Title	低圧電気点火システムについて
Author	坂上 茂樹
Citation	経済学雑誌, 115 巻 2 号, p.1-27.
Issue Date	2014-09
ISSN	0451-6281
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学経済学会
Description	
DOI	

Placed on: Osaka City University

低圧電気点火システムについて

坂 上 茂 樹

はじめに

- 1. 蓄電池+電熱コイル点火栓方式
- 2. 蓄電池+ピストン直動方式の make and break システム
- 3. 蓄電池+スパーク・コイル+make and break 点火栓方式
- 4. 低圧マグネトー+機械開閉式点火栓方式
- 5. Bosch の低圧マグネトー+Magnetkerze=magnetic plug 方式
- 6. Nürnberg/Westinghouse 等大形ガス機関の定常電源+電磁開閉式点火栓方式 むすびにかえて

はじめに

現代技術の古典領域が構造,動力,情報通信・制御という3つの技術サブシステムに大分類 されるとすれば,外部点火式内燃機関に分類される動力技術サブシステムに内部構造として組 込まれている混合気形成装置ならびに点火装置はそれ自身,制御技術サブシステムとしての本 質を備えた機構となっている。

凡そ内燃機関の外部点火方式として William Barnet の点火コック (英:1838年) や Alfred Drake (米:1843年, 特許は1855年) と Alfred Vincent Newton (英:1855年) とに依って互いに独立して発明された熱管式着火法の如きシカケは現行技術との懸隔という点だけから見ても興味の尽きぬ存在である¹⁾。

しかし、今日に繋がる内燃機関の系譜の中で、仮令、単発・不首尾に終わったとは言え、実 ・ 内燃機関の祖=Jean Joseph Étienne Lenoir のブンゼン電池(亜鉛・炭素棒・希硫酸)と感応 コイルと磁器絶縁体を持つ点火栓とから構成された高圧電気点火システム(仏:1860年)を嚆 矢とする電気着火エンジンの血脈は外部点火方式における圧倒的本流をなし、内燃機関の燃焼 方式として R., Diesel の圧縮着火・制御燃焼方式とほとんど双璧をなすかの如き存在を為し

¹⁾ cf. Lyle Cummins, Internal Fire. Oregon, 1976, p. 91. 邦語文献にも古い内燃機関工学書には大抵, これに関する記述が見られる。しかし、熱管式着火法に依るガス機関についての最も具体的な解説を 含む書物は内山大一郎『瓦斯機関使用者の顧問』工学書院, 1915 年, であろう。

ている2)。

本稿においては電気点火システムの中でも低圧電気点火方式について取上げられる。ここに謂う低圧電気点火システムとは先次大戦期,アメリカの P&W,R-2800 Double Wasp 航空発動機等の高高度性能改善に寄与した Bendix-Scintilla の独立イグニッション・コイル方式のそれなどではなく,相互誘導によって高圧 2 次電流を発生させるといった芸当とは一切縁の無い最もプリミティヴな電気点火方式を指す。この元祖低圧電気点火方式は高圧 jump spark 方式が真に確立する以前に重用されたものであり,あらゆる電気点火方式の中で最もシンプルな形態でもある30。

名著『電気点火』(有象堂、1943年)の「序」において松岡憲紀がいみじくも語った通り、電気点火系は「発動機側からは補機中の電気部品として、又電気側からは発動機因子を多分に含んだ特殊機器としてお互いに充分解析し盡くし難い様に思はれ」て来た技術である。エンジン側にとっては、大雑把に言えば強い火花が出てプラグが程好く焼けていてくれさえすれば充分であったのであり、例えば自動車や自動二輪車のエンジン・チューニングにおいても、そこから更に点火系をいじくってみたところで気化器の場合ほどに即効的な性能向上効果が観取されるワケでもなかった。電気点火系はある意味において競的な技術をなしていた。事実、これについても専門書は到って少ない 4 。

