

日本海軍機における燃料供給装置について： 燃料管制器，廣式燃料ポンプ，二六型燃料ポンプその他

坂上 茂樹

Relation	ツールエンジニア. 2020. Vol.61, No.4, pp.73-79
Type	Others
Textversion	Author
Rights	この記事は、私的な目的でのみ使用することができます。 その他の使用には、著作権者に事前の許可が必要です。

Self-Archiving by Author(s)

Placed on: Osaka City University Repository

日本海軍機における燃料供給装置について

——燃料管制器，廣式燃料ポンプ，二六型燃料ポンプその他——¹

An Example of the Fuel Supply System of the Japanese Navy's Aircraft

—— Fuel Regulator, Hiro-type Feed Pump, 26-Feed Pump and so on ——

はじめに

1. 97式1号艦上攻撃機の燃料供給系統
2. 燃料管制器一一型
3. 燃料管用重力弁
4. 燃料ポンプ

むすびにかえて

坂上茂樹

はじめに

日本陸海軍やメーカー発行の航空発動機取扱説明書において共通する短所は燃料ポンプ（フィードポンプ）を含め，発動機補機関係の記述が極めて手薄なことである．その傾向は時代が下るほどに顕現している．発動機本体にとっていわば与件となる補助的装備品については発動機の取説ではなく補器類プロパーのそれに拠るべしとの趣意が通底していたであろう²．

この種の取説類は部外者向けの印刷物などではなかった．しかし，仮令そうであったとしても，その内容たるや，ある装置が一体何のために存在しているのかについての記述すらなかったり，あっても不正確であったりするほどであり，その粗雑さには一介の技術史学徒として不行き届き感を否み難い³．

当然ながら，そこでなされる燃料供給系統全般に関する記述も貧相を極めており．この点においては中島飛行機の榮，譽や三菱の金星，火星，瑞星を含む国産航空発動機の取説類も

¹ 本稿は『ツールエンジニア』Vol.61 No.4(2020年3月)に掲載されたものである．

² 海軍航空本部からは『発動機附属品取扱説明書』なるものが刊行されており，その第四部は「燃料ポンプ」に充てられていたという．また，『燃料ポンプ取扱説明書』（1941年2月）なるテキストも発行されている．しかし，何れもその残存を確認し得ぬような状況にあり，管見の及ぶところともなっていない．また，後述の燃料管制器などについての記述はかようなタイトルの書物にも含まれていなかったのではないかと疑われる．

³ ピストン航空発動機の技術史については拙著『三菱航空発動機の技術史（上下）』大河出版，2020年，参照．これは海外のお手本や内外のライヴァルとの比較の中で観た三菱航空発動機の技術史であり，ピストン航空発動機全般のより広い技術進化史については拙著『ピストン航空発動機の進化（上下）』大河出版，2020年，をご参照頂きたい．

皆、大同小異であった。しかも、譽のそれに至っては誠に異例なことに気化器に関する言及すら見られぬというテイタラクであった⁴。

機体に係わる取説類においては当然ながら燃料供給系統についても記述されている。しかし、発動機補機たる燃料ポンプの除外は止むなしとするにせよ、機体に貼り付いていたはずの各種要素機器についての詳しい解説など欠けているというのが大方の実情であった。発動機側からも機体側からも不当に粗略な扱いをうける枢要器官、燃料供給装置こそはその典型であった。

飛行機の燃料供給装置を扱った同時代文献としては Basile Demtchenko/宮本晃男訳『航空機用燃料供給装置』墨水書房、1943年、を挙げることが出来る。しかし、これは機体側からする技術書であって、発動機後蓋に取付けられ発動機によって直接駆動されるのを常とする燃料ポンプはそれが発動機補機であるという理由からであろうが、同書においてはまったくの埒外に置かれている⁵。

本稿では追濱海軍航空隊『普通科整備術練習生 整備術教科書(機體, プロペラ, 発動機, 燃料油, 潤滑油)』(1942年12月30日:以下『整備術教科書』)その他、取説類に依拠しつつ、日本海軍機における燃料ポンプまで含めた燃料供給系統全般に係わる技術についての俯瞰を試みたい⁶。

