

中島 91 式戦闘機の調査 (その 4)

横川裕一*・三野正洋**

A Research on Nakajima Type 91 Fighter Plane. (Part 4)

Yuichi YOKOKAWA* and Masahiro MINO**

To this day, there remain numerous mysteries surrounding Type 94 450 hp engine, an air-cooled radial 9-cylinder engine, for the Nakajima Type 91 Fighter Model 2. In this paper, we study the engine mentioned above, and make a detailed comparison with its predecessors, to better understand the engine on the Type 91 fighter Model 2.

Keywords: Type 94 450 hp engine, Ju-siki Aero engine, Air-cooled Radial engine, Nakajima Aircraft Co.

1. 緒言

前報 (その 2) では、九一式戦闘機一型のエンジンであるジュピターについて述べた。今回は、二型のエンジンについて述べてみたい。

九一式戦闘機 (以降、九一戦という) 二型のエンジンは、『九一式戦闘機二型説明書』など複数の旧陸軍資料から、九四式 450 馬力発動機ということが判明している。

にもかかわらず、市販書籍のほとんどは、九一戦二型のエンジンを九四式 450 馬力発動機ではなく、寿二型としている。

九四式 450 馬力発動機であるのは明らかな事実であり、今回の調査の結果、九四式 450 馬力発動機は「寿五型 (直結式)」であるという結論を得た。¹⁾

ここでは、その結論にいたるまでを論じたい。

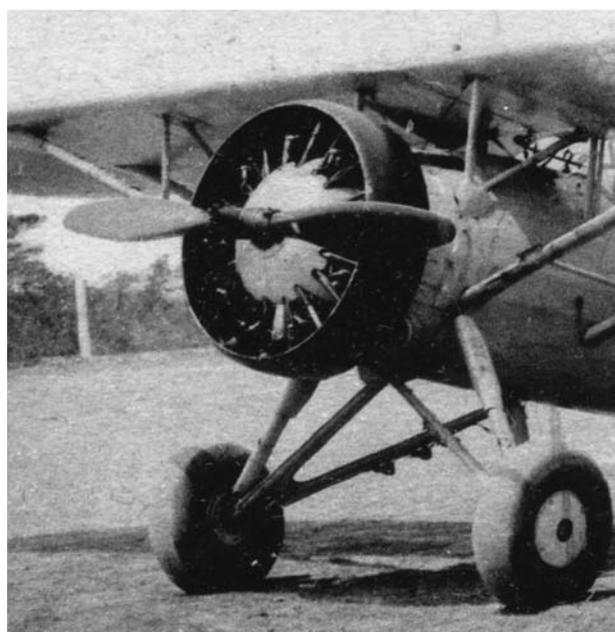


Fig. 1 Type 91 Model 2 Fighter.

*ソラン(株)宇宙システム事業部

**日本大学生産工学部教養・基礎科学系助教授

2. 陸軍報告書にみる二型のエンジン

九一戦二型への過程を示す旧陸軍の報告書に、次がある。

航秘第四一九号

九一式戦闘機構造要領改正の件上申

昭和九年六月廿三日

別紙 九一式戦闘機性能向上試験概況

昭和九年五月二十一日

第一、試験の目的

九四式四五〇馬力発動機を装着したる九一式戦闘機に就き試験し、其の性能向上の程度及改修の範囲を決定し、以て整備機の性能向上を実施するの可否を判定するにあり。

第二、判決

本機は現用九一式戦闘機に対し性能の向上相当大にして其の操縦性能も大差なく、改修は発動機架の交換により発動機を換装するのみにて機体に何等改修を実施する要なし。故に、整備機の性能向上に適するものと認む。

第三、試験成績の概要

一、飛行性能

本機の飛行性能は附表其の一（略）に示す如くにして、現用機に比し其の最大水平速度略々二〇軒（筆者注：km）の増加を示し、其の最大速度の高度約六〇〇米増進せり。

二、操縦性能

操縦性能は現用機と大差なし。但し「プロペラ」の回転方向現用機と反対なるを以て「プロペラ」の後流及「ジャイロ」能率の影響は相反す。

尚左の水平錐揉に陥り易きを以て、左横転及左錐揉の実施には十分注意を要す。

三、発動機

発動機は九四式四五〇馬力発動機にして、昭和八年十一月減速式として所定の型式試験を終了せるも、尚震動を極度に減少する為直結式に改修し、昭和九年三月其の審査を完了せるものなり。

