

V型8気筒航空発動機の歴史的位相：航空発動機と自動車エンジンの関係

坂上 茂樹

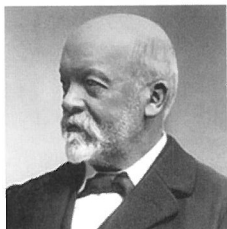
Citation	ツールエンジニア, Vol.60, No.8, p.48-52
Issue Date	2019-06-01
Type	Journal Article
Textversion	Publisher
Rights	<p>この記事は、私的な目的でのみダウンロードすることができます。その他の使用には、事前に著者と大河出版の許可が必要です。</p> <p>This article may be downloaded for personal use only. Any other use requires prior permission of the author and Taigashuppan.</p>

Self-Archiving by Author(s)
Placed on: Osaka City University Repository

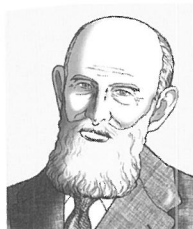
V型8気筒航空発動機の歴史的位相

航空発動機と自動車エンジンの関係

大阪市立大学 坂上 茂樹



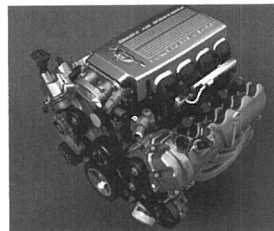
ゴットリーブ・ダイムラー



ロバート・ボッシュ



航空発動機カーチスOX5



Ford V8 4.6L

ピストン航空発動機に大馬力を希求する時代は、槿花一朝の夢の喩えにも似て、誠に儂く潰え去った。わけても、その一型式であったV型8気筒航空発動機の全盛期など、ほんの瞬くほどの間に過ぎて行った。ここでは、ピストン航空発動機の進化における小さな一階梯をなし、やがては航空発動機技術と自動車用ガソリン機関技術との体系的分離を、その身に体現する象徴的存在となった、V型8気筒発動機の歴史的な展開につき、両者の技術的からみ合いに着目し

ながら、概観を試みる。

●ガソリン機関における燃焼と気筒容積

ガソリン機関における燃焼は、空気とガソリン蒸気とがあらかじめ混合された状態にある可燃性ガスの、外部点火による予混合燃焼の一種として分類される。着火核としては通常、電気火花が供される。

電気点火には低圧方式と高圧方式とがあり、R.Bosch(ドイツ：1861~1942)による発明を契機として高圧方式が斯界に覇を唱えた。また、高圧電気点火にも連続スパークによるものと単一スパークによるものがあり、航空発動機は始動時には前者を用い、始動後、後者に移行することを常とする。jump sparkのための電気エネルギーの供給元としては、航空発動機においては主として高圧磁石発電機(ハイテンション・マグネトー)が用いられる。

気筒(シリンダ)の燃焼室内部で生起する予混合燃焼における燃焼の活性度ないし火炎伝播速度は、燃焼速度(燃料の化学的性質に規定される燃え移りの速度)と燃焼ガスの熱膨張(圧力上昇)による炎面自体の前進速度、ガス流動速度との総和として現われる。

それゆえ、燃焼室内のガス流動は燃焼室内における火炎伝播速度、すなわち燃焼の良否を特

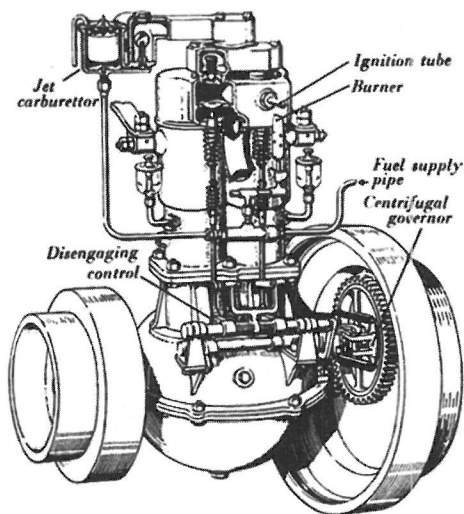


図1 自動吸気弁を持つ1892年のDaimler Phönix機関 (Daimler-Benz A.G., The Annals of Mercedes-Benz Motor Vehicles and Engines. 2nd.ed. Stuttgart, 1961, p.49.)

