

矢野偉一と"アロ一号"

坂上 茂樹

Citation	Lema. 534; 82-89.
Issue Date	2019-01
Type	Journal Article
Textversion	Publisher
Rights	このコンテンツは、「私的使用」や「引用」など、著作権法上認められている適切な方法にかぎり利用できます。その他の利用には、著作権者の事前の許可が必要です。

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

矢野偉一と“アロー号”

Koichi Yano and “Arrow”

坂上 茂樹*
Shigeki Sakagami

1. 矢野偉一の人と業績¹⁾

まず、矢野偉一の人と業績に係わる一般的な解説をリピートして最低限の義務を片付けることから始めよう。矢野偉一（1892～1975）は福岡の酒造家の長男として誕生し、幼少期から機械に対する関心と才能を示した。県立福岡工業学校（現・福岡県立福岡工業高等学校）機械科4年生の1912年、彼は模型飛行機に熱中し、この年6月には下宿先の鉄工所で豆ガソリン機関まで製作している。その諸元は自動吸気弁のOHV水平対向4気筒 $\frac{9}{16} \times \frac{3}{4}$ in. (14.29×19.05 mm), $\frac{1}{12}$ HP/200 rpm., 乾電池+コイル点火というものであり、その製作に際しては東京帝大助教授、内丸最一郎の『瓦斯及石油機関』が唯一の参考書として用いられたらしい。

このエンジンを装備する機体も同年10月に完成した。しかし、同機は出力不足のため飛行には失敗している。それでも、翌年4月に開催された福岡日日新聞社主催の飛行機大会に学校推薦により出品された同機は最優秀の甲賞を射止めた。

受賞を機に矢野は福岡の素封家、村上義太郎（菜種油を造る九州製油会社その他を経営）の後援を受けることとなり、併せて村上から自動車の研究、手始めとして自らの邸宅に保管されていた日露戦争（1904～'05）の戦利品、フランス製サイクルカー（軽便4輪自動車）“ルデオン”（De Dion-Bouton）の修理、改造話を持ち掛けられる。残念ながら、その諸元については3.5 PS、リアエンジン、表面気化器とおぼしき原始的な気化器の採用、減速平歯車による後軸駆動、バーハンドル、革サド

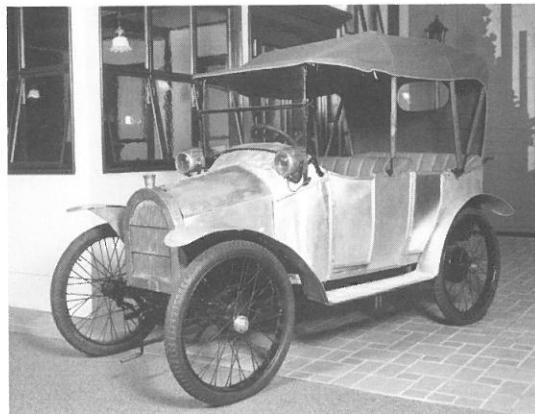


図1 矢野偉一の“アロー号”
福岡市博物館にて動態保存、常設展示中。（写真：株矢野特殊自動車）

ル、といった断片的情報が記録されているだけである²⁾。

矢野少年はこれをフロントエンジン、ファイナルにスパイラル・ベベルギヤを用いたFRとし、丸ハンドル付きの2人乗りに改造し遂せた。これが“村上のブリキ自動車”として地元の評判になったサイクルカーで、ともかく実走はしたもの、故障頻発で実用水準には達しなかった（後掲図2）³⁾。

1913年の卒業後、矢野は村上の後援の下、4人乗り国産小形乗用車開発へと乗り出す。彼はまずオースチン（英）など外国車のカタログ集めから始め、内燃機関については九州帝国大学、岩岡保作教授に教えを乞うたと伝えられている⁴⁾。

矢野青年は東京の日本自動車の技師の指導も仰ぎつつ、1913年春、“アロー号”的設計を完成させた。翌年、試作に着手し、福岡市の斎藤鉄工所（後の昭和鉄工）の工場の一部を借り受けて部品製造を始め、気筒のボーリングに九州帝大工学部

