

ジュピター発動機についてのまとめ

九一式戦闘機学術調査報告 不定期連載 その10

1. はじめに

今回は、九一式戦闘機の搭載発動機であるジュピター・エンジンについてまとめてみたい。とくに中島で生産していたジュピターⅦ型は、じつはⅦ.F型であったという、いままで知られていなかった事実を発見したことを報告したい。

また、学術調査プロジェクトが購入したノーム・ローン社製のジュピターについても、これまでの調査結果を示す。

2. ジュピター

九一式戦闘機（以降、「九一戦」と記す）一型は、英国ブリストル社のジュピター発動機を中島飛行機製作所がライセンス生産したものを装備している。

それではジュピターとは、どのようなエンジンだったのであろうか。

●その歴史

第一次世界大戦中の航空用空冷星型エンジンは、後の零戦などのものとは異なり、クランクシャフトが固定でシリンダー自体が回転するロータリー式であった。この方式はその耐久性や出力増加について、頭打ち傾向が見られていた。

その状況下、英国のコスモス・エンジニアリング社で、500hpを目標にしたロータリー式ではない固定式9気筒エンジンの開発が始まった。

これが「ジュピター」（木星の意）で、大戦末期の1918年秋には、試作機が475hpを記録している。

コスモス社ではA. H. ロイ・フェッデン（1885～1973）をチーフとして、ジュピターと並行して複列14気筒エンジンも開発していたが、資金が尽きて倒産。その技術を惜しむ英航空省は、ブリストル社に買収を打診（なかば、強要に近いものだったようだ）、フェッデンらコスモス社の技術者（32名）は、ブリストル社に移籍する。これは1920年1月のことである。

7月にエンジン部門を設立したものの、快く思っていないブリストル社の首脳陣は、「2年間に20万ポンドの予算で、新エンジンの開発」をフェッデンらに課した。

1年後には予算額をほぼ使いきる状況となっており、首脳陣はエンジン部門の切捨での検討を始める。しかしフェッデンらはシリンダーの膨張抑制機

構を備えたジュピターⅡ型を完成。英航空省の型式テストに合格した後、秋のパリ航空ショーに出品する許可を会社から得た。1921年10月、ショーに出品されたジュピターは世界の注目を浴び、フランスのGnome & Rhône社が製造権を購入するに至った。これを契機に、ジュピターは1930年代前半まで発展を遂げ、最終的にジュピター（～Ⅺ型）は英国内で1,910基、フランスや日本など世界17ヵ国（※1）で8,000基以上が製造された。

フェッデンはこの成功により、当時の欧州でもっとも高給取りエンジニアの1人となり、1942年には、数々の発動機開発の功績によってナイト(Knight)の称号が与えられた。

●Gnome & Rhône社とジュピター

前述のように、Gnome & Rhône社は1921年秋にジュピターⅡ型の製造権を購入し、ジュピターをメジャーにするきっかけを作った。ここでは、学術調査プロジェクトが購入したこともあり、同社製のジュピターについて示したい。

まず、明らかにしておきたい事項がある。それは「Gnome」（意味は地の精）の発音で、既存書などではグノームとされてきたが、Gは発音しないのが正しい。これは、プロジェクトマネージャーの三野が購入エンジンの調査のため英国を訪れた際、現地の協力者にも確認した。以降、本プロジェクトでは、カタカナ表記の際は、「ノーム・ローン」と統一する。

同社は単にライセンス生産だけでなく、マグネトー（磁石発電機）の取り付け方式を変更するといった独自改修も行なっている。ブリストル製は4本のボルトで垂直に固定だが、ノーム・ローン製は3本のボルトで水平に固定していることが判明している。

同社でのジュピターの名称はGnome & Rhône 9Aシリーズと言い、ジュピターに細かなサブタイプがあるように、9Aシリーズにもサブタイプがある。

（※1）フランス、アメリカ、日本、イタリア、スウェーデン、ドイツ、スイス、チェコスロバキア、ベルギー、ユーゴスラビア、ハンガリー、スペイン、ポルトガル、ソ連、ポーランド、カナダ、フィンランド

