

V型8気筒航空発動機の歴史的位相：統 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.9, p.53-58
Issue Date	2019-07-01
Type	Journal Article
Textversion	Publisher
Rights	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。 This article may be downloaded for personal use only. Any other use requires prior permission of the author and Taigashuppan.

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

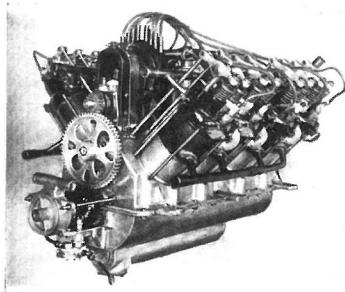
続 航空発動機と自動車エンジンの関係

大阪市立大学 坂上 茂樹

Hall-Scott Aviation Motors

The only American aviation motor purchased by professional airmen. Chas. K. Hamilton, J. J. Fribble, Capt. Thos. S. Baldwin, D. Mason, Bud Marx and Tod Shriver use Hall-Scott Motors as regular equipment and highly endorse them.

THE MOTOR THAT WILL PUT YOU IN THE PROFESSIONAL CLASS.



TYPE A-1-3 CYLINDER, 60 H.

Bob Wrennan, with a California Farmar-type machine, equipped with a Hall-Scott A-2 motor. Hall-Scott standard gasoline and the 100-hp motor used was the only one of a total of 10 other entries which made good at the San Francisco meet; winning the first two events, which were 100 yards in 49 min., 45 sec.; second prize for speed; third prize for altitude and qualifying in two other events. Total prize money \$1,000.

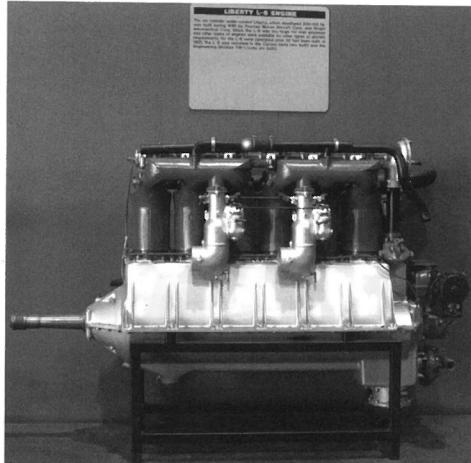
HALL-SCOTT MOTOR CAR COMPANY

THE MOTOR CAR
San Francisco, California.

COMPANY

Hill Scott 航空發動機 A2 (V2 型 60 馬力)

Catalogues en cours



Liberty I-6

ホール・スコット製の6気筒航空発動機は、Liberty L-6を使用していた。このエンジンは、水冷で200～215馬力を出力したが、第1次世界大戦中に52基が製造された。郵便輸送用には大きすぎたため、1921年にCurtiss社TW-1に搭載された。

4) Valve-in-head方式

燃焼室の表面積 / 容積比を一層、小さくする方途は吸排気弁を気筒頭に設けること、すなわち Valve-in-head 方式である。これにも雑多な様式が提案・実用化されている。ここではガソリン機関において採用例を観たモノの数例を取上げる。

5) TヘッドOHC

最初に掲げるのは Bussing(ドイツ)の T ヘッド、シャフト・ドライブ OHC という珍しいだけのゲテモノである。確かに、これは Valve-in-head 方式の最初期の実用例ではあったが、その実態は何の取り柄もない、奇天烈なだけの設計であったに過ぎない(図 9)。

ただし、さしものビュッシングにしても、かような過渡的性格丸出しの技術を以ては押し通せなかつたものと見え、このTヘッドOHC方式はややあって標準的なOHVへと転換せしめ

られている

時代は自動車機関の多くが SV・T ヘッドであり、Audi は F ヘッド、Horch は F ヘッドと SV・L ヘッドと OHV との混成、といった具合に諸様式が跋扈していたとは言え、本件などはゲテモノの極みとして記憶されるに足る技術であろう。