* 大阪市立大学教授
Osaka City Univ., Prof

の施設を、その他の機械加工には母校の実習工場の機械をも借用した。

1915年8月24日、シャシが完成し、引き続き側面全AI製幌型車体の製作へと取りかかる。こうして矢野の“矢”に因んで“アロー号”と名付けられた試作車は1916年8月2日、完成した。プラグとディストリビュータのヘッドはボッシュ、車輪とタイヤは自動二輪車用のモノを流用した。その諸元は自重320kg、全長2590mm、軸距1830mmの4人乗りフェートンで機関は水冷SV、2L-98.9×88.9mm、排気量1054cc、出力10PS/1800rpmであった。

もっとも、完成した試作車は氣化器の不首尾のため実用には適さなかった。できの悪い表面氣化器が採用されていたからであろう。対策のため、矢野はベンツ社技師にして第一次大戦、日独青島戦のドイツ人捕虜となっていたハルチン・ブッシュ氏を福岡の収容所に訪ね、コンサルティングを乞うた。オリジナルの氣化器を「一笑にふした」彼の指示に従って矢野は上海へと赴き、霧吹き式のZenith氣化器を調達。これで“アロー号”は実用に適する自動車となった⁵⁾。

矢野はその後も小形乗用車を分業による問屋制家内工業的生産技術体系によって製造するという見果てぬ夢を抱き続ける一方、1922年11月、自営の矢野オート工場（現・株矢野特殊自動車）にて機械式および油圧式ダンプトラック、装輪・装軌小形トラクタ等の特装車、特殊車開発・製造に従事し、この方面の先駆者となった。

2. “村上のブリキ自動車”とド・ディオンーブートンを巡る謎

i) 3輪車 (tricycle)

さて、“アロー号”が図面、現物ともに保存され、懐旧譚にも事欠かぬのに対して、往年の“村上のブリキ自動車”的ベース車については情報が乏しく、かつ、錯綜している。日本自動車殿堂の解説には「前輪駆動の1人乗りオートバイ型四輪車」とあり、矢野特殊自動車のHPにはド・ディオン自動3輪車の画像が解説抜きに添えられている。『日本自動車工業史稿』は3、4輪の別については何も明言してくれていないが、賢しらを言えば、3輪ならトリサイクルと表記されるべきであり、サイクルカーと表記する以上は4輪でなければ本

來は筋違いである。また、図2からは“村上のブリキ自動車”がラジエーター付きであったらしき様子がうかがわれる。そうであれば、つまりそれがダミーであったのでなければ、エンジンは水冷であったということになる。

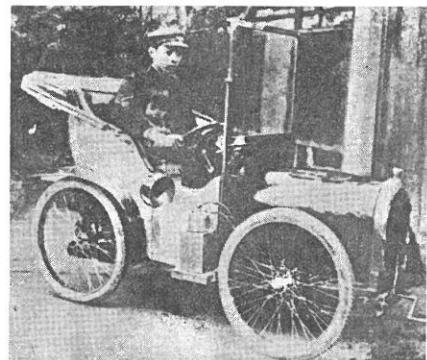


図2 “村上のブリキ自動車”と矢野少年らしきドライバー
『日本自動車工業史稿(1)』266頁、写真251。

憶断を述べるなら、ベース車に係わる前輪駆動車説は誤りである。しかし、このベース車の正体についてはなお、多くの謎が残されている。そこで、とりあえず、ド・ディオンーブートン3輪車の構造について確認することから始めよう。図3はその最も初期の姿であり、リヤエンジン、その点火は熱管式である。後者はほどなくバイブレータ回路付きの高圧電気点火に置換えられている⁶⁾。

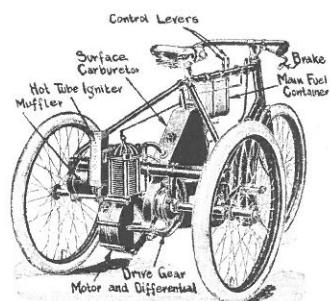


図3 最初期のド・ディオンーブートン3輪車
Pagé, Motorcycles, Side cars and Cyclescars, p.25 Fig.4.