ジュピターの足跡

型式	事項
II型	1921年秋のバリ航空ショー出品、仏ノーム・ローン社が製造権を購入。 ・1921年9月、400hp。 ・同月、大戦後初の英国航空省の型式テストに合格。 ・ブリストル“バジャー”戦闘機に搭載。
III型	フランスからの要求で、改善。 ・1922年、フランスの型式テストに合格。 ・ブリストル“ブルーフィンチ”戦闘機などに搭載。
IV型	1923年、英航空省より81基が発注され、ホーカー“ウッドコックII”戦闘機に搭載。 ・1923年3月、436hp。 ・英仏両国の型式テストに合格。
V型	分割クランク軸化、一体型マスターロッド化。 ・1924年、型式テスト(500hp/1,900rpm)。
VI型	クランクケースを鋳造品から鍛造品削出しへ切り替え。加えて、3連気化器を装備。 ・1925年6月、480hp。 ・圧縮比5:1(460hp)、後に圧縮比は、5.3:1または6.3:1に増大。
VII型	機械式過給機装備(460hp/12000ft)。 ・ブリストル“ブルドッグ”戦闘機、ウェストランド“フピティ”多用途機に搭載。
VIII型	ファルマン式減速器装備(減速比2:1)。 ・1927年暮れ、型式テスト。 ・ポールトン&ポール“サイドストラッドIII”に搭載。
IX型	圧縮比5.3:1のまま、525hpに出力向上。
X型	機械式過給機と減速機の両装備(530hp/16,000ft)。
XI型	XI.F、1930年9月に555hp。 ・ショート“カルカタ”飛行艇、ハンドレイページHP.42Eに搭載。 XI.FBM、622hp(2,200rpm)。 ・ハンドレイページHP.42Wに搭載。

分かっている範囲で、9Aa~9Ae、9Ag、9Ak、9Ar、9Asなどがあるが、プロジェクトが購入したものがどれに相当するかは、現地調査でも明らかにできなかった。製造番号も含め、日本での調査が楽しみである。

9Aシリーズを搭載したフランス機は多岐にわたるが、いずれの機種もメジャーではなく、生産数は少ない。

ノーム・ローン社は、他国に輸出した方が多く、その一例にポーランドがある。ポーランドにはP.1→P.5→P.7→P.11と続く高翼戦闘機群があるが、そのうちP.5とP.7が9A搭載で、P.7は150機以上が生産されている。

●日本におけるジュピター

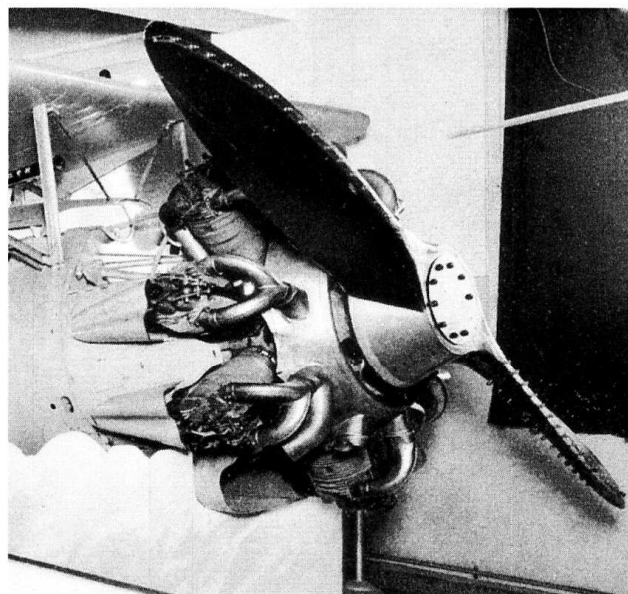
旧軍資料では、大正15(1926)年9月の海軍資料「ジュピター400馬力を、愛知時計電機(愛知航空機の前身)に貸与」というものをもっとも早い。陸軍資料でも次を見ることができ、早くから興味を示していたことを窺わせる。