1. 97式1号艦上攻撃機の燃料供給系統

飛行機用燃料供給系統は重力式とフィードポンプ式とに大別される。姿勢変化のはなはだしい飛行機にヨリ適した方式は後者である。『整備術教科書』においても：

燃料ヲ気化器ニ供給スル方法ニハ重力ヲ使用スルモノ及燃料「ポンプ」ヲ用フルモノアルモ現在主トシテ後者ヲ使用ス

第百二圖ハ其ノ一例ヲ示ス(『整備術教科書』98頁)

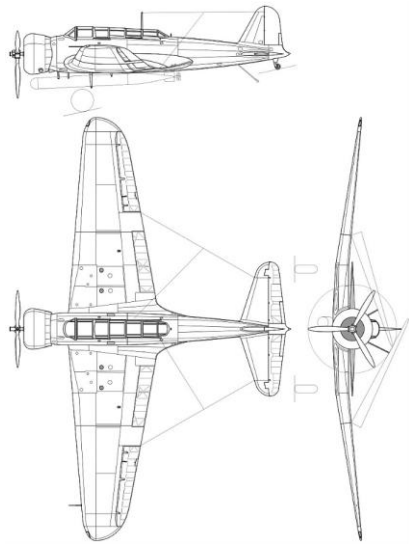
とある。そこでフィードポンプ式の例として示されているのは当時としても旧式に属する97式1号艦上攻撃機の燃料供給系統である。

⁴ 中島製航空発動機やブリストル(英)に範を求めた中島式気化器、譽の気化器に係わる問題についても『三菱航空発動機の技術史(上下)』においては相当な記述が行われている。

⁵ 蛇足ながら人工飛行物体(aircraft)の内、全体の比重が空気より小さいものを軽航空機と称し、操向機能を有するそれを飛行船、これを欠くものを気球と呼ぶ。空気より大きな比重をもつ人工飛行物体を重航空機と称し、固定翼を持つそれを飛行機(airplane)、回転翼を持つそれをヘリコプタと呼ぶ。両者の中間形態としてオートジャイロがある。

⁶ 日本陸海軍のテキスト類には発行年次が新しくとも内容的には旧態然とした書物が多く、この『整備術教科書』第四編第六章にて解説されている気化器も未だに昇流式ばかりである。また、78頁に掲載された排気弁回りの断面図は国産発動機ではなくライト(米)、R-1820 Cycloneのそれを下敷きとした画像に過ぎぬが、これも、その真意については測りかねるものの、日本陸海軍航空本部の常套の手口であった。もっとも、同書には外周面にCrメッキを施されたピストンリングの採用程度の技術進歩は反映されている(73頁)。

図1 97式1号艦上攻撃機



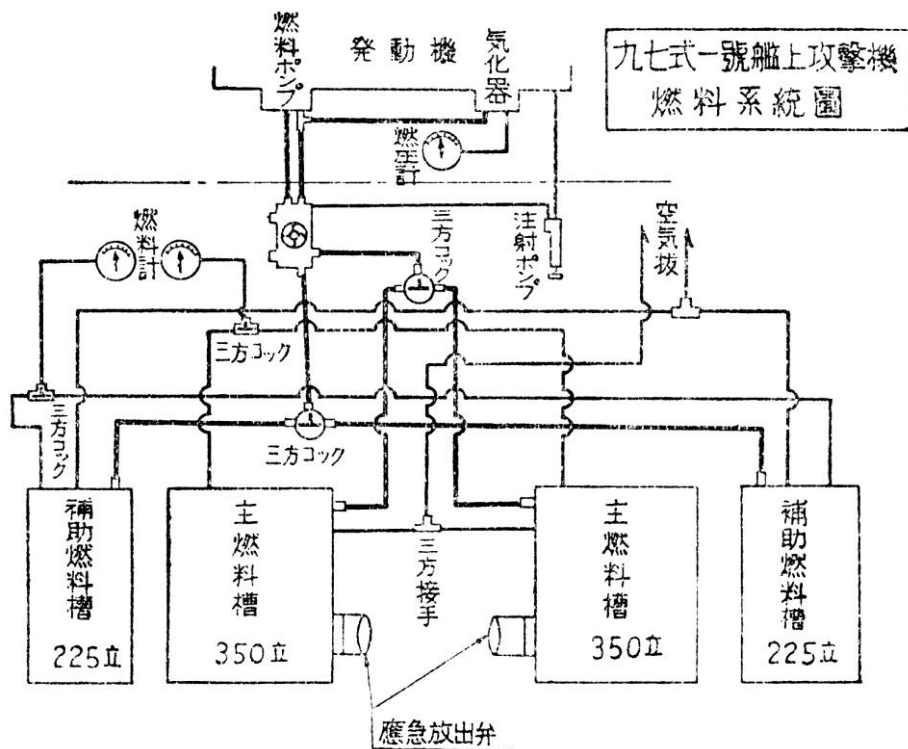
Wikipedia より.