其の主要緒元は附表其の二（App. Table 1）の如し

第四、試験経過

一、本性能向上は、昭和八年度初め九四式四五〇馬力発動機減速歯車付（減速比〇、八六六）を附したるものに就き試験せるも震動あるを発見し、之が現象の対策を講じ、昭和九年一月より更に直結式並改修せる減速歯車付とに就き並行審査を開始せり。減速歯車付は其の震動大いに減少し得たるも尚操縦性能上直結式を有利なりと認め、爾後主として直結式の採用を目途とし試験を実施せり。

（以下、略）

九四式 450 馬力発動機の九四式は、皇紀 2594 年（昭和 9 年、1934 年）の制式採用を意味しており、その気筒諸元（気筒径 146 ミリ、衝程 160 ミリ）から、中島飛行機の「寿（ことぶき）」系列と推測される。

3. 寿エンジン

3.1 寿エンジンとは

「寿」エンジンとは、中島飛行機株式会社（以降、中島と記す）が生産していた九一戦用「ジュ」式発動機（英国プリストル社のジュピターのライセンス生産）をベースに、昭和 4 年 12 月から設計が開始された、中島の国産発動機である。この「寿」は、ジュピターと同じ気筒径（146 mm）を用いて、その長い衝程（ストローク）を短縮（190 → 160 mm）し、ワズプなどの米国製発動機の技術（特に生産性など）が融合されたもので、「ことぶき」という名称も、ジュピターの「ジュ」に「寿」の字を当てたことに由来している。

中島の社内略号は、NAH。NA（Nakajima Air-cooled, 中島空冷式）の 7 番目の意味となる。

まず「九一戦二型のエンジンは、寿二型説」であるが、この時期（昭和 8 年秋）には減速式の「寿二型」はまだ存在していない。また、「寿」という名称も日本海軍の零式戦闘機の「栄」や紫電改の「誉」同様、陸軍の制式名称ではない。陸軍制式航空兵器に制式名称がないことはありえず、「寿二型」説には違和感がある。

一方、別の市販書籍の中では、安藤成雄の『日本陸軍機の計画物語』に「九四式 450 馬力は、寿 5 型」とする記述が見られる。事実、昭和 9 年の「陸軍航空統計」という資料には、試験機の項に「九一戦改 HS 450 馬力」という記載がある。

これは、「寿五型」の中島社内略号「HS」と一致する。

3.2 寿五型エンジン

その「寿五型」であるが、減速装置付きの戦闘機用エンジンとして、スーパーチャージャ（過給機）付きの「寿二型」を基本にして、昭和 6 年 10 月から設計が開始された。社内略号は、HS である。

この HS という、それまで付与規則に従っていない略号を、『中島飛行機エンジン史』では「He（設計者）と She（彼女）」と紹介しているが、別な解釈の印象がある。推測にすぎないが、寿五型は寿系の究極（戦闘機用）を目指しており、NAH の Special から HS という略号が出てきているのではないだろうか。

1 年後には試作機が完成しているが、減速装置が不調であった。当時の減速装置では傘型歯車を用いた「ファルマン式」が有名だが、中島は独自の設計で挑戦しており、振動が解決できなかった。加えて重量も大きかった