6) 円盤状燃焼室

続いて、Gaggenau(ドイツ)の円盤状燃焼室の例から観て行こう。1893年にBegemann Industriewerke, Gaggenauを創業したT. BergmannはダイムラーとC. Benz(ドイツ:1844~1929)の自動車事業成功を眼にして自動車製造を志し、'95年にOrient Express, Liliputと銘打つ車を世に送った。後者は当時、最も廉価な小型乗用車で、メーカーはこれをVolkswagenなどと自称した。1905年に同社の自動車部門はSuddeutsche Automobilfabrik

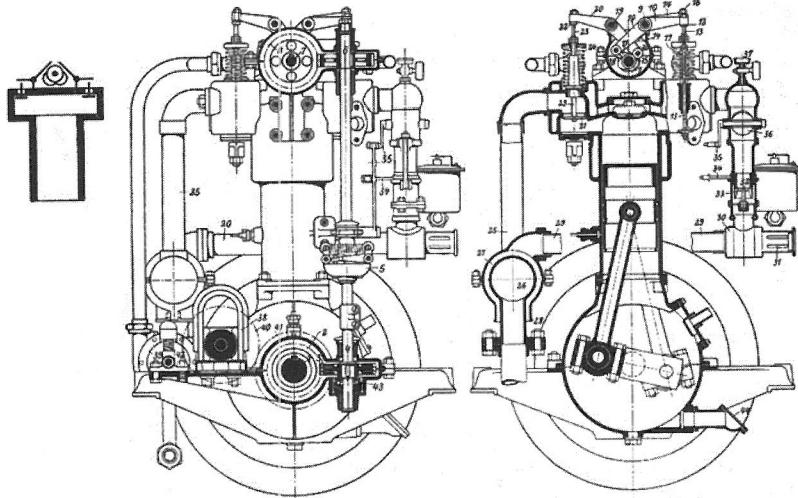


図9 BussingのT頭OHC機関[F., v. Low, Das Automobil. 2. Aufl., Wiesbaden, 1912, S.81 Abb.85, -86.]

GmbHとして独立し、12~40馬力の4気筒S機関群搭載車を製造した。それらのエンジンは恐らくSV・Lヘッドであったろう。それらに冠する商標としてはS.A.G., S.A.F.,あるいはGaggenauが用いられた。

1907~08年は自動車不況の年となったが、トラック需要は堅調であったため、S.A.G.はこの頃からBenz & Cie.の商用車分野における下請企業的役回りを演ずるようになり、1910年末、後者に買収され、Benzwerke Gaggenau GmbH. vorm. Suddeutsche Automobilfabrikの商号の下、商用車生産に特化した。1912年にその社名はBenz-Werke Gaggenau, Filiale von Benz & Cie.となる。Filialeは支社の謂いで、現在、そ

れはDaimler A.G.ガッゲナウ工場となっている。

図10に示されるのは、そのガッゲナウの新型にして恐らく最後の乗用車機関である。その開発時期は常識的に考えれば同社がベンツの協力企業化する1907年より前、幾ら遅くとも後者に吸収されてしまう'10年よりは前であろう。

新規に開発されたOHC機関は、同社の乗用車を商業的成功へと導く機縁とはなり得なかつた。これは投入の逸機性、性能の凡庸性、保守の困難性、あるいはそれらの複合的帰結と見做されるしかなかろう。それは重い開発負担によって企業経営を圧迫し、ひいてはその独立性喪失の主要因ともなったようである。もちろん、円盤状燃焼室における動弁機構はOHVであって