直径19cmの環状冷却フィン16枚を有する頭部一体式空冷氣筒と表面氣化器、電気点火系のあらましは図4のとおりである。氣筒は航空發動機並みの鍛鋼製削り出し品で、頭部一体は當時としてはごく普通の構造であった。氣筒頭を別体とす

るのは大量生産の論理であり、使う側としては一体式の方が漏洩もなく便利な面もあった。それでも、この気筒は手間をかけた削り出しの产物であったから、 $1\frac{3}{4}$ HP型の気筒壁厚はわずか3 mm、フィンの厚さは2 mm程度にすぎなかつた。クランク室も航空発動機並みにAl合金製であった。

点火系は熟成型では上述の通りバイブレータ回路付きとなっていた。図4からは排気の一部を導いてガソリンを加熱し蒸発させる表面気化器(carburetting tank)の構造が観取されよう。Bは空気抜き、Dはフロート、RとR'は空気と混合気の制御弁である。Dが在った以上、本気化装置は言葉の完全な意味において「フロートなし」ではなかったが、このフロートは油面調整にくみするシカケなどではまったくなく、燃料計のそれであった。

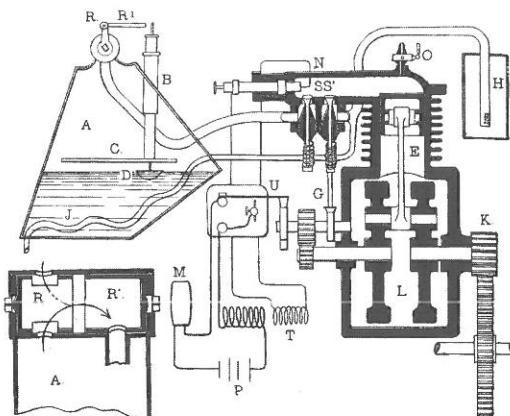


図4 ド・ディオン・ブートン3輪車のエンジン回り
The Automobile Its Construction and Management. Translated and revised edition of Gérard Lavergn, Manuel Théorétique et Pratique de L'automobile sur Route. (Paris, 1900), by P., N., Hasluck, London et.al., 1902, p.184 Figs.165, 166

吸排気弁の配置はSVであったが、吸気は自動弁となっていた。しかし、1898-99年モデルにおいてはこれとは異なり、自動吸気弁は取外し容易な弁かごに収容されて排気弁の直上へと移され、いわゆるF頭の弁配置に改められていた(図5)。初期のインディアンやハーレー自動二輪車のエンジンと同じ趣向である。これによって吸気弁の温度は引下げられ、充填効率は向上せしめられた。

そのサイズと出力については同じ文献に58 φ

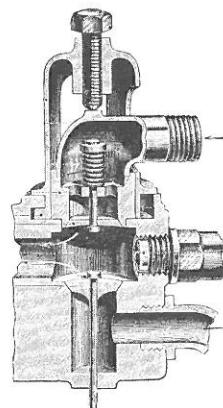


図5 1898-99年型ド・ディオン・ブートン3輪車機関の弁配置
ditto., p.185 Fig.167.

$\times 70$ mm型で $1\frac{1}{4}$ HP/1400 rpm., 66 φにボアアップしたもので $1\frac{3}{4}$ HPとある。しかしながら、これらのモデルは実際には3000 rpm.あたりまで回すことができた。

ド・ディオン・ブートン3輪車には基本的にクラッチも変速機もなく、始動はデコンプを作動させつつペダルを押し掛け、停止は点火のカット、登坂に際しては点火時期の遅延によって対処した。もっとも、オプションとしてはDemultiplicatorと称する簡単な歯車変速機の選択が可能で、勾配の多い地方のユーザーはこれを組み込むこととなっていた。このユニットには取り回し簡便化のため、ニュートラル機能が備えられていた。

なお、 $1\frac{1}{4}$ HPモデルには減速比7(12:84)のファイナルのみの設定であったが、 $1\frac{3}{4}$ HPモデルにはユーザーの好みに応じてツーリスト=9.6(11:106)、オーディナリー=8(13:104)、レーシング=6.8(45:102)という3種の終減速比が用意されていた⁷⁾。

