動車、小舟艇の代替手段として、カナダ・シベリア・アフリカなど未開地の交通を一挙に高速化し、道路や鉄道の通じていない場所を結び付けた。「処女地開発」や内陸部油田・鉱山開発の重要な手段。おもに民需ないし官需。1920年代のカナダは、南部の大都市間輸送は鉄道が担い、海・空から攻めてくる敵は想定しないから航空戦力の必要性もほとんどなく、最大の需要はこの陸上・河川湖沼交通の代替手段としての航空。カナディアン・ヴィッカーズの経営戦略の合理性と1920年代のカナダ航空界の限界⇒第4報告(福士)

(6)経済性の向上：1950年代～現在進行中

1950年代に進行したガソリン(レシプロエンジン)から灯油(ジェットエンジン)への変化(燃料単価低廉化)と、1960年代以降持続的に進行中のジェットエンジンの燃費の向上(1950年代のターボジェットと比べると、現在の高バイパス比ターボファンは約半分の燃料で同じ推力を発生する)。民間輸送機主導。

(7)無人化(自律制御ないし遠隔操縦)：[1940年代～]殊に1990年代～現在進行中

RQ-1/MQ-1 Predator, RQ-4 Global Hawk, 各種ドローンなど。軍民双方で追求。ステルス機とは兵士の生命の政治的・社会的コストが高い場合の有人機の進化方向だが、発見されにくくすることよりも、そもそも無人化・ロボット化する方が、高機動性(人体の耐えられない高G旋回など)も可能になるので、長期的な観点からはそちらが進化の正道であろう。民間の小口輸送や僻地輸送の分野でもこの方向性は進化の可能性が高い。

II 戦間期の発展方向を可能にした技術的な背景

(1)機体構造材料の変化：全金属製機体

草創期の航空機の機体構造は、ライト兄弟だけでなく、モジャイスキー(Александр Фёдорович Мажайский, 1825-90)、リリエンタール(Otto Lilienthal, 1848-1896)、二宮忠八(1866-1936)、サントス-デュモン(Alberto Santos-Dumont, 1873-1932)などが用いた基本的な構造は、木材(か竹)で骨格を形成して表面に布を張る木骨羽布張であった。飛行艇や水上機のフロートは羽布では着水時の水圧に耐えられないため、最初から木骨木板張であった(たとえば、『紅の豚』の戦闘艇、あるいは福士報告に登場するヴァイキングなどの飛行艇)。こうした構造の機体は、伝統的な大工・建具師・指物師やボート職人などの木工職人によって、納屋のような場所で簡便な道具を用いて作ることができた。低速で翼面荷重も低い飛行機なら木材と布の構造は軽量で合理的であったし、翼間支柱と上下の翼全体の構造で強度を保つ複葉機にしたり、機体のあちこちに張線を張り巡らして機体全体の剛性を担保するなら、相当の大型機もこの材料で製造可能であった(たとえば1913年に初飛行したロシアのイリヤ・ムーロメツ(Илья Муромец)は翼幅が34.5mもあったが木製羽布張であった)。

しかし、高速化という発展方向を追求するなら、複葉ではなく単葉とし、支柱も張線も取り払った片持ち翼(cantilever wing)の機体構造にしなくてはならず、また、高い翼面荷重に耐え得ない羽布張は高速化にとっては不利な構造となった。したがって、単葉片持ち翼とし、また機体表面の平滑性を高める技術的な方向性は、木製モノコック(翼桁などを除けば木製外板のみで強度を保つ構造、応力外皮構造、張殻構造)か、金属製セミモノコック構造(金属、おもにアルミ合金の細い骨格にアルミ合金の薄板を張って骨組みと外板の両方で強度を保つ構造)のいずれかであった。前者の最初の例は1912年のドペルデュサン(Deperdussin (SPAD))のモノコック・レーサーで*2、後者の最初の例を厳密に確定するのは、「セミ(準)モノコック」という概念ゆえに困難だが、1915年のユンカースJ.1(ただし鋼製)から、1919年のユンカースF-13、1924年のドルニエDo-Jヴァール飛行艇、1926年のフォード・トライモーター輸送機、1929年のユンカースG-38輸送機等々の金属製単葉片持ち翼・鋼管骨格・ジュラルミン波板外皮構造を経て(全金属製化という点での1920年代ドイツの先進性⇒第1報告(永岑)、ロールバハ社のH. A. Wagner技師の張力場理論)、1930年のボーイング200/221A(Monomail)によって確立し、1931年のボーイングB-9、1932年のボーイング247旅客機、1933年のダグラスDC-1など30年代中葉までに定着して、現在まで続く航空機の基本構造となった。しかも、金属製の厚い片持ち翼は巨大な燃料タンクとしても最適で、長距離化の発展方向も、これによって可能になった。

(2) 大出力機関の利用可能性

第一次大戦中に実用化された航空機用機関：250馬力級(R. R. Eagle, Mercedes D. IV)

1920年代後半：500馬力級(R. R. Kestrel, P. & W. R-1340 Wasp)

1930年代：1000馬力級(R. R. Merlin, P. & W. R-1830 Twin Wasp, DB-600)

1940年頃：2000馬力級(P. & W. R-2800 Double Wasp, R. R. Griffon, Bristol Centaurus)

1945年頃：3000-4000馬力(P. & W. R-4360 Wasp Major, Curtiss Wright R-3350)