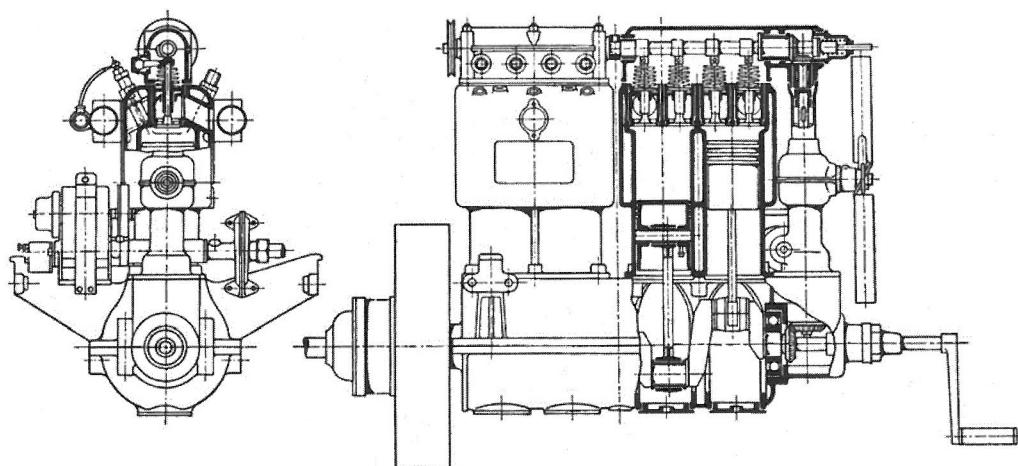


図10 Gaggenauの乗用車用OHC機関[ditto., S.79 Abb.84.]

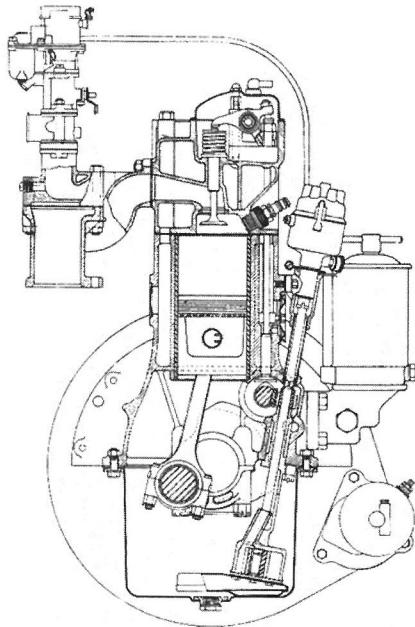


図11 International Harvesterのバスタブ燃焼室付きトラック用直列6気筒機関(OHV) [P.,M., Heldt, High-Speed Combustion Engines. N.Y., 1939, Plate Supplement.]

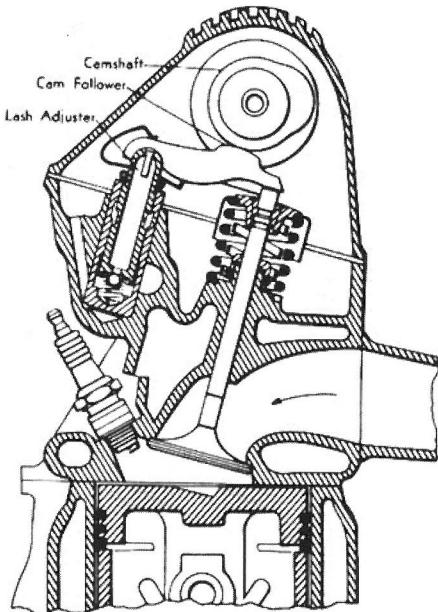


図12 1967年型Pontiac機関のウェッジ燃焼室(OHC) [E.,F., Obert, Internal Combustion Engines. 3rd., ed., Penn. 1968, p.506 Fig.14-10(c).]

も差し支えない。

7) バスタブ燃焼室

ヨリ高い圧縮比を目指す捷径(はやみち)は燃焼室の円盤の一部を切り取ることである。吸排気弁は伏せられた浴槽(バスタブ)の底に配される。図11はOHVバスタブ燃焼室を持つ戦前のIntennational Harvester(米国: 現・Navistar International Corporation)製トラック機関の横断面を示す。ヨリ高い圧縮比を狙う場合、バスタブの幅は狭められてよい。その動弁機構をOHCとすることは、もちろん可能である。