に大きく左右する要因となる。

吸入行程を通じて吸気に与えられる流動は、圧縮上死点付近では相当減衰して来るが、設計の如何によって必ず特定の回転数で最も良好なガス流動が残存することになる。これが発動機のトルクバンドを規定し、最良の燃焼が生起する付近でその発動機は最大トルクを発生する。

それ以下の回転数では、ガス流動不足のためいま一つ調子が出ず、また、そこを超えれば運転は騒々しくなるばかりで、吸気密度低下によってトルクは減退し、馬力も頭打ちとなる。これは小排気量のバイクなどで切実に体感されるところである。

そして、吸排気弁の配置と絡む燃焼室の設計仕様に応じて発動機のトルクバンドは、高回転域にも低回転域にもシフトせしめられる。つまり、エンジンは高回転型にも低回転型にも性格付けられるという寸法である。また、気筒当たり容積が大きくなると気筒径(ボア)も応分、大となり、火炎伝播距離も長くなる。

これが過ぎれば燃焼領域の圧力上昇によって、未燃焼領域端部に滞留するエンドガスが急激に圧縮され、自己着火へと至る。これによって互いに拡大しようとする炎面どうしの衝突が生ずれば、衝撃的な燃焼と圧力上昇とが招来される。この現象は異常燃焼(デトネーション)と呼ばれ、これによってピストン頂部の溶損や各部の機械的損傷が惹起されれば、発動機はたちまち死に至る。

これを予防するため、ガソリン機関としては大きな気筒当たり容積を、したがって通常、 $\phi 150$ 前後になんなんとするビッグ・ボアを持つピストン航空発動機には、燃焼室内における火炎伝播距離を短縮するために、燃焼室の壁面に2つの点火栓が設けられている。また、安全性を高めるべく高圧磁石発電機も2つ用意され、完全に2系統化された点火系を持つことが航空発動機の常識である。

他方、内燃機関には圧縮比という基本的なスペックがある。一般に、内燃機関はある範囲までなら、圧縮比が高いほど燃費(熱効率)を筆頭に良好な各種動力性能を発揮する。しかしガソ

リン機関においては、燃焼室・弁配置設計によって到達されるべき圧縮比に対して、ガソリンの耐爆(アンチノック)性、つまりオクタン価ないしパフォーマンス・ナンバーを以て表示される自己着火し難さに係わる性質という面からの、制約が課せられている。

うまく設計され、出力性能に比して使用ガソリンへの要求オクタン価が低い機関をメカニカル・オクタン価の高いエンジンとよび、現世代のレギュラー・ガソリン対応型乗用車用4弁式機関などはその好例に属するが、この種の工夫にも自ずと限界はある。

トルクバンドの位置を定めるガス流動と熱効率などを規定する圧縮比とを決定的に左右する設計要目は、燃焼室の仕様と吸排気弁配置とである。この二つはガソリンの耐爆性という厳しい制約下、互いに密接に絡みつつ進化を遂げてきた。

本稿の主役であるV型8気筒航空発動機の全盛時代は、決定的な耐爆剤としての四エチル鉛が見出される以前の故事に属するが、そこに至るまでの経過と後日譚とについて、上のような関係性を導きの糸としつつ順次、観て行くことにしよう。

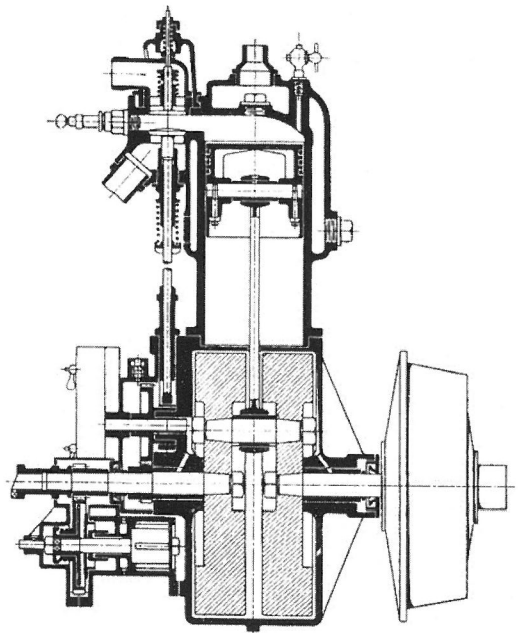


図2 自動吸気弁を持つde Dion & BoutonのFヘッド機関
(v. Low, Das Automobil. 2. Aufl., 1912, S.37, Abb.31.)