- 2) Lenoir 機関の点火系については宮田応礼「電気点火一点火栓一」富塚・澤藤・宮田『内燃機関史・電気点火』339 頁,松井憲紀『電気点火』有象堂出版部,1943 年,3,372~373 頁,参照。点火栓の磁器の破損,絶縁不良に因る多湿時の不調等がその持病であった。Lenoir機関については Friedrich Sass, Geschichte des Deutschen Verbrennungsmotorenbaues von 1860 bis 1918. Berlin et. al., 1962, SS. 11~15 や Cummins, op. cit., pp. 104~110 にもかなり詳しく紹介されているが、遺憾ながら点火栓の図解は両書何れにおいても与えられていない。
- 3) R-2800 Double Wasp の開発については拙稿「三菱航空発動機技術史 第Ⅲ部」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載済み)の中で紹介しており、その電気点火系に関しても若干、言及されている。
- 4) 我国で刊行された電気点火に係わる体系的専門書は陸軍歩兵少佐, 奥泉欽次郎に依る『ガソリン発動機点火法』(極東書院, 1916年10月9日)を濫觴とする。同書は畑違いの片山清吉に「其の専門書は邦文に奥泉某氏のものあれども甚だ難解である」と言わしめ(『機関士受験用船舶発動機講義』舶用機関学講習会, 1928年, 423頁), 実際に異常とも言うべき研鑚の跡を窺わせる力作となっているが, アカデミックな内容という点ではそれ程濃いモノではなく, 低圧点火系についての記述も厚くはない。

同書と踵を接するように刊行されたのが金子五郎『内燃機関 電気点火装置』(大日本工業学会,1916年,10月31日)である。こちらは量的に奥泉の書物の半分程度ながら要点を押えた作品となっている。また、水銀整流器を使用する GE の蓄電池充電器が紹介されているのも意外である。但し、本稿で扱う低圧電気点火系についてはマグネトー方式について言及されているのみである。

澤藤忠藏「電気点火一高圧磁石発電機・イグニッションコイル一」と宮田応礼「電気点火一点火栓」(富塚清・澤藤忠蔵・宮田応礼『内燃機関史・電気点火』共立社、内燃機関工学講座 第1巻、1936年、107~389頁)はこれらの書物より高い質を有する。それらは蓄電池点火に関する記述を拡充してモノグラフ化しておかれるべき著作であった。しかし、澤藤の『内燃機關の電気點火』(共立社、1939年)は、若干の貴ノ

これがとうの昔に忘れ去られた技術となってしまった低圧電気点火系ともなれば、前注で紹介された書物の何処を見てもそれに関する立入った解説は為されていない。それら以後の文献においては低圧電気点火方式についての言及自体が極めて少なく、稀に見受けてもほとんど信を置くに値しない、却って無い方がマシなような解説であったりする 5 。

しかし、低圧電気点火系は往時、立派にその務めを果し、部分的には姿を変えつつ今も世界の片隅で生残っている技術である。そこで、以下、この低圧電気点火システムの諸形態について、開発ないし発明年次について不明のものもあるが、一通り回顧し、巷間、流布せしめられている謬見を訂正してみようと思う。

1. 蓄電池+電熱コイル点火栓方式

シンプルさと巧妙さの点で時代を超えた覇を唱え得るのは "Electro-catalystic Ignition" と呼ばれた電熱コイル点火栓方式である。フランス人電気技術者,A., Wydts によって 19 世紀末に発明されたこの方式は熱管式の直接的進化形態であった。熱管式においては①:耐熱鋼,磁器,Ni から時には Pt を以って造られた熱管の長さを取り換えにより変更するか,②:バーナを傾斜ないしスライドさせ加熱部位を変更することによって点火時期の調節が行われた。

電熱コイル点火栓方式は①を図のように "SS" の出し入れによって簡略化すると共に、②のバーナを電熱コイルに置換え、始動時にはこれに通電して赤熱させることで混合気に着火し、定常運転時にはコイルに溜められた前サイクルの残留熱、現サイクルの圧縮熱に加え、コイル自身の触媒作用にも加勢させて通電無しに着火運転を継続させようというアイデアである。つまり、模型用グロー・エンジン⁶⁾ における着火メカニズムと同じ……その原点が此処にあ

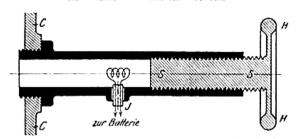
№重な補足を含むとは言え、彼自身の担当部分の再刊に過ぎなかった。金澤修三『自動車及航空機の電氣装置』(共立社、1940年)は一応、その欠を補う格好になってはいるものの、点火系以外のテーマに多くの分量が割かれている。