8) ウェッジ燃焼室

圧縮比をさらに高めようとする場合、しばしば採用されたのが楔(ウェッジ)状の燃焼室である。図12は戦後のGM Pontiac機関に採用されたウェッジ燃焼室の例である。動弁機構はOHCに限られず、OHVであっても構わない。

9) 半球状燃焼室

圧縮比向上のみならず火炎伝播距離の短小・均等化、熱損失の抑制を極限まで追求する場合に採用されるのが半球状燃焼室である。図13は戦後のJaguar機関のそれで、動弁機構はDOHCであるが、OHVやOHCによっても半球状燃焼

室は成立可能である。

その圧縮比をさらに高めようとするものに屋根裏部屋(ペントルーフ)燃焼室がある。現行の乗用車用ガソリン機関においてはこれとDOHC4弁方式との組合せが多用されている。しかし、過給される航空発動機の圧縮比は抑え気味となっていたこともあり、空冷星型発動機の燃焼室は概ね風通しのよい2弁式の半球状燃焼室に

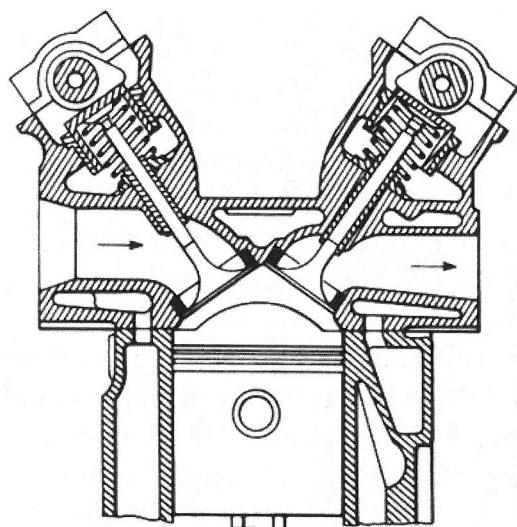
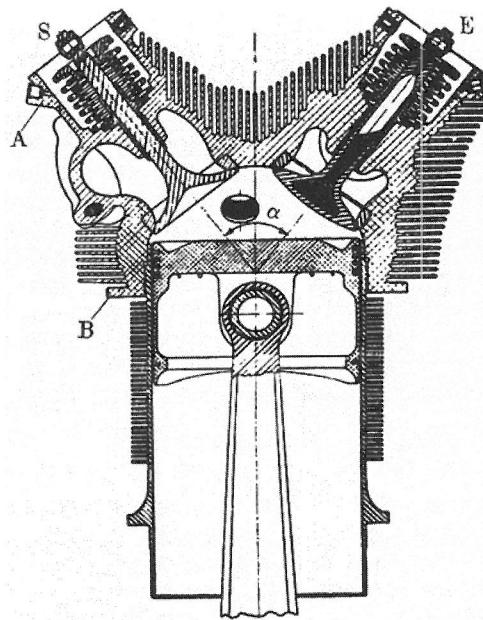
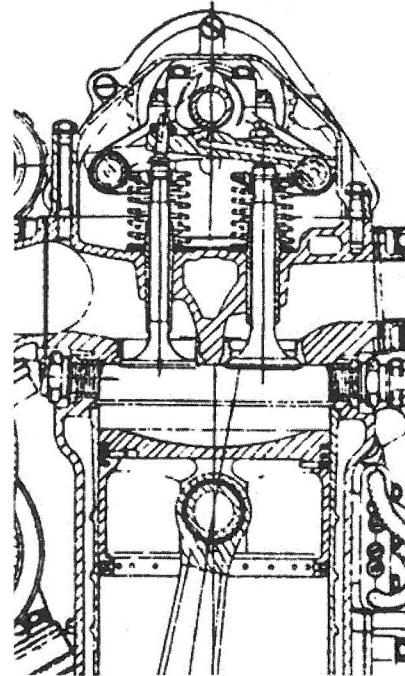


図13 1966年型Jaguar機関の半球状燃焼室
[ditto., Fig.14-10(d).]