1935年、10試艦攻として試作が開始され、'37年完成に漕ぎ着け、真珠湾攻撃においても活躍した97式艦上攻撃機は中島飛行機的设计、製作になる単発・低翼・単葉・引込脚式、3名搭乗の雷撃機である。当初型をなす1号は発動機を中島の光3型(1R9-160×180mm, 1速過給機付き, 離昇770HP/2150rpm., 公称710HP/1950rpm.@2600m)としていたが、'39年末よりこれを小径かつ大出力の榮11型(2R14-130×150mm, 1速過給機付き, 離昇1000HP/2550rpm., 公称980HP/2500rpm.@3000m)に置き換えカウリングがストレートになったものを3号と称する。97式艦上攻撃機は1, 3号合せて中島飛行機, 愛知航空機, 廣工廠にて1250機が製造された⁷。

97式1号艦上攻撃機の燃料供給系統を表す第百二図を図2として引いておく。

図2 97式1号艦上攻撃機の燃料供給系統

⁷ 中村勝治「97式艦上攻撃機」航空情報臨時増刊『日本傑作機物語』酣燈社、1959年、127~139頁、航空情報別冊『太平洋戦争 日本海軍機』酣燈社、1972年、91~97頁、日本航空学術史編集委員会『日本航空学術史(1910-1945)』丸善、1990年、巻末附録第2表、第3表、参照。なお、金星3型を装備した固定脚式の三菱製97式2号艦攻は三菱と廣工廠にて総計120機程度製造されたに過ぎない。



『整備術教科書』98頁，第百二圖。

燃料タンクはAl板ないしジュラルミン板製，燃料管はケイ素青銅管を主とし，振動を逃
 したい部位にはたわみ管としてAl線，銅線と布，ゴム，石綿などを組合わせた可撓管^{フレキシブル・パイプ}
 が用いられたものの，国産のフレキ管は品質的な問題を抱えていた。耐油性に優れた合成ゴ
 ムの手配は大戦後半期以降，辛うじて間に合わせられたが，燃料タンクの防弾(被弾時の漏洩
 防止)化は緒に就いたばかりであった。

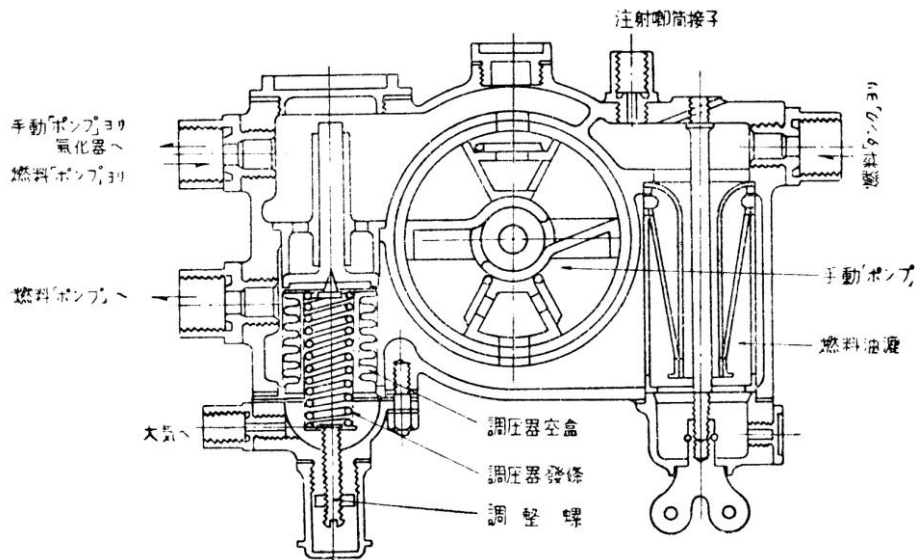
2. 燃料管制器一一型

図2において燃料ポンプの直下に描かれているのは燃料管制器一一型である(図3)。これ
 は燃料タンクの切替えが行われた際，燃料供給の円滑性を持続させるためのバッファであ
 るとともに，内部が大気と連通している空盆(bellows)と圧縮バネとの相互作用により，外気
 圧が低い場合に調圧弁開度を増すことで燃料タンクから管制器へと至る管内流れを容易に
 し，ベーパーロックの発生を抑止する趣向でもあった⁸。