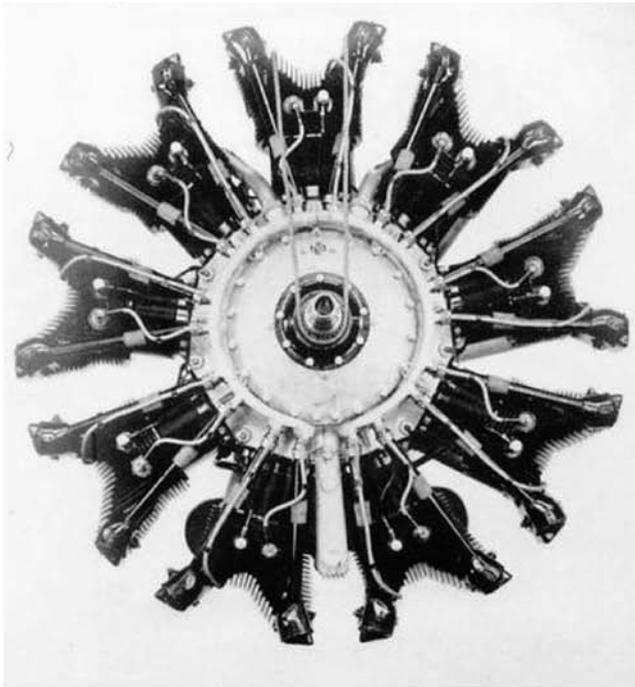


Fig. 2 “Kotobuki Model 5” Air cooled 9-cylinder radial engine

ようである。

次に示す機体に搭載されたが、九一戦改造機同様に振動が問題となり、信頼性に欠けると判断されている。

- ・海軍/中島七試単戦(九一戦に艦上機装備を追加、プロペラは金属製3翹、減速式を装備)
- ・海軍/中島九試艦攻(減速式を装備予定が、途中で寿三型(後の、光)に変更)
- ・海軍/中島九試単戦(「キ一」に艦上機装備を追加、直結式を装備)
- ・海軍/三菱九試単戦(後の九六艦戦)の試作一号機(減速式を装備)
- ・「キ一八」(九試単戦の陸軍評価用試作機、減速式を装備)

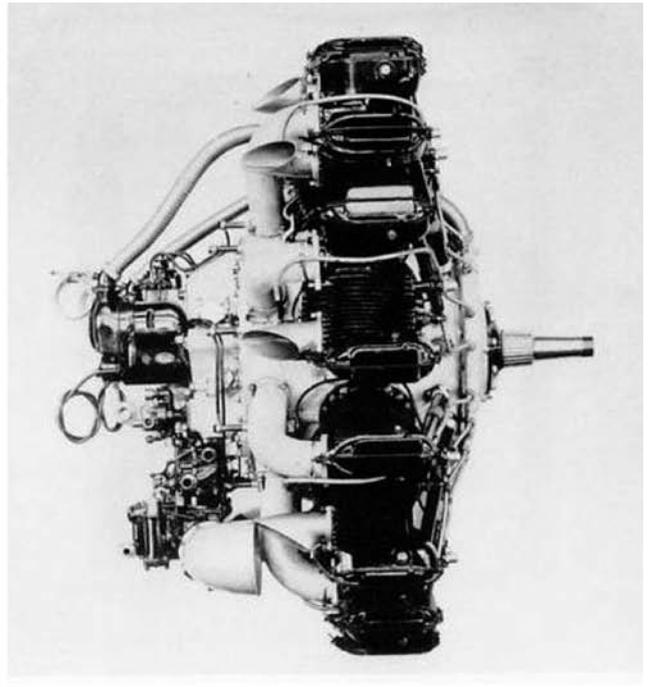
このように九試単戦を除き、全てが試作に終わっている事実に注目すべきである。

これらのことから、「減速装置付きが寿五型で、外したものが寿二型」という想像もあるが、ベースとはいえ、「寿二型」は「寿五型」とは異なるエンジンである。また、旧海軍資料では、「寿五型(減速式)」「同(直結式)」の記載がある資料が見つまっていることから、双方が「寿五型」であろう。

中島飛行機の生産発動機を写した貴重な記録である『中島飛行機製発動機写真帖』でも、寿五型として減速式とともに、直結式(Fig. 2)も掲載されている。

4. 九四式 450 馬力発動機イコール寿五型

2. で記載した陸軍資料からは、昭和8年中に九四式 450 馬力発動機(または制式採用前の、発動機)で試験さ



れていること、昭和9年の「陸軍航空統計」に「九一戦改 HS 450 馬力」と記載あることから、九四式 450 馬力は寿五型であろうと推測される。

ただし、状況証拠のみであり、物的証拠を探していた。

前出の『中島飛行機製発動機写真帖』でも、寿五型は減速器なしを含めて4種も掲載されているのに、九四式 450 馬力は載っておらず、明記されているとも云われる陸軍や中島飛行機側の資料に巡りあえなかった。