以上の点から、「村上のブリキ自動車」のベース車との異同を観れば、一致点はバーハンドル、革サドル、表面気化器、リヤエンジン、歯車による直接的なファイナル・ドライブであり、不一致点は空冷であることと約半分に相当する小出力である。

ii) 小形4輪車 (voiturette)

続いて同時代のド・ディオン・ブートン小形4輪車に目を向けよう。その小形4輪車の外観を図6に、エンジンの外観、縦断面を図7に示す。このエンジンは3輪車のそれをそのまま大きくしたような直立単気筒ではあったが、最大の相違点は

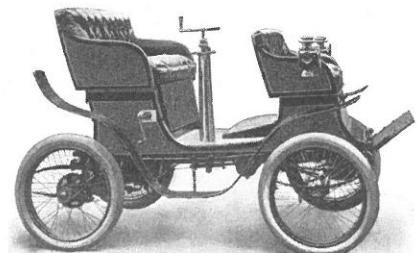


図6 世纪転換期のド・ディオンーブートン
小形4輪車
ditto., p.445 Fig.436.

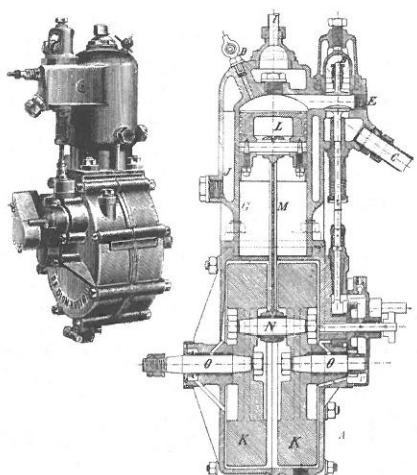


図7 ド・ディオンーブートン小形4輪車の
エンジン
ditto., p.152 Figs.115, 116.

水冷であることと霧吹き式気化器の採用(図8, 9)とにあった。

このエンジン、実は当初、空・水冷で氣筒頭のみが水冷されており、その出力は3HPであったと伝えられている。図7として掲げた個体は鋳鉄製の純然たる水冷氣筒を持つエンジンであり、ピ

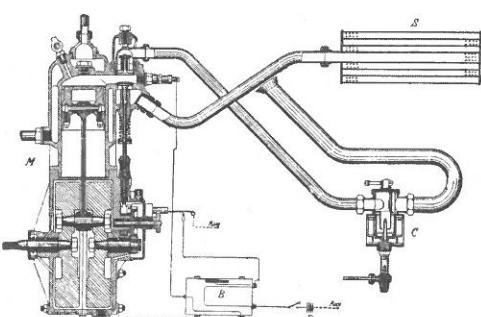


図8 ド・ディオンーブートン小形4輪車エンジンの吸排気系、点火系(タ
イマー)
ditto., p.153 Figs.117, 118.

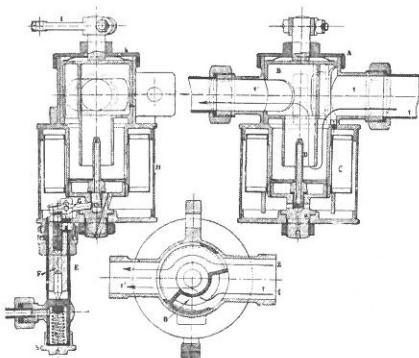


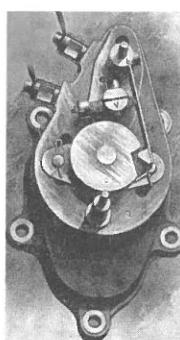
図9 ド・ディオンーブートン小形4輪車工
ンジン用気化器
ditto., p.92 Figs.59, 60.