その後は大阪帝国大学教授,熊谷三郎によるやや古い技術に照応する理論を体系化した『発動機電気点火論』(山海堂,1941年)と横河電機製作所技師,松井憲紀の書が相次いだところでこの方面の出版は打ち止めとなった。これら以外の文献は戦前戦後を問わず,ほぼ,整備・運用に主眼を置いた実務書ばかりとなっている。

松井の書は1963~'64年,日本特殊陶業 (NGK) に入社した技術者から「入社以来ずっと参考にしてきた」(西尾兼光・仲原吉男『スパークプラグの知識と特性』山海堂,1984年,"あとがき") と回顧されている程の名著であり,素人目にも当時の我国で得られた最新の技術情報と理論とが高度にバランスされている様子が観取される。

- 5) 樋口健治『自動車技術史の事典』朝倉書店,1996年79~80頁の不正確で混乱と矛盾に満ちた記述は予め正確な知識を持っていない限り見ぬ方が無難である。
- 6) 模型用グロー・エンジンは先次大戦中,アメリカで発達を遂げ,戦後,日本にも急速に普及,乾電池を電源とする高圧電気点火系に依存した2サイクル・ガソリン機関を駆逐して市場を席巻し,今↗

図1 触媒コイル点火栓の特許図



Anordnung eines katalytischen Zünders für Explosionsmotoren nach der Patentschrift Nr. 138409.

Freiherrn v. Low. Das Automobile sein Bau und sein Betrieb. S. 198 Abb. 166

3⁷⁾

圧縮行程においては管内に排気が残留しているから、"SS"を長く繰り出してやる方が新気の管内への取り込みが容易になり、点火時期は早められる。この点は模型用グロー・エンジンと若干、異なる面である。何故なら、模型用グロー・エンジンにおいては"SS"の出し入れの代りに点火栓自体の熱価を変えたり気筒頭と点火栓との間に挿入する銅ワッシャの枚数を変えて圧縮比を微調整したりして最適点火時期の基本設定が為されるものの、高回転時にはサイクル間の時間間隔が短く前サイクルの残留熱が多く残っていて自ずと着火時期が早められるため

N日に到る。燃料はメタノールとカストル油(ないし合成油)の混合物を基本とし、これにニトロ・メタン等が添加される。その調合がユーザー自身によって気候条件等を考慮して行われる場合も多い。グロー・エンジンについては渡辺敏久『最新 模型飛行機の事典』岩崎書店、1954 年、84~86、88~91、93~103 頁、R., G., Moulton/山崎好雄訳『模型用エンジンマニュアル』電波実験社、1970 年、三原一宏(OS=小川精機 ㈱ 元社長)『4 サイクル・エンジン入門』電波実験社、1985 年、和栗雄太郎『模型飛行機の科学』養賢堂、2005 年、62~71 頁、尾白 忍「模型用小型エンジンの種類と構造」『エンジンテクノロジーレビュー』 Vol. 1 No. 2、2009 年 6 月、参照。模型用ガソリン機関については野村正二郎「模型飛行機用発動機」(富塚 清編『航空発動機』共立出版、1943 年、第 24 章)、渡辺同上書(69~80 頁)に解説されているが、何と言っても長門雄次『模型飛行機用ガソリン・エンジン』(上下)、科学主義工業社、1942 年、が最も詳しい書物である。

なお、戦前のエンジン付模型飛行機は離陸後、短時間に機関を停止し、旋回滑空させたりカム仕掛けで定められたパターンの"自動操縦"を行わせるだけのフリー・フライト機がほとんどであり、復 興期にはこれにワイヤー・コントロールに依り周回飛行させる"Uコン"等が加わったものの、未だ ラジコン時代は到来していなかった。

7) 渡辺敏久はグロー・エンジンの原点を Herbert Akroyd Stuart の機関 (1890 年特許) に求めているが、触媒作用の重視という発想からすればこれは必ずしも当っていない。アクロイド・ステュアート機関は焼玉機関の原点と見做される方が自然である。また、舶用焼玉機関=4 サイクルという渡辺の記述は明確な誤りである。渡辺同上書、84 頁、参照。