- ・昭和2(1927)年4月、ジュピターVI型を2基調達。
- ・同12月、陸軍造兵廠が試製特殊発動機設計のため、ジュピターIV型を借用申請。

時期的に中島飛行機製作所(以降、中島と記す)でのライセンス生産以前であり、これらは輸入品と考えられる。

『中島飛行機エンジン史』では、中島がジュピターの製造権を買ったのは大正14(1925)年の秋で、契約日付は12月31日。昭和2(1927)年春にはブリストル社から生産指導のために3人の技師が来日し、翌年秋から中島でのVI型のライセンス生産が立ち上がった、とされている。

また、中島が生産したジュピターは、



九一戦試作機に整備されたジュ式六型420馬力発動機(当時の絵葉書から)。

次の4形式があげられている。

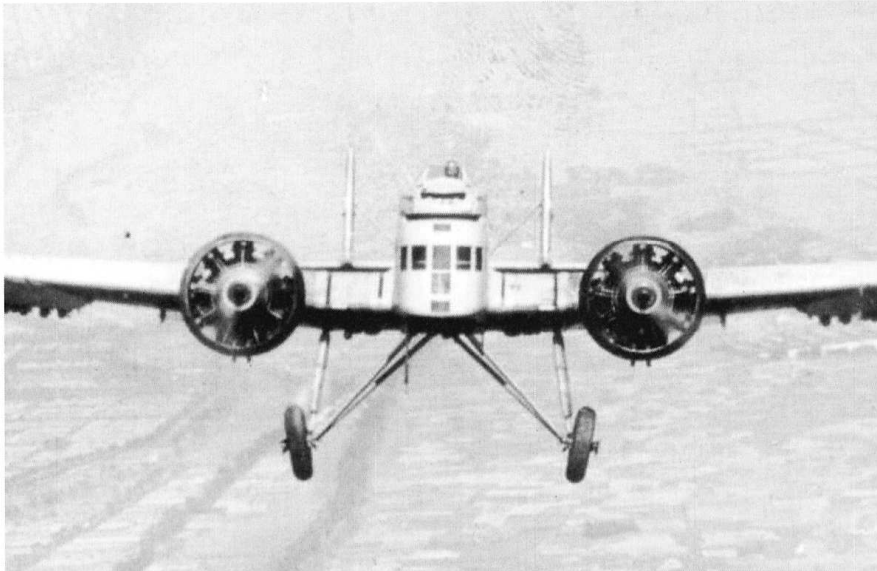
- ・VI型
 - ・VII型
 - ・VIII.F型(ファルマン式減速装置付き)
 - ・IX.F型(ファルマン式減速装置付き)
- VI型は昭和4(1929)年4月に海軍へ採用され、三式一号艦戦(中島製)に搭載された。陸軍では、制式名「ジュ式六型420馬力発動機」として、九一式戦闘機の試作機(NC機)や愛国1号機のユンカースK37に使用され、中島でライセンス生産中の、民間機フォッカー・スーパーユニバーサルにも搭載された。

一方、VII型はジュ式450馬力発動機として、九一戦用の一型と、二型(九三双軽爆一型、九五練二型)が陸軍に採用されている。海軍では、三式二号艦戦がVII型を積んでいる。

●ジュピターVII.F

前掲のVIII.FやIX.Fの「F」は、ファルマン式減速器付きを示すのではなく、別の意味を持つ。これはForged、すなわち「鍛造」で、鍛造鋼からのシリンダー筒とY合金というアルミニウム合金から削りだされたシリンダーヘッドを持つ型と考えられるが、点火時期調整が可変式タイプを「F」とする資料もあり。継続調査中である。

九一戦に使用されたVII型は、どうであろう。市販書籍や前出の『中島飛行機エンジン史』には中島がVII.Fをライセンス生産した記載はない。しかし、



ジュ式450馬力発動機を装備した九三式双発軽爆撃機一型。

同書には7Fのキャプション付きでその写真が掲載されており、中島が生産したエンジンの写真集である『中島飛行機生産発動機写真帖』にも同じ写真(Ⅶ.F)がある。軍関係でも、『ジュピター7F型440馬力発動機取扱法』(昭和7年3月)や、第1次上海事変に派遣された独立飛行第3中隊の九一戦はⅦ.F搭載を示す資料があることから、Ⅶ.Fはごく少数とは考えにくい。