ストンも鋳鉄製であった。残念ながらこの完全水冷機関の出力については不明である。クランク室は3輪車機関と同様、AI合金製であった。その吸排気系と電気点火系要部は図8に示されるとおりである。

気化器(図9)は個性的レイアウトながらフロート室(Cがフロート)、針弁、ジェットとヴェンチュリーからなる正則の霧吹き式水平流気化器であった。それはあたかもインディアンやハーレー、“ぐろがね”等に使用されていたシェブラー(リンカート)気化器の先祖のような作品で、仮にも矢野がこれに馴染んでいたとすれば、慌ててゼニスを求めて上海に赴くこともなかつたであろう。だとすれば、矢野がいじくったのはやはり、先に観た三輪車であったかという憶測にもなる⁸⁾。

なお、ド・ディオンーブートン小形4輪車用エンジンはその後、吸気弁をも自動弁からカム駆動に改めたおなじみのLヘッドのSV式へと改められている。図10がそれで、1910年頃の作であろうか? とまれ、矢野がこの新型を相手にしていないことだけは、日露戦争の戦利品うんぬんのエピソードに照らすに、まず確実である。

ド・ディオンーブートン小形4輪車には2段変速機が装備されていた。これと上述のDemultiplicatorとの異同については遺憾ながら不明であるが、おそらく同工のモノであつたろう。ド・ディオンーブートン小形4輪車のパワートレインの全体構成については図11に、その変速機



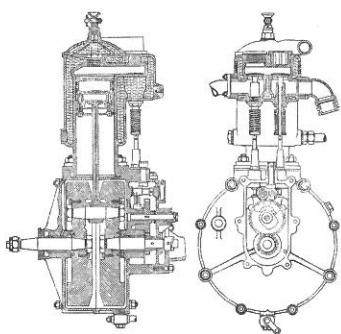


図10 通常型の
SVに改めら
れたド・ディ
オンーブート
ン小形4輪車
のエンジン
内丸最一郎『改訂
瓦斯及石油機關』
後編、丸善、1916年、
459頁、第三百九
九圖、第四百圖。

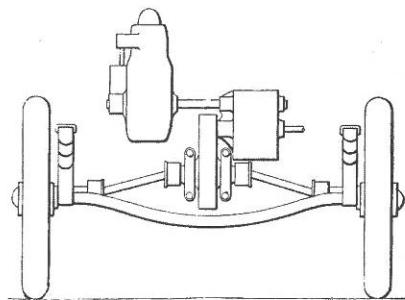


図11 ド・ディオンーブートン小形4輪車
のパワートレイン
ditto., p.446 Fig.437.

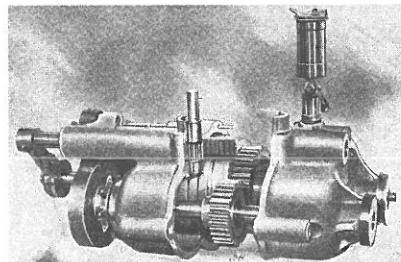


図12 ド・ディオンーブートン小形4輪
車の変速機
ditto., p.282 Fig.249.

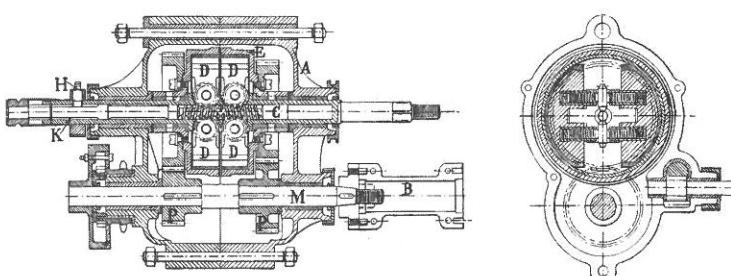


図13 ド・ディオンーブートン小形4輪車用変速機の断面
ditto., p.283 Fig.250, p.284 Fig.251.