(逆は逆)、進角操作に相当する作用は全く自動的に行なわれるからである8)。

実際に Wydts によって製作された点火栓は実用性を考慮し、次のような構造となっていた。ボディー K の上に端子 B、レバー L によって出し入れされる絶縁体で出来たプランジャーの右端に端子 P があり、プランジャー内部の導線によって左端に位置するオスミウム(プラチナ属元素。白熱電球用フィラメントにもタングステンとの合金の形で用いられた時期がある)線のコイル C を含む回路が構成される。通電は謳い文句通り始動時だけであった。プランジャーの出し入れによって点火時期が調節され、特許の図とは逆に中に入れるほど点火時期は早められた。プランジャーが E を開放するまで後退させられれば吸入行程においてここから空気が導入され、C が冷却されることにより着火は止められた。

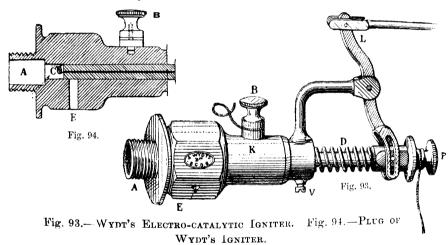


図2 Wydtsによって商品化された電熱コイル点火栓

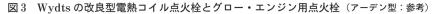
The Automobile Its Construcion and Management. p. 132 Fig. 93.

この書物は Gérard Lavergn, *Manuel Théoretique et Pratique de L'automobile sur Route.* (Paris, 1900) を P., N., Hasluck が改訂増補英訳し 1902 年ロンドン他で出版されたもの。但し, Wydt's は誤りで Wydts である。

しかし、2気筒以上の自動車機関において運転中、気筒頭脇のプランジャーを出し入れする ことは必ずしも容易ではないため、程無くそれは固定フィラメント方式に途を譲った。

この方式においては内部に導線を通した絶縁体の棒 D の長さを変えて装備車両との最適化が図られたようである。Marchis の書にコイルは白熱させられ 1700℃に達し、ミスファイアは絶無、とあるものの材料についての言及は無い。しかし、この温度からすればそれが高級な

⁸⁾ また、同じ理屈に因り残留熱と圧縮熱と触媒作用の内、触媒作用の貢献度は当然ながら2サイクル・ グロー・エンジンでは低く4サイクル・グロー・エンジンでは高くなっていると考えられる。但し、 グロー・エンジンにおける着火メカニズムは複雑で、小川精機の開発技術者、尾白はグロー・プラグ がどのようにして着火に与っているかについて「詳細は不明である」と述べている。





ヒーター・コイルの先はネジ部端面上に溶接される

L., Marchis, Les Moteurs a Essence Pour Automobiles. Paris, 1904. p. 239 Fig 104. 渡辺『最新 模型飛行機の事典』85頁, より。

材料であったことは間違い無い9)。

因みに、模型用グロー・エンジンのプラグにおいては今も昔もプラチナ・ロジウム線のコイ ルが常用されている。もっとも、渡辺敏久に拠れば、復興期の日本においてはコイルにプラチ ナ・ロジウム線よりも Ni-Cr 線を用いるものが多かった。鉄含有率の高い安物の低合金線 (表の2号ないし相当品)の場合,耐熱性不足(融点約1350℃,実用約950℃)で著しく寿命が短かく,

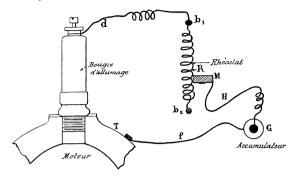
	Ni	Cr	Fe
クロメル A	77.0	20.0	1.3
= 2 п A I V	77.0	20.0	1.0
日本電熱1号	78.0	18.0	2.2
古 河 1 号	82.0	18.0	0
クロメル C	62.0	11.0	25.0
ニクロム	62.0	12.0	24.0
日本電熱2号	74.0	14.0	11.0
古 河 2 号	64.0	11.0	25.0

表1 復興期日本で用いられていた電熱合金線とその成分比

渡辺敏久『最新 模型飛行機の事典』85頁, より。

⁹⁾ 原文に「C」は無く単に「 $^{\circ}$ 」であるが、フランスのことゆえ" $^{\circ}$ "であろう。因みに、ネット上 の "~こんにちは! 気象庁です! 平成 21 年 4 月号~" に我国の気象台は 1882 年 7 月よりフランス式 のメートル法と摂氏温度表示に切替えたと紹介されている。

図4 Wydtsの改良型電熱コイル点火栓を用いる点火システム



Installation sur un moteur de l'allumeur Electro Catalytique . (Suotone Wydto).