そして今回、プロジェクトスタッフにより、興味深い発見があった。前述したようにプロジェクトマネージャーの三野が訪英した際、現地協力者から“BRISTOL JUPITER SERIES Ⅶ & Ⅶ.F AERO. ENGINES”という資料を借りることができた。その内容から、ⅦとⅦ.Fは外観が異なり、試作機を除いて、九一戦にはⅦ.Fが搭載されていることが判明した。詳細な調査結果は別な機会に譲るが、タイトル写真やこのページ右段に搭載した写真のジュピターも、Ⅶ.Fなのである。中島の生産したⅦ型はⅦ.Fであったという、日本航空史の新たな事実を解明できたと、プロジェクトでは自負している。

3. ジュ式450馬力発動機一型

『ジュ式四五〇馬力発動機(一型)仮説明書』から、外観、諸元表を右に示す。

点火系は、左右2個の磁石発電機(マグネトー)、点火時期調整器などからなり、磁石発電機は国産(AS-9型)の

他、高圧式シンチラ(GN-9D-A)型、英国製BTH型(少数機)があった。これらはクランク軸後端の歯車により駆動され、発電する。点火栓は「テルコ社製 M82」で、各シリンダーに2個ずつ装着され、左右の磁石発電機へ別々に接続することで、点火の確実性を高めている。

本発動機は4サイクル式で、シリンダーは右写真の①→③→⑤→⑦→⑨→②→④→⑥→⑧と1つ跳びで点火される。この1周の間にクランク軸は2回転(すなわちピストンが2往復)し、吸気→圧縮→燃焼→排気の1過程を成す。

また、本エンジンには過給機(スーパーチャージャー)が装備されている。当時は「与圧機」と呼ばれており、諸元表に「与圧力」という項があるのはこのためである。過給機は機械歯車式で、発動機出力の一部を用いてクランク軸の10倍速で遠心式の扇車(羽根車)を回転させ、その遠心力で空気を圧縮してシリンダーに送る。

使用燃料に関しては、昭和13年の軍資料では航空七七揮発油(オクタン価77以上)となっている。これは九二偵や九五練一型と同じで、九二戦や九五戦、九四偵は航空八七揮発油である。