(a)空冷星型(Wright Cyclone)



(b)液冷(R.R. Kestrel)

図14 成熟期の航空発動機における燃焼室と弁配置

[(a)長尾不二夫『第二次改著 内燃機関講義』下巻, 養賢堂, 1957年, 634頁, 第10・2図, より。
(b)富塚 清・大井上 博『航空發動機』共立社 内燃機關工學講座 第9巻, 1935年, 118頁, 第58圖, より.]

帰一した [図14(a)].

これに対して、直列型や多列型航空発動機の燃焼室としてはペントルーフ燃焼室(Allison:米国)や半球状燃焼室(Hirth:ドイツ)の使用例が認められなくはないものの、次第に弁に深い挾み角を要さぬ平面的な燃焼室の天井と小さな曲率の凹み(キャビティ)を持つピストン・ヘッドとを組合せたヨリ製造容易な、高速ディーゼルの浅皿燃焼室に近い4弁式の設計が好まれるようになった。Rolls-Royce(英国)は平行な弁配置[図14(b)]を、Daimler-Benz(ドイツ)は極めて深い挾み角を持つ弁配置を選好した。

航空発動機はガソリン機関としては大きな気筒当たり排気量を有し、その最高回転数も一般に3000rpmを下回る程度であったから独立気筒を持つ空冷航空発動機の動弁機構としては古典的なOHV方式が愛好され、水冷ないし液冷を主とする直列型航空発動機においてはOHVとSOHCとが、同じく多列型発動機においてはSOHCないしDOHCが主流をなした。言うまでもなく、それらにおいてはカム軸を気筒頭に載

せやすいからである。

自動車用を筆頭にガソリン機関の燃焼室は上に観た諸型式の変種や亜種に富む多様な進化を遂げてきた。発想の豊かさから製品差別化への悪あがきに至るまで、それらの設計は様々なメッセージを発しているように見える。しかし、その逐一を紹介する所作は本稿の課題を超える作業となる。

● 気筒密植による多気筒化への取組み

気筒当たり容積に火炎伝播速度の有限性に由来する制約がある以上、航空発動機の大出力化には燃焼室設計の最適化とともに多気筒化が必須となる。しかも、航空発動機においては高い占有スペース・重量当たり出力が求められる。よって、この方面における多気筒化は気筒密植と呼ばれるべきバイアスを呈することになる。

V型はV2を最小単位とし、これを重ねたV型4気筒の他、直列の合体によるV型とみなされるべきものにV6、V8、V12、V16気筒(L8のV型化およびV8のギヤード・ツイン・バンク)、

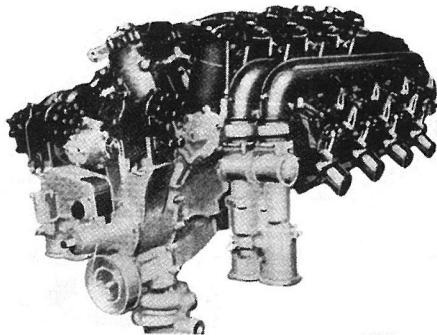


図15 Panhardの2重V型16気筒550馬力発動機
[萬有化学大系 統篇 第五巻]116頁、第二十六圖。]

V24(V12のギヤード・ツイン・バンク)があり、それぞれに実用ないし試作された。図15はPanhard et Levassor(フランス)のギヤード・ツイン・バンクV型16気筒発動機……20年代後半の产物らしき無過給発動機である。

同じくW型はW型3気筒を最小単位とし、これを重ねたW型6気筒、直列の合体によるW型とみなされるべきものとしてW12、W18が実用ないし試作された。

図16は上と同時代、同工のLa Societe Lorraine de Dietrich de Lunéville(フランス)によるW型18気筒650馬力発動機である。

この他、W型の変形として扇型に4、5気筒(单列、複列)、6気筒(複列)、7気筒(複列)、10気筒(タンデム複列)、14気筒(タンデム複列)といったモノがあった。X型は4気筒を最小単位とし、これを重ねた8気筒、直列の合体とみなされるべきモノにX型16、24気筒がある。図17は同時代の競速機(レーザ)用X型24気筒発動機、パッカードX型である。