⁸ 「管径過小，管内突起個所存在，管ノ曲リ急，管ノ高低不良等ノ如ク燃料管系統ノ設
 計，艤装等不良ナル場合或ハ盛夏熱帯地等ニテ氣温高キ時又ハ高空ニテ氣壓著シク低キ時
 等ニ於テハ蒸気泡ヲ生ジ甚ダシキ時ハ揮発油ノ流レヲ害シ發動機ノ運轉ヲ不調ナラシメ遂
 ニハ停止セシムルニ至ル。此ノ如キ現象ヲ『ベーパーロック』ト稱ス」(『整備術教科書』
 109頁)。

これとは逆に，吸入側配管の漏気個所から空気が取込まれて液体の流れが支障される現
 象があり，エアロックと呼ばれた。

図3 燃料管制器——型



『整備術教科書』98-2 頁， 第百二圖ノ三。

これに組み込まれていた手動ポンプは発動機始動時， 気化器に燃料を供給するための装置で， 単発機にはこれ付きの燃料管制器——型が， 多発機には手動ポンプを持たぬ濾網付燃料調圧弁——型が装備された。 多発機にはこの手動ポンプに代えてより大容量の集中型ポンプが手配されていたものと見える。 このポンプ部分を除く両者の基本的構造と機能はまったく同じであった⁹。