の外観は図12に示されている。開発実験段階では後軸として3輪車と同様のリジッド・アクスルが採用されていたものの、商品化の時点においては後輪独立懸架の前駆形態であるド・ディオン・アクスルが使用されるようになった。なお、変速機ケースもクラシック室と同様、Al合金製であった。

ド・ディオンーブートン小形4輪車用変速機の作用を理解するには変速機の縦断面と横断面とを併せてにらむ必要がある。これらは図13として掲げられる。

縦断面、Bがクランク軸に対する継手、Mが変速機主軸であり、P, Pは歯数の異なる駆動側歯車で副軸上の従動歯車とは常時噛合の関係にあった。DとEは2つの従動歯車に付属する内部拡張式摩擦クラッチを構成するもので、その構造は横断面に示されている。すなわち、厚目の割円断面を持つ2個のカマボコ片ニクラッチ・シューは2本のターンバックル・シャフトによってその半径方向張出し量を規制されており、ターンバックル・シャフトの中央にはこれを副軸内のラック（縦断面図C）をもって回転させるためのピニオンが位置している。中央の“+”は副軸に固定されたクラッチ・ハブである。シューの摩擦片は恐らく皮革であったろう。

副軸端よりラックCを出し入れすることにより右(Hi)側と左(Lo)側のターンバックル・シャフトは互いに同方向に旋回するが、それぞれのネジは逆に切られており、例えば、ラックが右にシフトすればHi側がつながりLo側が切れる、逆は逆といった具合になっていたようである。中立

位置はもちろん、ニュートラルであったから、このド・ディオンーブートン小形4輪車に独立したユニットとしてのクラッチが装備される必要はなかった。

ラックC自体がターンバックル・シャフトになっているのはHを抜き、両側のクラッチがミートするまで中立位置にてCを回転させ、そこからいくばくか戻したところのスライス溝KにHをはめて回り止めとしてクラッチ隙間の調整を行うためであろう。こ

れはシューの摩擦材が摩耗する以上、避けては通れない措置であったはずである。また、主軸外端に見えているのは遊星歯車を用いた逆転機構らしい。つまり、後退に際してはLo(左)側のPを逆転させることになる。その外に見えているスプロケット・ホイールはおそらく始動機構の一部であると思われる。

以上の諸点からド・ディオン-ブートン小形4輪車と“村上のブリキ自動車”的ベース車との異同を観れば、一致点はリヤ置きの水冷エンジンと直接的なファインナル・ドライブ、不一致点は1人乗り、バーハンドル、革サドル、霧吹き化気器、出力に関する若干の相違ということになる。もつとも、上述の出力3HPは空・水冷時代のそれであり、水冷機関が4HP程度になっていた可能性はある。これに表面化気器を組合せたモノが3.5馬力程度にレートされたとしてもあながち不思議とは言えない。

ド・ディオン-ブートン・トリサイクルおよびヴォアチュレットと“村上のブリキ自動車”的ベースとされる車とを巡る上述の一一致ならびに不一致点からは前掲図3とも図6とも異なる過渡的ないし混合物的サイクルカーが存在し、あるいはユニットの寄せ集めによってあつらえられており、それが件のベース車となったのではないか、という疑念が浮上して来る。

かく申せばいかにもご都合主義的解釈の極みとそしられそうであるが、内丸は前掲

図10のエンジンに係わる説明として「此種の機関は三輪自転車若くは一人乗自動車の如き放熱器を取り付け得べき小型の車にのみ使用せらる、」(460頁〔強調引用者〕)と述べていた。この記述から判断するに、一部に水冷エンジン付きのド・ディオン-ブートン3輪車などというシロモノが存在していたという事跡は明らかである。

そうであるとすれば、逆に、最初期のド・ディオン-ブートン小形4輪車のエンジンに表面化気器が装備されていた可能性もありえようし、それが件の変速機を備え、リジッドのリヤアクスルを与えられ、バーハ

ンドルを有する(=操向減速機構を持たぬ)、そして革サドル付きの1人乗りのサイクルカー然なる車両として試作されていたと想像してもあながち罰は当らぬであろう。

“村上のブリキ自動車”的ベース車がド・ディオン-ブートンの動力付き軽便車両であったことは確実であるにせよ、それは定番のトリサイクルともヴォアチュレットとも異なる過渡的ないし試製的な、あえて想像をたくましくすればミリタリー・スペックのサイクルカーであった……などと推論する余地もなくはないということである。もちろん、以上はあくまでも想像の域を出ぬ仮説に過ぎず、眞実は相変わらず謎として残されたままである。