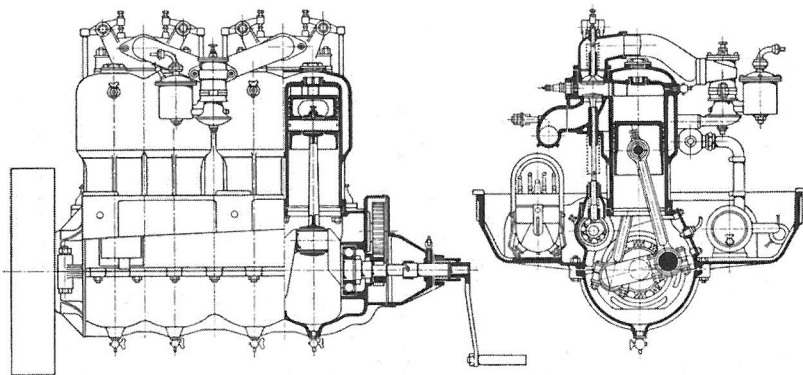


図3 機械的吸気弁を持つHorchのFヘッド機関(ditto., S.57 Abb.61a, -b.)

●燃焼室形状と弁配置の進化……

Fヘッド、サイドバルブからValve-in-head方式へ

1) Fヘッド

G.Daimler (ドイツ：1834~1900)による4サイクル・ガソリン機関の創成とともに始まった古典的な弁配置・燃焼室型式は、ばねによって吊られ、燃焼室内圧と大気圧との差によって啓開する自動吸気弁と機械的に啓開され、ばねの力によって閉塞する排気弁を持つFヘッドであった。もっとも、当初、ダイムラーによって実用に移されたのはピストンヘッドにも自動掃気弁を備え、クランク室を与圧ポンプとして用いる狭V角ツイン方式であった。

図1は同じ弁配置・燃焼室型式を踏襲する若干、進化した歴史的的成功作で、自動吸気弁を持つ1892年のDaimler Phonix 直列2気筒機関で

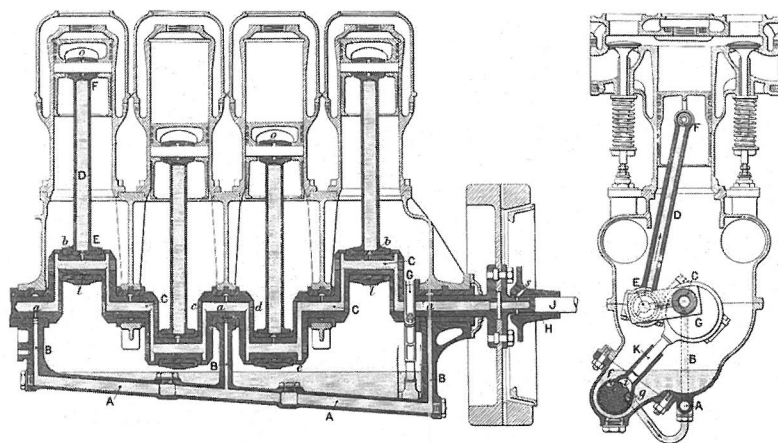


図4 SV-Tヘッドを持つDelauney Belleville機関

(L., Baudry de Saunier, L'automobile Theorie & Pratique. Tome I. 1912(?), p.258, Fig.148.)

ある。そのボアはφ67mm、ストロークは108mm、出力は2PS/760rpm.で、2つの主軸受によって支持されるクランク軸のピン位相は180°となっていた。同様の機構はde Dion & Bouton (フランス：図2)をはじめ、草創期のガソリン機関に汎用されている。

やがて如何にも作動不確実な自動吸気弁は廃れ、次の発展段階として現れたのが機械的に啓開せしめられ、ばねによって閉塞するより作動確実な吸気弁と同工の排気弁を持つFヘッドである。図3はHorch (ドイツ：Audiの一流源)乗用車機関の例である。

本機関もそうであったように、気筒頭(シリンダヘッド)と気筒胴(シリンダバレル)とを一体に鑄造する手口は、古くは常套的な小形内燃機関設計手法であった。かくすれば多少、鑄造は面倒となり、気筒ピッチも大となって作品は前後に多少間延びするため、クランク軸振り振動の固有振動数にも低下を来す反面、運用現場はヘッド・ガスケットからのガスや冷却水の漏洩といった非常に厄介なトラブルから、いっさい解放されることが、できるからである。