また， 燃料管制器の右方に見える注射ポンプは始動時， 過給機翼車室内に燃料を注入し， 低温下での混合気生成を促進するための装置であった。

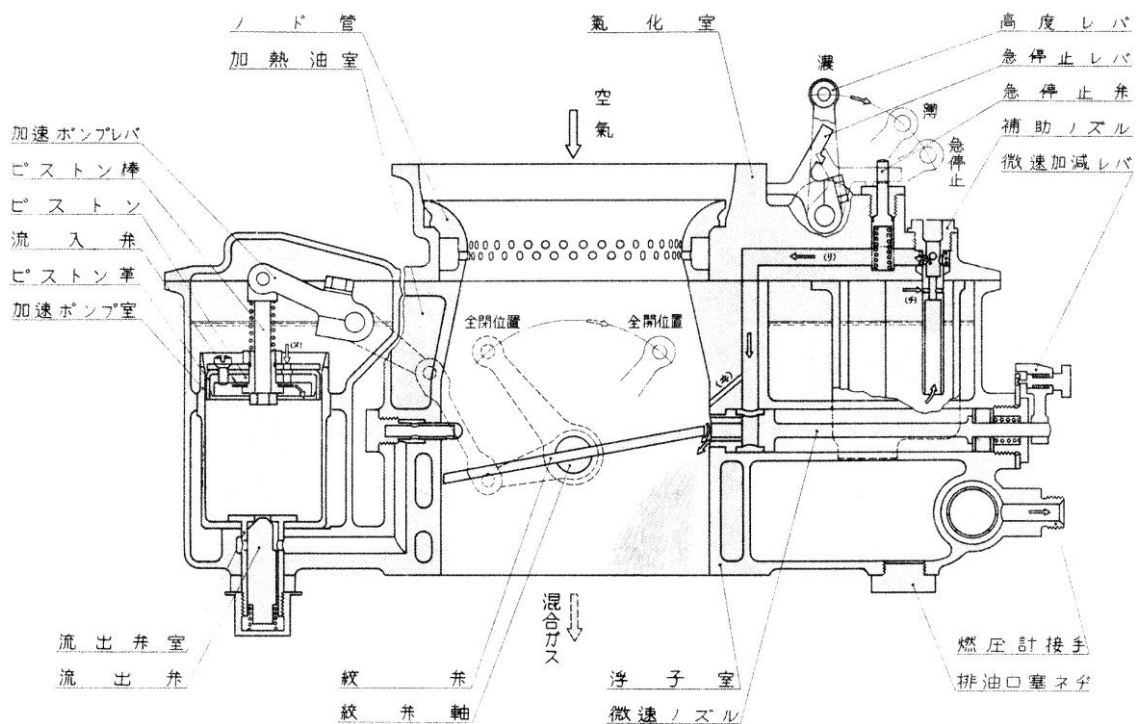
3. 燃料管用重力弁

図5に観る燃料管用重力弁はなぜか上に掲げられた系統図に反映されていない。とまれ， 重力弁とは一般に急降下後の引起しや宙返りによって+Gが急増する際， 燃料供給の途絶を防止するためのシカケを意味する。そして，これが気化器の加速ポンプに組み込まれる場合には加速ポンプ流出弁とも呼ばれた(図4左下)¹⁰。

図4 榮二〇型発動機用中島二聯降流 100 甲型気化器

⁹ 中島飛行機(株)多摩製作所『榮発動機二〇型取扱説明書』(1943年3月)， I-3103~3104 頁， 参照。

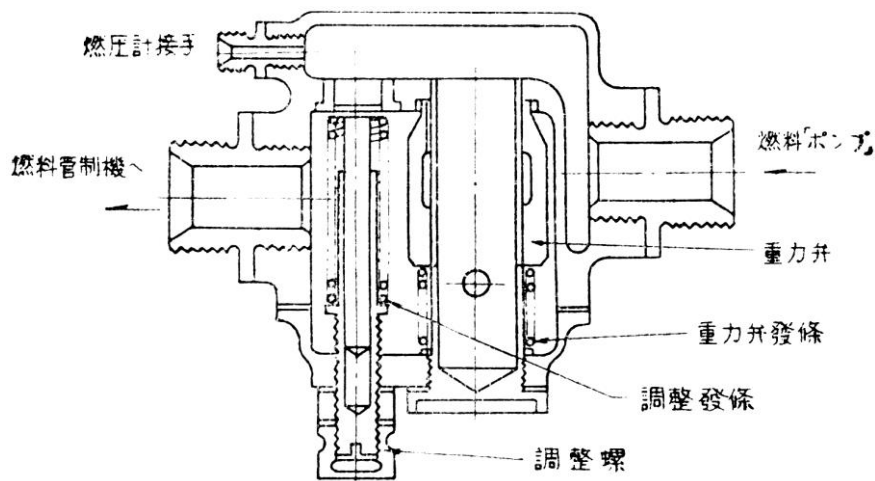
¹⁰ 『榮発動機二〇型取扱説明書』 I-3305 頁および第 I-3302 圖， 参照。



『榮發動機二〇型取扱説明書』第 I-3302 圖より。

図 5 の重力弁は 97 式 1 号艦上攻撃機に採用されていたものかと想われるが、図 4 のそれとは違って単独ユニットの体をなし、配管の途中に挿入されるべき装置である。もともと、いずれにせよ重力弁なるものは比較的重い弁体が弱いバネによって支持されており、+G の増大により弁体が降下することで燃料流路を拡げるシカケである。なお、図 3 左側矢印の説明は「燃料管制機へ」ではなく「気化器へ」でなければならないように想われる。