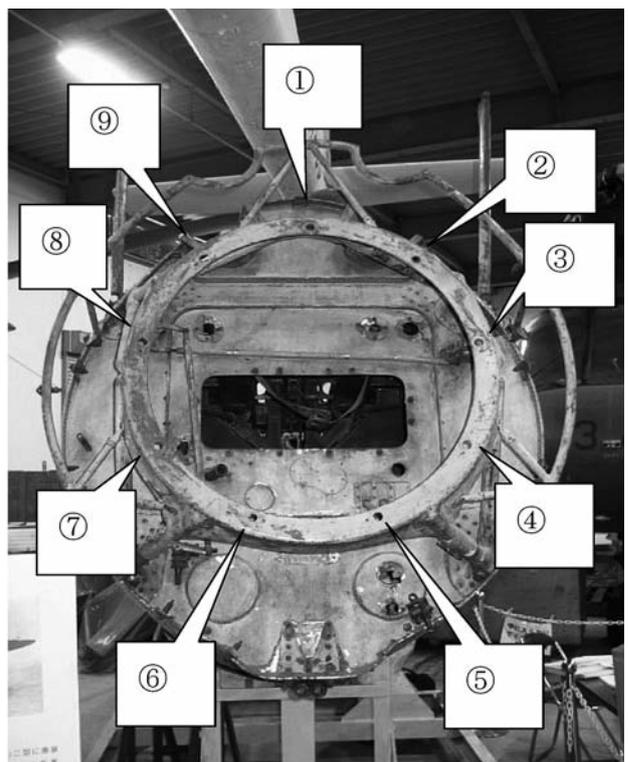


Fig. 3 Engine bearers at Tokorozawa Aviation Museum

その状況下で注目したのは、2. であげた陸軍報告でも述べられている発動機架、つまり、所沢の航空発祥記念館にある機体の発動機架との整合性である。

所沢機の発動機架 (Fig. 3) には、9 個の結合ボルトが見える。注目すべきは、写真中の①の位置である。この位置は一番気筒がある部分であり、ジュピター用の一型の発動機架とは異なっている。ジュピターの結合ボルトは、前後クランクケースの結合ボルトが延長され、発動機架にと合わせる形式である。これは、寿一型、二型 (Fig. 4) についても同様であると、中島飛行機の生産発動機を写した『中島飛行機製発動機写真帖』で確認できた。

つまり、前後クランクケースの結合ボルトでは、1 番気筒の位置に発動機架結合ボルトを置きにくく、ジュピ

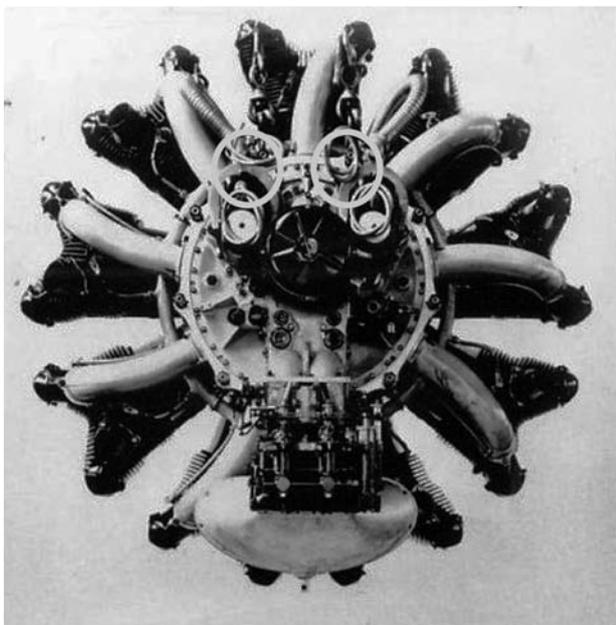


Fig. 4 Rear side view of "Kotobuki model 2"

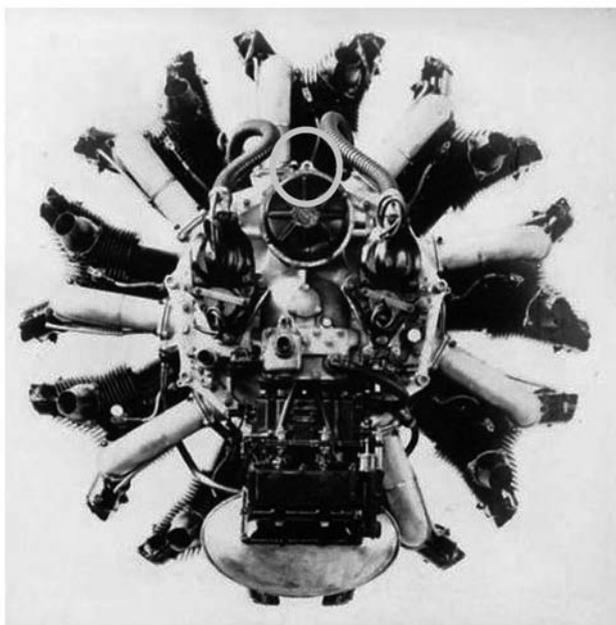


Fig. 5 Rear side view of "Kotobuki model 5"