Fヘッドは古典的な弁配置ながら、戦時~戦後の米軍Jeep機関の弁配置も機械的吸気弁を持つそれであり、長い実用と洗練の歴史を有するメカニズムともなった。また、Fヘッドを持つ直列機関をV型に組む所作は比較的容易で、後述する初期のRenault (フランス)V8, V12型航空発動機などはその好例をなしている。

2) サイドバルブTヘッド

吸排気弁を気筒の両サイドに振り分けるタイプのサイドバルブ方式(以下、

SV・Tヘッド)は、燃焼室の表面積 / 容積比を大きくしてしまう欠点がある反面、機関全高の抑制にとっては有利な弁配置である。図4は連桿を中空とし、小端部潤滑およびピストン背面冷却のための油道として用いる分不相応にハイカラな内部潤滑系を与えられたフランス製SV・Tヘッド機関の例である。

SV・Tヘッドは構造単純で製造も比較的容易である反面、その大きな燃焼室表面積 / 容積比ゆえ熱損失は多大となる。形態的には頭でっかちとなる上、ワンサイド・メンテナンスも不可能となるため、V型以上の多列化には著しく不利な弁配置である。よって、それは航空発動機には全く不向きな様式であった。

3) サイドバルブLヘッド

吸排気弁を気筒の側方に片寄せ、燃焼室の表面積 / 容積比を幾分改善したSV・LヘッドはSVとして最もよく普及した。これを持つ旧世代のアメリカン・モーターサイクルなどは、いままもマニアに愛好され、現役であり続けている。

つぎに、国産自動車機関3機種について、その展開例を観て行こう。

i) スミダD6型機関

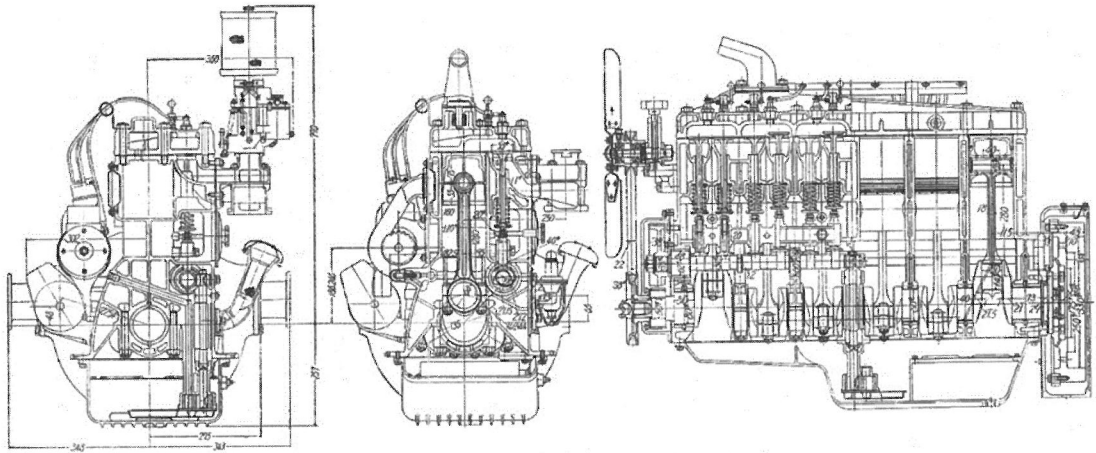
1932年に登場した自動車工業(いすゞ)のスミダD6型ガソリン機関(SV, 6L-110 × 125mm, 7.13ℓ, 最大106HP/2000rpm, 連続60HP/1200rpm)は、図5に示される通り、ごく平凡なSV・Lヘッド式エンジンであった。それは1年後に登場する商工省標準形式自動車“いすゞ”用スミダX型機関を一回り大きくしたような存在であった。

しかし同じSV・Lヘッド付きとはいえ、その燃焼室は旧作、スミダA6型機関やスミダX型機関のそれ、つまりリカード燃焼室とは大違いで、いかにも素っ気ない形状となっていた。このスミダD6型は、鉄道省の省営大型バス車両スミダR型バスや陸軍の92式5ton牽引車(装軌トラクタ)甲型にも搭載され、ディーゼル化への露払い役を務めた。