図 5 燃料管用重力弁

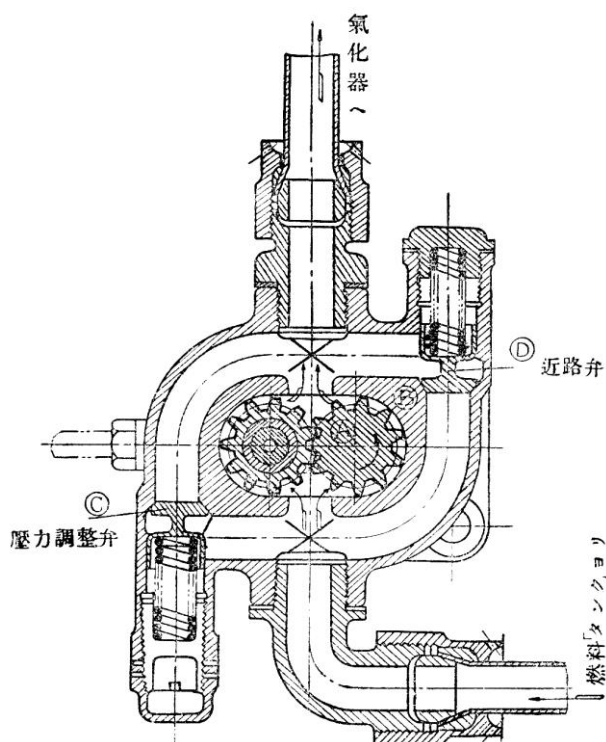


『整備術教科書』98-2 頁，第百二圖ノ二。

4. 燃料ポンプ

燃料ポンプとして古くは金属製ベローズの伸縮による AM 型，プランジャ・ポンプに属するル・ローン型ならびにコンカース型，一種の内歯々車によって偏心軸上の回転体を駆動する内側かみあい平歯車ポンプの一種であるライト型など，様々な機構が実用されて来たが，やがて汎用されるに至ったのは外側かみあい平歯車ポンプ(図 6)であった．97 式 1 号艦上攻撃機の光 3 型発動機に装備されていたのもこれであったか？

図 6 外側かみあい平歯車式燃料ポンプ

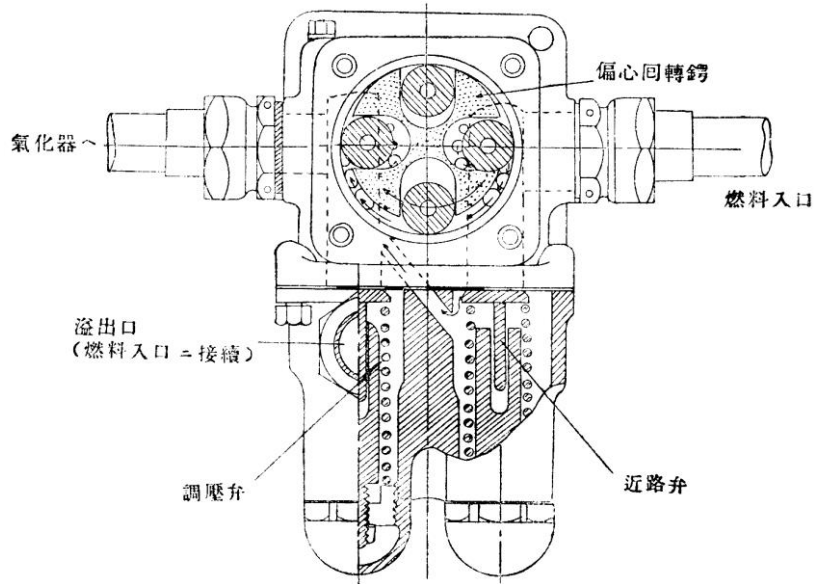


『整備術教科書』99 頁，第百三圖ノ一。

もつとも，構造単純で作動確実な外側かみあい平歯車ポンプは内燃機関用潤滑油ポンプとしてはその後も永らく愛用され続け，油圧ポンプとしては今なお主流を占めるが，潤滑油に比して粘度の著しく低いガソリンを扱う場合，低回転時の漏洩損失が大となる欠点を有していた．このため，燃料ポンプとしてそれは早晩，廃れる運命にあった．

外側かみあい平歯車ポンプのかかる欠点を衝いて版図を上げたのがライト型などより遥かにシンプルな偏心式ロータリーポンプである．その一つとして挙げられるのが遠心ローラー型偏心式ポンプに分類される廣式燃料ポンプである(図 7)．確証はないが，恐らくその名称からしてこれは廣工廠で開発ないし国産化されたメカであろう．であるとすれば，いかにも水冷 W 型 18 気筒発動機などという時代遅れのキワモノの開発に深入りした廣工廠の遺産らしく感じられる作品ではある．