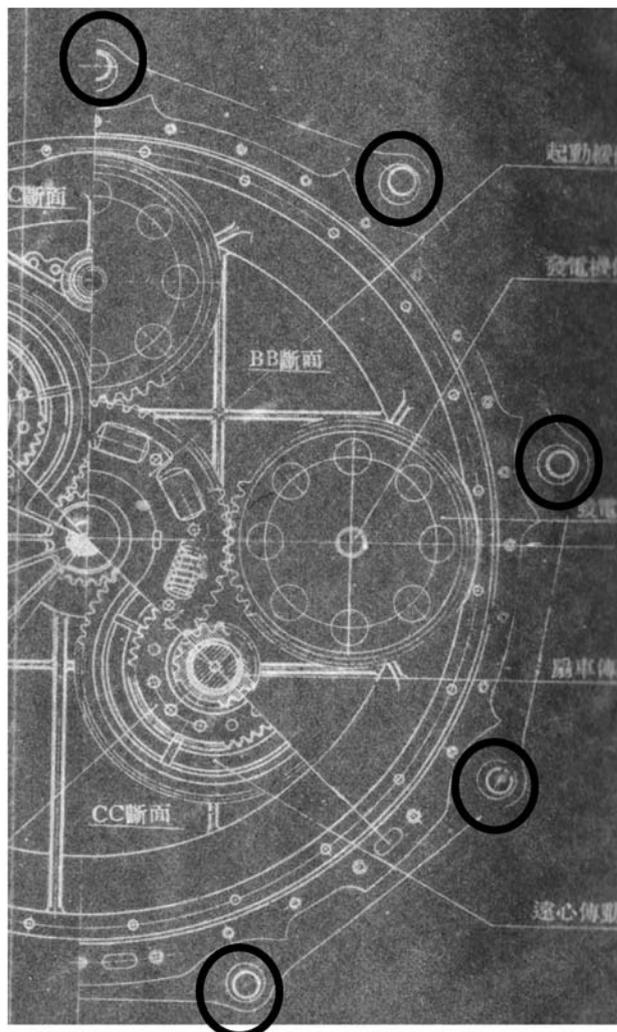


Fig. 6 Rear design diagram of Type 94 450hp Engine

ターや寿一型/二型ともに、1 番気筒の左右に存在している。

唯一、一番気筒の位置にあるエンジンが寿五型 (Fig. 5) である。

Fig. 6 は、最近入手した九四式四五〇馬力発動機教程から掲載のスーパーチャージャの図で、○部分に見えるのが、発動機架結合ボルトと考えられる。

この一点からでも、「九四式 450 馬力発動機 イコール 寿五型」が証明されたとはいえないだろうか。

5. 補足

5.1 九四式 450 馬力発動機の略号

陸軍発動機の制式名称は「制式採用年と馬力」で表すため、同じ九四式でも九四式 450 馬力と九四式 550 馬力 (九四偵, 九七司偵に搭載) があるが、出力もサイズも全く異なる発動機である。この紛らわしさを避けるためか、市販書籍では略号 (ハ〇〇) で表すことが多い。

「九四式 450 馬力」の陸軍略号は「ハ一 (いち)」である。陸軍略号は昭和 8 年から採用された記号で、エンジ

Table 1 Subtype of Engine Ha-1

Imperial Army Name			Nakajima Name
Code	Official Name	Equipped	
Ha-1	Type 94 450 hp	Type 91-2 Fighter	Kotobuki Model 5
Ha-1 Kou	—	Prototype of Type 97 Fighter	Kotobuki Model 3 Old name; Kotobuki Model 2 mod 3
Ha-1 Otsu	Type 97 650 hp	Type 97 Fighter	Kotobuki Model 41