ピストンリングは、圧縮3 + オイル1となっている。

ii) スミダX型機関

商工省標準形式自動車用スミダX型機関は



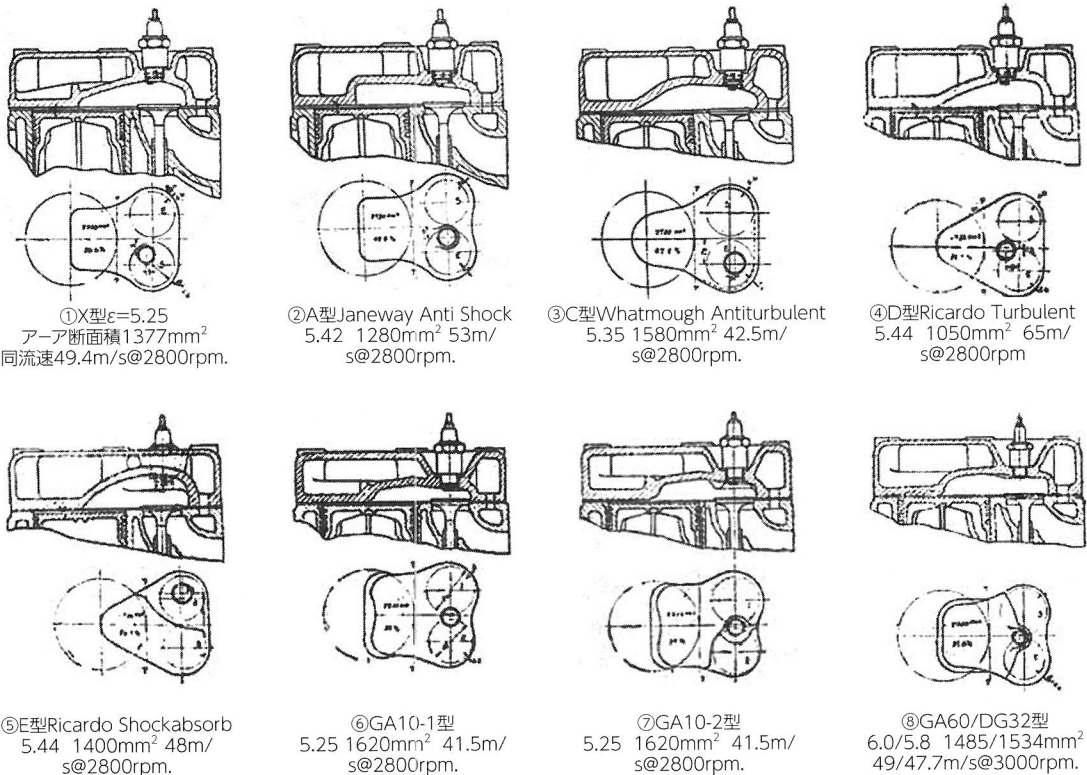
シリンダ数.....6
 シリンダ径.....110 mm
 行程.....135 mm
 回転数.....2,600 rev/min
 軸馬力.....110 HP

自動車用ガソリン機関
 スミダ D 6 形機関
 組立切断図
 自動車工業株式会社

図5 スミダD6型機関組立図(日本機械學會「改訂 国産機械圖集」改訂版, 1937年, 79頁より.)

1933年に投入された。その時点における出力は最大70HP/2800rpm, 連続43HP/1500rpmであった。同系機関の製造は戦後にいたるまで長

期にわたって継続されたため、その燃焼室はRicardoから出発し、爾後、さまざまな改良が施され、あるいは試みられた(図6)。



①X型 $\epsilon=5.25$
 アーア断面積1377mm²
 同流速49.4m/s@2800rpm.

②A型Janeway Anti Shock
 5.42 1280mm² 53m/s@2800rpm.

③C型Whatmough Antiturbulent
 5.35 1580mm² 42.5m/s@2800rpm.

④D型Ricardo Turbulent
 5.44 1050mm² 65m/s@2800rpm

⑤E型Ricardo Shockabsorb
 5.44 1400mm² 48m/s@2800rpm.

⑥GA10-1型
 5.25 1620mm² 41.5m/s@2800rpm.

⑦GA10-2型
 5.25 1620mm² 41.5m/s@2800rpm.

⑧GA60/DG32型
 6.0/5.8 1485/1534mm²
 49/47.7m/s@3000rpm.

図6 スミダX→いすゞGA, DG機関における燃焼室改良の経緯
 (島崎喜三郎「いすゞTX80型5軸トラックについて」『いすゞ技報』第1巻第1号(1948年)より)