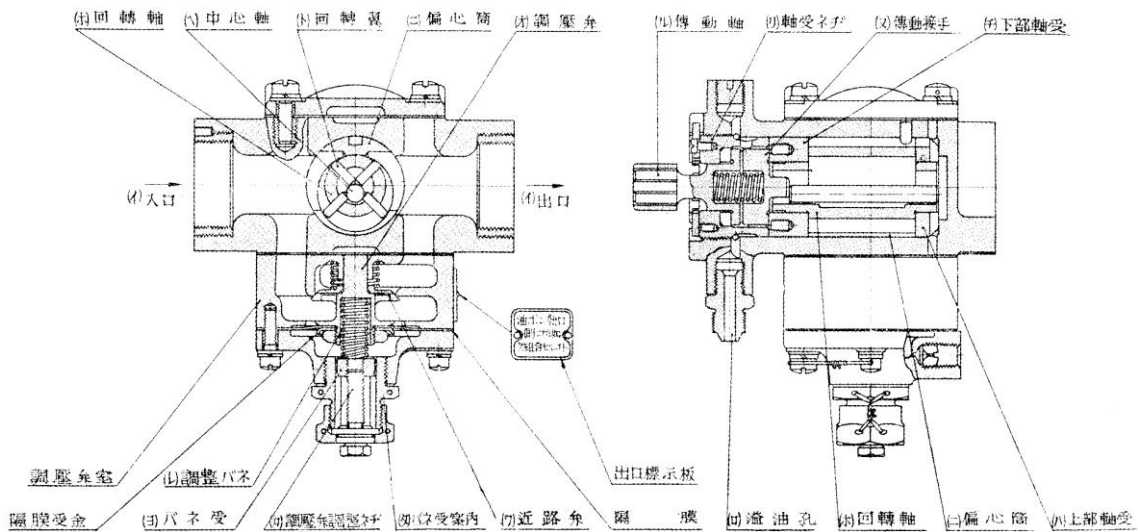
図7 廣式燃料ポンプ



『整備術教科書』100頁，第百三圖ノ二。

大勢はしかし，ヨリ単純な構造を有する四翼偏心式のベーンポンプへと帰一した．図8は榮や金星の一部に採用された燃料ポンプ二六型である．回転数は榮においてはクランク軸の0.9倍，常用燃圧は $0.30\text{kg/cm}^2(0.25\sim 0.35)$ であった．気化器式発動機における燃圧はこの程度であったようである．

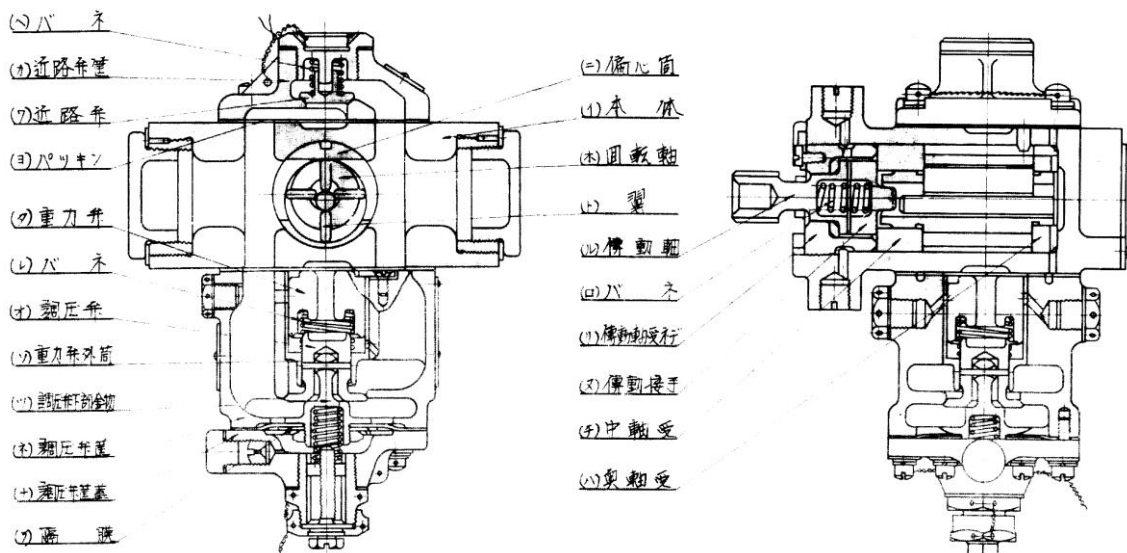
図8 榮になど採用された四翼偏心式ベーンポンプ，燃料ポンプ二六型



『榮發動機二〇型取扱説明書』I-3202頁，第I-3201圖。

図 9 は譽や艦上爆撃機用の金星に加え、火星の一部などにも採用された重力弁付きの燃料ポンプ二六 G 型である。譽装備時の回転比および燃圧は榮二〇型の二六型ポンプと同一であったが、艦爆用金星 51 型や気化器付式の火星 20 型に装備されていた同型ポンプの回転比は 1.31 へと引き上げられていた¹¹。