3. ゼニス化気器とド・ディオン-ブートン ……相反する技術的経験の総合

往時、自動車機関や航空発動機に広く用いられていたゼニス化気器のうち、20世紀への転換期の自動車用化気器は図14に示されるような構造を有する昇流式化気器であった。そして、これこそが“アロー号”を起死回生させた部品である。

一般に、化気器や電装品等機関付属品は専門メーカーによる製造が普通であり、当時、欧米では独立系を含め数多くの部品メーカーが存在した。化気器ではStromberg, Carter, Marbel(共に米), Zenith, Solex, Claudel(共に仏)等が著

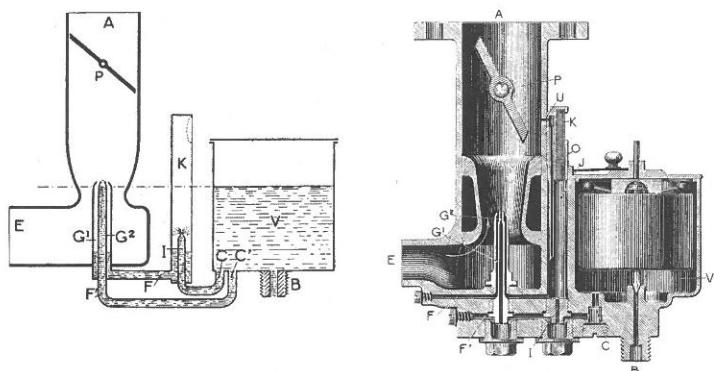


図14 20世紀初頭の自動車用ゼニス化気器

L. Baudry de Saunier, *L'automobile Theorique & Pratique. Tome I.* 1913, p.96 Fig.53, p.97 Fig.54.

主噴孔G₂からの燃料供給は吸入負圧に応じるため回転数と共に多くなり混合気を濃くしようとする。補助環状噴孔G₁からの燃料供給は吸入負圧と無関係にオリフィスIによって規制されているため回転数と共に相対的に低下し混合気を薄くしようとする。G₁+G₂の総燃料供給量は回転数に係わりなくほぼ一定の混合比を保つことになる。

名であった⁹⁾。

昇流式気化器はフロート室における油面調整に狂いが生じた場合等にも機関側に生ガソリンが流下する恐れはなく安全である。降流式の場合、機関停止後、気化器内残留ガソリン、あるいは真空式加速ポンプ付気化器においてはその吐出ガソリンの機関本体側流入による潤滑阻害に対して吸気管形状等の面で予防措置を講じておく必要がある¹⁰⁾。

昇流式はヨリ簡単・安全ではある反面、応答性に劣る欠点をかこつ、すなわち、ガソリン中の重質成分は気化器内では揮発せず吸気管内壁を液状のまま流れて機関に吸入されるため、壁面流れが重力に逆らって進行する昇流式においては降流式との比較において加速時の応答性が極端に悪くなる。それゆえ、昇流式に降流式と対等の加速性を確保するには後者におけるより混合比を相当濃くしてやらねばならない。つまり、昇流式は燃費面でも降流式に劣る。また、昇流式気化器は重質成分に富んだガソリンの場合、低温始動性の点でも劣っていたと考えられる。これらの理由から、自動車機関界においては1930年代、一斉に降流式気化器へのシフトを生じた。

かのような意味においてそれは大局的には間もなく旧態化する運命にあった技術である。しかし、それはまた世紀転換期直後においては最も優れた自動車用気化器であり、ことにゼニスの製品は

フォード車等にも用いられた世界標準的技術であった。矢野の成功が一面においてゼニスやボッシュといった世界標準的技術を受容した素直な態度と行動に裏付けられていた、という点は重要である。

他方、矢野がたびたび、ひらめかせた独創的问题解決法は彼自身の資質に根差したものであったことはもちろんながら、これと同時に、未だ少年の面影を残す頃からド・ディオン-ブートンなどという個性的な塊のごとき技術的作品と格闘した経験にも裏打ちされていると思われる。例えば、全盛期のド・ディオン-ブートン式変速機のごときキワモノを知り抜いたうえに“村上のブリキ自動車”から“アロー号”まで造り上げてしまっていた矢野であればこそ、機械式ダンプ機構など朝飯前であり、装軌車両の複雑極まる操向装置についても難なく扱いえたであろうことは想像に難くない¹¹⁾。