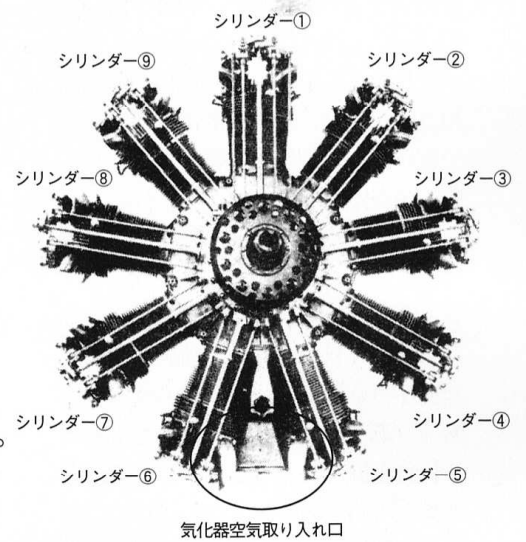
●その生産数

市販書籍では中島飛行機における生産数は、ジュピターⅥ型が約150基に

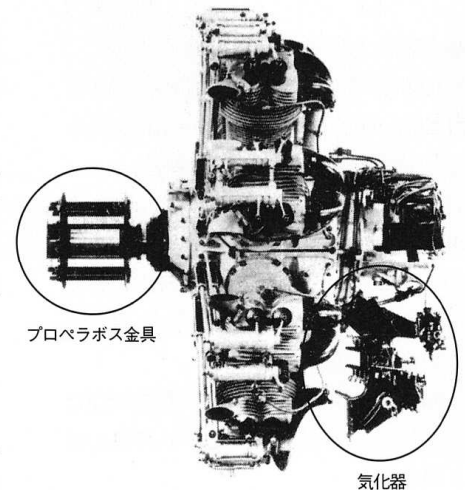
ジュ式450馬力発動機の諸元

気筒数	9単列
気筒中径(mm)	146
行程(mm)	190
全気筒容積(ℓ)	28.7
圧縮比	5.3
正規回転数(回/分)	1,775
正規与圧力(kg/cm ²)	-0.035
地上正規馬力	440
正規高度馬力	2,750mにて480
最大回転数(回/分)	1,950
最大与圧力(kg/cm ²)	0.070
地上最大馬力	540
最大高度馬力	2,450mにて570
気化器	加速用ポンプ付き プリストル3連式
標準油圧(kg/m ²)	4
燃料消費率(g/馬力/時)	240~250
重量(乾燥状態)(kg)	410(プロペラボス金具、 燃料ポンプ含む)
全長	1.230m
直径	1.345m
減速比	直結
回転方向	後方から見て、左 (反時計回り)

ジュ式450馬力発動機の前面



ジュ式450馬力発動機の左側面



陸軍資料にみるジュ式450馬力発動機の製造番号

製造番号	型式	製造年月
7026	ジュ式450馬力一型	不明
7050	ジュ式450馬力一型	不明
7075	ジュ式450馬力一型	昭和7年3月
7111	ジュ式450馬力一型	昭和7年8月
7122	ジュ式450馬力一型	昭和7年8月
7145	ジュ式450馬力一型	昭和7年10月
7184	ジュ式450馬力一型	昭和7年11月
7199	ジュ式450馬力一型	昭和7年12月
7226	ジュ式450馬力一型	昭和8年1月
7257	ジュ式450馬力一型	昭和8年2月
8026	ジュ式450馬力二型	昭和8年5月
8132	ジュ式450馬力一型	昭和9年2月
8165	ジュ式450馬力二型	昭和9年3月
8166	ジュ式450馬力一型	不明
8183	ジュ式450馬力二型	不明
8225	ジュ式450馬力二型	不明
8247	ジュ式450馬力二型	不明

昭和9、10年度の実績

機種	定期手入れ		定期修理	
	上記までの 使用時間	所要作業 (人日)	上記までの 使用時間	所要作業 (人日)
ジュ式 450馬力	80~86	35~38	323	94
ベ式500馬力 (九二戦)	77~100	33~37	263	112

Ⅶ型が約350基、Ⅸ.F型までを含んで600基前後という諸説がある。

対して、陸軍機のジュピター搭載機種とその生産数は次のとおりで、最低600基が必要になる計算となる。

- ・九一戦 400機(400基)以上
- ・九三双軽爆一型 100機(200基)強
- ・九五練二型 少数機(少数基)

予備エンジンや教材用等、海軍の三式艦戦(Ⅵ型搭載の一号、Ⅶ型搭載の二号合わせて100機程度)も合わせると、900基前後が生産されたと考えられる。軍資料から拾った製造番号と製造年月を上表(上段)に示す。

別な軍資料から、昭和6年度の月産最大数は8基、昭和7年度は34基の数字が判明している。最大年産400基程度であることから、製造番号7000番台と8000番台は連続していないと見るべきであろう。

●その価格

昭和10年度の陸軍契約価格では、1基は20,762円となっている。生産原価は17,005円、利益率は22%。

ちなみに、九七司債の九四式550hpエンジンは、20,500円(15,290円、34%)となっている。

●評価(その1)

国産初の試作単座戦闘機である九一戦の開発時点では、陸軍第一線機はすべて水冷発動機を使用しており、この状況で空冷エンジンを採用することには、陸軍の意向があるのではないだろうか。すなわち、水冷発動機はラジエータの開閉の操縦者操作が煩わしく、整備労力も大きいことから、「手のかからない発動機を、固定式空冷星型に求めた」のではないかという推論である。