空冷を主とする固定気筒星型は3気筒を最小単位とし、单列5、7、9、11気筒、複列6、10、14、18、22気筒、4列20、28気筒といったモノがそれぞれ実用ないし試作された。

●理想的な振動特性を持つ 直列6気筒発動機

1920年代から30年代にかけて、航空発動機開発の標語が気筒密植一辺倒であるたかのようない観は確かにあったものの、飛行機が戦場にデビューした第一次大戦期および戦後にかけての

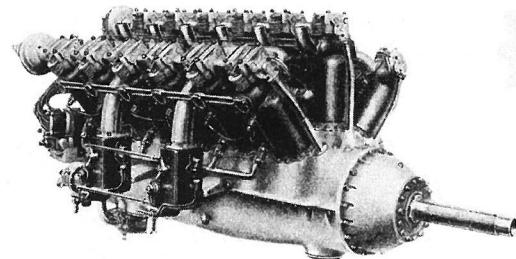


図16 Lorraine W型18気筒発動機
[Page, Modern Aviation Engines. Vol. II , p.1521 Fig.722.]

ドイツの水冷航空発動機界においてはこれとは全く対照的に直列6気筒が全盛を謳歌していた。それは180°クランク式V8発動機の振動が忌避されたためであったかも知れぬし、ドイツ気質的一面をなす合理主義の帰結でもあったとも考えられる。大戦末期にはドイツも連合国側への対抗上、V型12気筒発動機開発を迫られはしているが、少なくとも大戦中に彼の国で量産された水冷航空発動機のほとんどは振動特性の点に優る質実な直列6気筒であった。

第一次大戦中、200馬力級の直列6気筒航空発動機を量産したドイツのメーカーと主要な発動機系列は、ダイムラー“Mercedes”系、ベンツBz系、Maybach Motorenbau GmbHのMb IV系、Bayerische Motoren Werke A.G.(BMW)のIII系であった。Junkers Flugzeugwerk A.G.は実用面でやや出遅れ、ようやく1922年に登場したL5型は340馬力に達したもの、こ

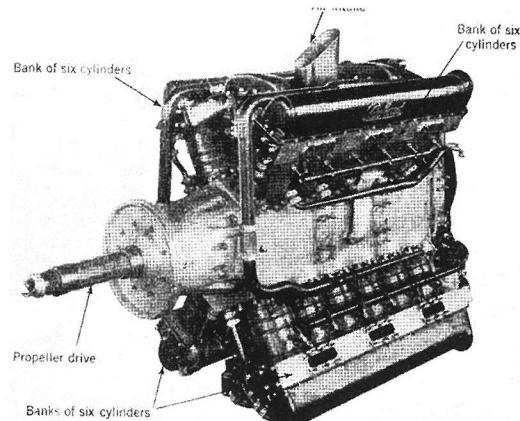


図17 Packard X型、競速機用24気筒発動機
[Page, ibid., p.1494 Fig.705C.]