彼に自動車と係わる機縁を与えたド・ディオン-ブートン社はモデルエンジン毎に標準的構造への接近をうかがわせつつ1932年、廃業へと追い込まれている。かような事跡を側聞するにつけ、極端に個性的な技術と標準的な技術との双方に精通し、その狭間にあって独創の志の下に両者を総合しつつ自らの立ち位置を定めたこと、それが矢野偉一なる技術者の真骨頂であり、生き残りと成功への鍵でもあったとの感を禁じえない。

——脚注——

1) 彼の業績と“アロー号”に係わる来歴については自動車工業会編『日本自動車工業史稿(1)』1965年、265~271頁、『日本自動車工業史稿(2)』1967年、55~56、461~474、518~522頁、『日本自動車工業史稿(3)』1969年、380~384頁に詳しく、後の解説は大抵、それを要約したり脚色したりする程度に終っており、「ツールエンジニア」Vol.59 No.13、2018年10月号17~20頁に掲載の「今月のゲスト 日本の技術者 矢野偉一さん」や本稿第1節もその例外ではない。

2) 気化器に係わる原表記は「フロートなしの原始的製品」である。

3) サイクルカーと総称される自動二輪車の派生物的軽便自動車について明確な定義はないが、その一種、スマスモーター付きのBriggs & Stratton製“FLYER”については拙稿「スマスモーター再論」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載)にて紹介しておいた。サイクルカーに関する体系的な記述としてはcf. Victor W., Pagé, *Motorcycles, Side cars and Cyclescars*, N.Y., 1914, Ch. VII.

4) ちなみに、この時代のオースチン車のエンジンはTヘッ

ドSV式の独立気筒4つを有する水冷直列機関であった。星子勇『ガソリン發動機自動車』第二版、極東書院、1916年、22頁、第十四圖、32頁、第廿三圖、参照。

なお、野球史にもその名を留める岩岡(1893年、東京帝大物理卒~1945年没)は東京工業学校教授時代にはかの浅川権八の恩師であったほど古い時代の大先生であったが、領域的には機械工作法の研究者であり、内燃機関の専門家との形容に相応しい人物ではなかった。彼は名古屋高等工業学校教授を経て九州帝大に赴任した。九州帝大における本格的な内燃機関研究者の嚆矢は岡本勇象(1894~1973)である。伊藤茂「浅川権八先生略伝」浅川権八先生謝恩会『浅川先生のおもかげ』1964年、所収、20頁、岡本有象「草わけの頃(18)」「内燃機関」Vol.6 No.61 1967年7月(誌面に(19)とあるのは誤植)、参照。

5) Zenithはフランスに発祥した気化器メーカーで英米等にも進出し多国籍化していた。

6) バイブレータ回路については拙稿「三菱航空發動機技術史 第Ⅲ部」補論：補助点火系統について、参照(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載)、参照。

- 7) cf., *The Automobile Its Construction and Management.* pp.432~434.
- 8) シエブラー(リンカート) 気化器については拙稿「日本内燃機“くろがね”軍用車両史」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載)にて紹介しておいた。
- 9) 戦前期における自動車機関・鉄道車輛機関用気化器の概要について簡単には拙稿「戦前・戦時期の国産中・大型自動車用機関について」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載), 参照。戦前戦後の自動車用気化器については「戦前戦時のダットサン、ニッサン用日立気化器」を用意しているが、未だ発表の機会を得ていない。
- 10) 昇流式の場合、逆に吸気孔側への溢出^{こぼれ}が生ずる。これは直ちに危険とか有害とかいうわけではないが、時に燃料の浪費となる。その一例について簡単には坂上茂樹・原田鋼『ある鉄道事故の構図』日本経済評論社, 2005年, 119頁, 参照。
- 11) その一端については林 磐男『タンクテクノロジー』山海堂, 1992年, 137~142頁, 参照。