(3) 引込脚：引込脚の実用化は高速性を要求される郵便機(ボーイング200(Monomail, 1930年)から始まり、1931年のボーイングYB-9、1932年のボーイング247旅客機、1933年のダグラスDC-1旅客機、そして最後に戦闘機ではソ連のポリカルポフИ-16で、引込脚化が急速に進展した。

(1)(2)(3)はいずれも、自動車産業と共通の技術的基盤。戦間期の航空機の発展方向自体が軍民共用であるだけでなく、自動車産業との共通性を通じて軍民にまたがる性格。航空機の全金属製セミモノコック構造は、1930年代の自動車(たとえば、タトラT97(1937年)やVW初代(1938年)のような流線形車体)の全鋼製セミモノコック・ボディと類似した技術だし、機関も、殊に初期(1920年代頃まで)は自動車と航空機との共通性は高かった。固定脚は棒の先に車輪を付けたようなものだが、引込脚とは構造的にも、用語的にも(「ストラット」など)、自動車の懸架装置に類似した技術である。⇒第2報告(西牟田)

*2 木製モノコック構造は、ドイツのアルバトロス戦闘機(1916年)、ロッキード・ヴェガ(1927年)などを経て、ジュラルミン製セミモノコックが主流となった1930年代中葉以降も、LaGG-1(1939年)からLa-5(「スターリングラードの木の英雄」)にいたるソ連戦闘機、イギリスのデハヴィランドDH. 98モスキート(1940年、「木製の奇跡」)から、デハヴィランドDH. 100ヴァンパイア・ジェット戦闘機(1943年)にいたるまで、主として戦時のジュラルミンの量的制約への対応と、ステルス性から、開発・生産と運用は続いた。

(4) 沈頭鉋 (flush rivet) : 1935年Hughes H-1 Racer、九六式陸上攻撃機

木製モノコックや全金属製セミモノコックによって始まった機体表面の平滑化を完成させたのがこの沈頭鉋で、1930年代後半に急速に普及した。

Ⅲ 戦間期の発展方向を求めた地政学的な背景

(1) 大陸間輸送：属地的ではない航空輸送業の発展

フランス、アメリカ、ドイツの中南米進出。しかも郵便輸送にとどまらず、旅客輸送への展開で機材の大型化。ルフトハンザはこの点ではユーラシア大陸内の輸送網に関しては完全に属地的(ほぼ500kmごとに着陸しては給油し、旅客と荷物の積み卸しをする空輸システム)で、大型機は必要でも、長距離化の必要性はなかったが、南米進出が長距離化を必要とした。パンナムや英国海外航空は初発から大陸間輸送、洋上飛行を念頭においていたから、長距離化を必要としていた。⇒第3報告(高田)

(2) 陸上大型機による敵艦隊の哨戒・攻撃：「海軍航空」の新しい方向性⇒Ⅳ

Ⅳ 海軍航空、戦略爆撃、戦後の大量空輸

(1) 「海軍航空」の新しい方向性：

海軍航空は、草創期から、小型の水上機か艦載機で、海面ないしは艦艇に縛られていた。それゆえ、たとえば2000km離れた敵艦隊を発見・攻撃するには水上機母艦や空母で約2日間かけて1500km先まで進出し、そこから偵察機が4～5時間をかけて500km先の敵艦隊を発見し、その後ようやく艦載機による攻撃が可能となる(出動から攻撃完了まで3日間、帰投までは5日間を要する)が、陸上発進の大型長距離機なら2000kmを6～7時間で進出して哨戒・敵艦隊発見後直ちに攻撃可能となる(半日仕事への短縮)。敵艦隊に対応する航空戦力の所属は海軍である必要がなくなる。「海軍航空」概念の見直しの必要性。

(2) 日米での海軍航空用陸上大型機の同時開発(1930年代前半：ロンドン軍縮への対応)

九六式陸上攻撃機(日本海軍)1935年7月、制式1936年、航続距離4500km(のち6000km)。
ボーイングB-17(アメリカ陸軍航空隊)1935年7月28日、配備1938年、航続距離要求4000km(のち5800km)。B-24(1939)やその海軍型PB4Y-1(1941年)、PB4Y-2(1943年)も。

FW-200Condor(当初ルフトハンザ向け長距離旅客機、後ドイツ空軍)1937年7月、軍用配備は1939年、航続距離3500km。

イギリスにはこれらに相当する海上哨戒・渡洋爆撃の発想はなく、爆撃機に求められたのは基本的にドイツ往復の性能のみ(一部に沿岸哨戒機の試み)。ソ連空軍の爆撃機も同様に属地的で、長距離化は第二次大戦末期以降(B-29の鹵獲・リバーズエンジニアリングのコピー生産Tu-4)⇒日本の一式陸上攻撃+人間爆弾桜花(有人巡航ミサイル)の組み合わせが敵艦隊に及ぼしうる潜在的な脅威を、Tu-95(1952年～、TU-4=B-29と同じ胴体直径)と諸種の巡航ミサイルで実現=攻撃型原潜とともに米艦隊に対抗しうるソ連海軍の手段。

(3) 戦略爆撃、戦後の大型輸送機の起源

第二次世界大戦前からの戦略爆撃(殊に重慶爆撃などの長距離爆撃)の起源は日米双方において洋上哨戒長距離陸上機という「海軍航空」の新しい方向性によって開拓された。その技術的延長上に、戦後のレシプロ大型輸送機、またジェット戦略爆撃機(B-47、B-52)+核爆弾・巡航ミサイル、さらにその延長上にジェット輸送機時代。