ンは発動機の「ハ」を使っている。九四式 450 馬力はその第 1 号であり、陸軍の期待度がうかがえる。

その「ハ一」には、**Table 1** のサブタイプがある。

同じ「ハ一」でも、「甲」や「乙」を外して標記してしまうと、九一戦と九七式戦闘機の発動機が同一となって混乱してしまう。事実、この辺りを誤って記載している市販書籍もある。

また、「ハ一甲」は寿三型と同じであるが、この旧称が「寿二型改三」というものであり、このエンジンは減速式である。九一戦二型の発動機が「寿二型」という誤解も、この辺りから生じているかもしれない。

5.2 生産基数

知りえている範囲では、九四式 450 馬力発動機は、昭和 9 年に 66 基、昭和 10 年に 40 基の調達を見る程度である。

陸軍航空本部内の星空会が発行していた『航空記事』という雑誌がある。その昭和 11 年 5 月号に、「九四式四五〇馬力発動機の故障について」という記事があり、故障状況や推察原因が図表入りで 29 ページに渡って記載されているが、この記事の中から、次の発動機番号が拾える。調査できた調達数と、大きな食い違いはない。

発動機番号 10, 12, 13, 22, 29, 34, 35, 36, 38, 39, 51, 53, 61, 63, 65, 66, 83, 102

また、九一戦二型以外には本発動機を搭載した制式機が見当たらないことから、多数の生産があったとは考えにくい。

5.3 ジュ式との性能比較

『九四式四五〇馬力発動機教程』より、諸元表 (**Table 2**) と高空性能曲線 (**Fig. 7**) を示す。

諸元表では回転数がジュ式に比して高いことが注目されるが、元々が減速式を目指していたためであり、正規での回転数比 $1775 : 2200 = 0.81 : 1$ と減速比 0.866 から、違和感はない。

そのうえ高空曲線図からは、興味深いことが窺える。

ジュ式は線が 1 本しかないのに対して、九四式 450 馬力は回転数 (正規, 最大) の線が 2 本ある。つまり、全開高度 (スーパーチャージャの正規高度) までは、ジュ式では高度や馬力ともに回転数が上がっていくが、九四

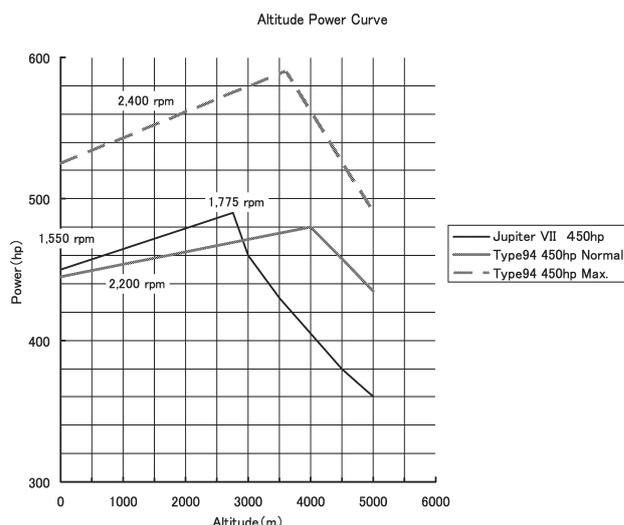


Fig. 7 Altitude Power Curve of Type94 450hp and Jupiter VII

式 450 馬力では定回転数で馬力が上がっていく。本発動機より後世代のエンジンでは、定回転が主流になっており、九四式 450 馬力は、ジュ式発動機より新しいエンジンであることが、この図から見て取れる。

5.4 発動機換装の理由

九一戦一型の「ジュ」式発動機からの換装理由は、軍資料によっても特定できるに至っていない。前述したように、性能的にも、「ジュ」式からあえて換装するほど性能が上がっているとも思にくい。

その背景には国産発動機でも信頼できるものが出来てきており、それゆえの国産品への移行であろう。ジュピターのライセンス契約は 6 年間だった模様で、その失効 (または失効間近) も一因かと思われる。

ただし、当初の狙いであった減速機付きではない発動機に取って換装した理由は明らかではない。しかも、九一戦一型からの改造である二型は 20 機程度の生産 (改造数) とされるため、なおさら換装理由が掴みづらい。