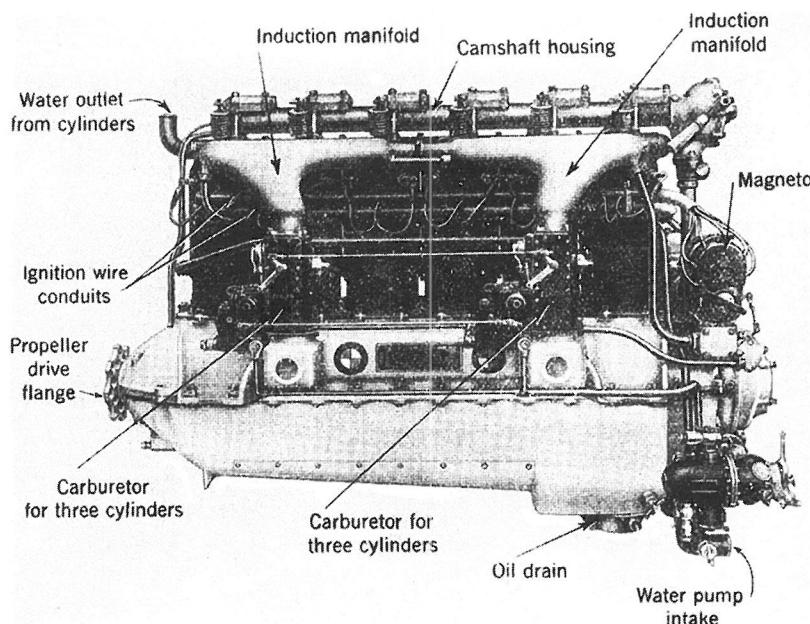


図18 BMW V a型発動機(SOHC)
[Page, Modern Aviation Engines. Vol.I, N.Y., 1929, p.178 Fig.66.]

のタイミングでは大した存在感を發揮するには至らなかった。

同じく戦後、1920年代前半の事蹟に属するが、BMW 発動機として初の 400 馬力級は離昇出力 395PS/1900rpm. (最大許容連続出力 350PS) を発揮した V a 型 (6L-160 × 190mm) である (図 18)。もっとも、この大出力直列 6 気筒発動機の系統が敗戦による武装解除から再軍備へと向う戦後のドイツにおいてメジャー化する気配はなかった。

第一次世界大戦期のマイバッハや BMW の直列 6 気筒航空発動機は高空性能を重視して過大な圧縮比を附与された超圧縮発動機であった。それらは出力に比して過大な排気量を与えられてもいたため、過大発動機とも過大高圧縮発動機とも呼ばれたりしている。低空ではスロットルを絞ったり EGR (排気ガス再循環装置) を作用させて気筒に吸入される空気を制限する措置が講じられた。この方式は過給技術が未発達であった第一次大戦当時、ドイツで開発され盛行した技術である。発動機の体躯が大きくなるため振動が増す等の欠点はあったが、これは確実な技術であったし、上述の通り直列 6 気筒はバランスの面で特に優れている。戦後は過給が実

施されることもあったが、それは未だ例外的な処方たるに止まっていた。

第一次世界大戦期、米国製 200 馬力級直列 6 気筒発動機としては Hall-Scott が気を吐いていた。他方、この時期の英国製直列型発動機には特に秀作として歴史に刻まれるべき作品はなかった。なお、大戦後半に投入され量産に成功した大出力直列 6 気筒発動機の頂点に立ったのは 250~300 馬力級の Fiat(イタリア) A12 系である。

それらの直列 6 気筒発動機を V 型 12 気筒に組み、大出力発動機を得ようとする策も当然ながら各国において試みられている。しかし、第一次世界大戦期にある程度の成功を収め量産に至ったのは米国自動車工業界の衆知を集め、Hall-Scott の直列 6 気筒発動機を 12 気筒化するとともに徹底的な生産設計を施した Liberty 12a 型 400 馬力発動機のみであった。

その出力は英国で大戦勃発後、メルセデス発動機を参考にして開発された R.R. の V 型 12 気筒発動機 Eagle (初代) の到達出力 375 馬力をも凌いでいた。もっとも、それらの発動機はみな、戦闘機用としては大柄に過ぎた。戦後、Liberty 12 を用いた排気ガスタービン過給の試行は世界的にも先駆的な試みであったが、その努力が結実したのは第二次世界大戦期である。

いうまでもなく、船用や産業動力用、商用車用ディーゼルは今も合理的な直列 6 気筒がほとんどである。仮令、過給技術が未発達であったにせよ、到達出力が 400 馬力程度までであれば、無理に V 型 12 気筒に走って重く嵩張る発動機を調達せらねばならぬ道理はなく、直列 6 気筒で十分、敢えて V 型とするにしても 8 気筒あれば、ほぼこと足りたワケである。