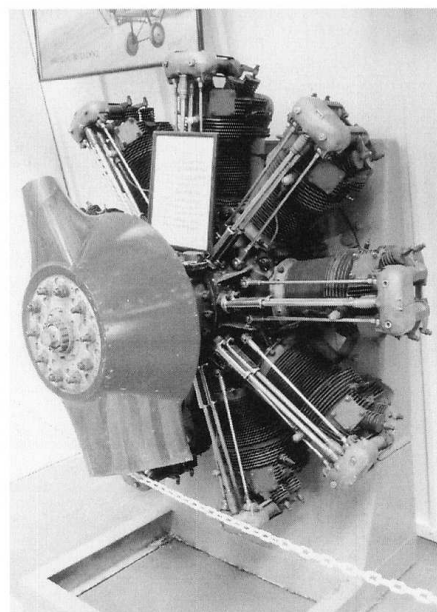
昭和13年の陸軍資料に、昭和9、10年度の実績として左表(下段)の数値を見ることができる。

定期手入れまでの運用時間や所要作業量は両者に大きな違いはないが、定期修理までの運用時間はジュ式がベ式(BMW)の1.2倍ほど長く、逆に所要作業量は8割程度になっている。ジュ式は、整備面でも、陸軍の意向を実現したと判断できそうだ。

●評価(その2)

ジュ式発動機は、エンジン製造者である中島飛行機に多くの影響を与え、中島の国産エンジン「寿」(ことぶき：ジュピターの「ジュ」の音を「寿」に当てたことに由来とされる)が生まれる礎を築いた。

昭和10年代に入ると、日本は空冷発動機1色に染まっていくが、「寿」はその過程における主要な発動機である。



つまり、ジュ式発動機は「わが国における、空冷発動機一色化のきっかけを築いたエンジン」と、位置づけることができるだろう。

4. まとめ

以上が九一戦を介して見た、日本におけるジュピターの姿である。中島で生産していたⅦ型は、じつはⅦ.Fであったという新たな発見もあった。生産数などと合わせ、今後も、継続して調査を進めたい。

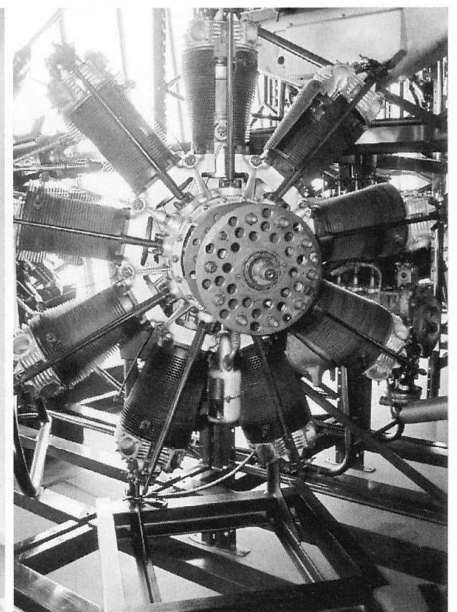
いま、スタッフをはじめ多くの関係者が何よりも待ち遠しいのは、学術調査プロジェクトで購入したノーム・ローン社製ジュピターの日本到着である。予定よりやや遅れたものの、10月には着く予定で、皆さんにも早くご覧いただきたいと考えている。

なお、今回は旧軍資料に加え、次を参考にしたことをお断りしておく。

(文責・横川裕一)

- ・『中島飛行機エンジン史』、1985、中川良一・水谷総太郎
- ・“BRISTOL JUPITER SERIES VII & VII.F AERO. ENGINES”、1930、英航空省
- ・“Fedden”、1998、ビル・ガンストン
- ・海外Webページ

※不定期連載その1は2005年7月号、以下その2は同9月号、その3は同12月号、その4は2006年2月号、その5は同4月号、その6は同5月号、その7は同6月号、その8は同9月号、その9は同10月号に掲載しています(編集部)。



左は英シャトルワース・コレクションが保管・展示中のジュピターⅡ型エンジン。右はロンドン科学博物館が保管・展示中のジュピターⅣ型エンジン(2枚とも、撮影：三野正洋)。