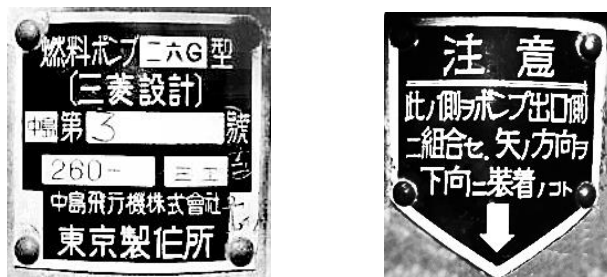
図 9 譽などに採用された重力弁付き四翼偏心式ベーンポンプ，燃料ポンプ二六 G 型



海軍航空本部『譽發動機取扱説明書 第一版』1943 年 12 月，第 I-2307 圖。

二六型燃料ポンプの設計担当会社については今のところ不明とせざるを得ないが、二六 G 型燃料ポンプについてはポンプボディに付された銘板によりその設計担当が三菱であったと知れる(図 10 左)。この種の汎用品は標準部品として 1 社に設計を担当せしめ、その図面に準拠して数社で分担製造されていたものと観てよからう。

図 10 燃料ポンプ二六 G 型の銘板



<https://page.auctions.yahoo.co.jp/jp/auction/q100800156>

¹¹ 金星については海軍航空本部『金星發動機五〇型取扱説明書』改訂第一版，一九四二年 6 月，参照。

金星 51 型でも 96 式陸上攻撃機や 97 式飛行艇、零式輸送機(国産ダグラス DC-3)には燃料ポンプ二四型が装備されていた(回転比 1.31)。型式称号の数字は恐らく単位時間当り吐出し量を表示する序号であると理解して大過ないと想われる。

三菱発動機の一部、金星 62 型や火星 23 型に採用された定時多点燃料噴射(ポート噴射)方式においては燃料噴射ポンプのプランジャが燃料を吸引する際、燃圧が急減して燃料が発泡、ベーパーロックが招来されがちとなる。これを防ぐため、これらの燃料噴射式発動機においては燃圧を地上で 1.6 kg/cm²、高空でも 1.0 kg/cm² 程度の高い値に保持する所作が要請された。このため、単位時間当り吐出し量の大きな三二型燃料ポンプが充当されることとなっていた¹²。

むすびにかえて

わが国においては航空発動機やその補機類の設計に当り、生産性や整備性、艱装性に対する、さらにはそれらの機器を繋ぐ各種配管・配線類の簡明化に対する配慮が著しく欠けていた。しかも、補機類は謂わば劣格市民のごとき扱いを受けていた。発動機や補機類を造る側や整備する側にも難しい作業をこなす所作に職人的誇りを抱く傾向があった。かような精神風土が発動機の整備や修理を困難にする要因となり、ひいてはその稼働率を低下せしめる機縁とならぬはずはなかった。

そのような技術体系を形成させた思考風土から生れた航空発動機や機体に係わる取扱説明書の類にその基盤的生存要素となるべき燃料供給系統とその構成ユニットに関して簡明にして要を得た解説が盛り込まれていなかったことは蓋し当然である。『整備術教科書』は 130 頁ほどの小冊子ながら、そうした状況の中にあつては参照に値する希少な歴史的文献であると言えよう。

もつとも、同書 105-3~105-4 頁に発動機の馬力計測法として所謂、平衡運転台が図とともに解説されている事実はその発行年次からすれば著しく信義欠いた記述態度の現れと評さざるを得ない。なぜなら、一時期、わが陸海軍の航空隊や飛行学校に配備されていた平衡運転台は 1935 年、陸軍航空の運用現場に動力測定機能を持たぬ 95 式運転台が制式化された頃から、陸海軍いずれにおいても撤収され始め、各運用現場は支給された発動機の動力を正確かつ容易に測定する術を奪われていたからである。譽の出力不足が相当期間に亘って疑われたなどという醜聞^{スキャンダル}は運用現場が動力測定の手段を剥奪されていたことの必然的帰結に他ならないのである¹³。

¹² ガソリン航空発動機における燃料噴射装置については『三菱航空発動機の技術史(上)』第Ⅱ部、燃料噴射式発動機の仕様については『三菱航空発動機の技術史(下)』第Ⅲ部、参照。

¹³ この問題については『三菱航空発動機の技術史(下)』補論Ⅲ-2、参照。