強いて推論すれば、今後の戦闘機用発動機として本命の減速式を熟成させるため、直結式を「つなぎ」として制式採用に踏み切ったのではないだろうか。こう考えれば、20 機程度の九一戦二型への換装も、見えてきそうである。

さらに大胆に想像すれば、無線機への対応があったのではないだろうか。九一戦は、当初から無線機搭載を意図しており、並行して戦闘機用の近距離無線機 (のちの、九四式飛三号無線機) が試作されている。「ジュ」式エンジンでは発動機からの電氣的雑音が大きすぎるため、その回避策として九四式 450 馬力を充てたということが、言えるのかも知れない。

Table 2 Specification of Type 94 450hp Engine and Jupiter VII

Specification			Jupiter VII	
Engine classification		Air cooled 9-cylinder radial engine	same as the left	
Bore		146 mm	146 mm	
Stroke		160 mm	190 mm	
Cylinder capacity		24.1 ℓ	28.7 ℓ	
Compression ratio		5.3	5.3	
Revolution direction from Rear Side		Clockwise	Counterclockwise	
Performance	Normal	Revolution	2200 rpm	1775 rpm
		Manifold pressure	0 kg/cm ²	-0.035 kg/cm ²
		Ground power	440 hp	440 hp
		Altitude power	495 hp at 4000 m	480 hp at 2750 m
	Max.	Revolution	2400 rpm	1950 rpm
		Manifold pressure	0.1 kg/cm ²	0.070 kg/cm ²
		Ground power	520 hp	540 hp
		Altitude power	590 hp at 3600 m	570 hp at 2450 m
Revolution ratio of Super Charger		10 times of Crankshaft	same as the left	
Fuel	Type	Special Gasoline	same as the left	
	Fuel pressure (normal)	0.2 kg/cm ² Max. 0.3 kg/cm ² , Min. 0.1 kg/cm ²	—	
	Consumption (normal)	Ratio consumption 250 g/hp/hour 135 ℓ /hour	240~250 g/hp/hour	
Lubricating	Type	Castor oil	Castor oil	
	Oil pressure (normal)	5 kg/cm ² Min. 3 kg/cm ² (Normal Temp. 60~70°C)	4 kg/cm ²	
	Consumption (normal)	Ratio consumption 15 g/hp/hour 6.5 ℓ /hour	Ratio consumption 5~10 g/hp/hour	
Spark Plug		Telco R50 ※ or Lodge A4/1	Telco M82	
Valve timing	Intake stroke	Opening	10 degree before TDC (top dead center)	18 degree before TDC
		Closing	60 degree after BDC (bottom dead center)	53 degree after BDC
	Exhaust stroke	Opening	70 degree before BDC	65 degree before BDC
		Closing	20 degree after TDC	22 degree after TDC
Ignition timing		35 degree before TDC	35 degree before TDC	
Length		1.054 m	1.230 m	
Diameter		1.280 m	1.345 m	
Normal Weight		360 kg	410 kg	

※ Telco R50 was used also in Nakajima Type 94 550 hp engine.

6. 結び

九四式 450 馬力発動機は減速式としても直結式としても、期待したものにならなかったが、九一戦二型の発動機として正しく認識されるべきエンジンであることは間違いない。

本論文がその「さきがけ」になれば、幸いである。

参考文献

- 1) 九四式四五〇馬力発動機教程, 第一飛行連隊, (不明)
- 2) 中島飛行機製発動機写真帖, 中島飛行機, (不明)
- 3) 九一式戦闘機説明書 二型, 陸軍航空本部, 昭和 10 年
- 4) 陸海軍資料, アジア歴史資料センター, 昭和年代
- 5) 中島飛行機エンジン史, 中川良一・水谷総太郎, 酣燈社, 1985

App. Table 1

Classification	Air cooled, radial
Cylinder	9
Bore (mm)	146
Stroke (mm)	160
Cylinder capacity (ℓ)	24.1
Compression ratio	5.3
Normal revolution (rpm)	2200
Manifold pressure (kg/cm ²)	0
Normal ground power	440hp
Normal altitude power at 4000m	495hp
Max. revolution (rpm)	2400
Max manifold pressure (kg/cm ²)	100
Max. ground power	520hp
Max. altitude power at 3600m	590hp
Fuel consumption (g/hp/hour)	240~250
Normal Weight (kg)	360

(H 19. 2 . 7 受理)