Marchis, ibid. p. 240 Fig. 105.

却ってコストパフォーマンスは劣った。この点は実用機関のプラグも同じ傾向を示したことと 想われる。

システム全体は上図のように構成されていた。フランス語では点火栓は"点火ロウソク"であるらしい。それはともかく、この場合、点火時期の制御はコイルに流れる電流を増減させることによって果される。コイルは常時通電をも可とするから、その場合には"Electro-Catalytique"を標榜していても触媒作用には必ずしも頼らないシステムとなる。

なお、Bernardi なる人はプラチナ線を織り合せたもの (platinum wire tissue) をフィラメントに用いた。これは酸化触媒としての性能に優れ、 250° Cにおいて混合気を着火させる能力を有した。Ménard なる人物はプラチナないしニッケル線を束ねたものを出し入れする方式を開発した。同じような方式は Banki と Csonka,Latapie de Gerval,Southall によって提案され,Benz (Société des Moteurs Benz) 車及び Loyal 車 $(2 + 470 \mu)$ に実用された 100。

この内,Loyal 車については不詳である。Benz 車には電熱点火方式が試み程度に用いられたということであろう。19 世紀末から 20 世紀初めにかけて,Benz 車には熱管式,自社開発の高圧蓄電池点火方式(バイブレータ回路付),後述の Bosch 低圧マグネトー+機械開閉式点火栓方式,Bosch 低圧マグネトー+電磁開閉式点火栓方式,Bosch 高圧マグネトー方式が混用されていたからである 11 。

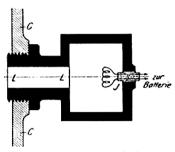
¹⁰⁾ cf. *The Automobile Its Construcion and Management*. pp. 130~131. Banki はハンガリー人で焼玉ガス機関技術者として知られる Donat Bánki か? 後の名については不詳。

¹¹⁾ cf. Daimle-Benz A. G., Chronik Mercedes-Benz Fahrzeuge und Motoren. Stuttgart, 1966, SS. 31, 37, 43, 45, 55.

バイブレータ回路については拙稿「試製的航空発動機の技術」『LEMA』No. 481, 2005 年 (大阪市立大学学術機関リポジトリ登載済み)にて若干,取上げておいたが,前掲拙稿「三菱航空発動機技術史 第Ⅲ部」補論にてやや詳しく論じられている。

そのドイツにおいて実際に商品化されていたと思しきモノは次図に示されるような一層単純 化されたシカケであった。

図5 ドイツで商品化された電熱コイル点火栓の概念

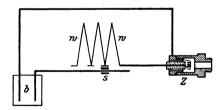


Anordnung eines katalytischen Zünders nach der Form, in der er in den Handel gebracht wurde.

Freiherrn v. Low, Das Automobile sein Bau und sein Betrieb. Wiesbaden, 1912. S. 199 Abb. 167.

この焼玉まがいの形状を有する電熱点火栓が組み込まれたドイツ流 "katalytischen Zünder" もまた、フランス式と同様に可変抵抗器を用いる図6のような構成となっていた。両者を低圧電気点火システムに含める所以である。また、当然ながら、電熱コイルが触媒作用を持たない、即ち安価な材料で出来ているほど通電時間の割合が高くなり、プラグないしコイル代のみならず電力消費量も嵩んだことになる。

図6 蓄電池+電熱コイル点火栓方式の装置全体概念図



Gesamtordnung sämtlicher zur elektrokatalytischen Zündung gehörigen Apparate.

(b = Batterie; w w = Regulierwiderstand, von dem in der gezeichneten Stellung durch den Schleifkontakt s ein Drittel eingeschaltet ist; z = Zünder mit Heizspirale.)

ditto., S. 201 Abb. 170.

仏独何れのモノにおいても本システム最大のメリットはそのシンプルさにあった。可動部品 というほどのモノは無く、大して難しい絶縁部位もシール部位も無かった。機械的断続機も発 電機も無ければ高圧を得るための電池の積層や数珠繋ぎも不要であった。

しかし、点火時期の正確さを欠くという欠点は自動車機関への適用を困難にする要素として 残った。このため、本機関は自動車機関にそれ程広く装備されてはいないようである。しかし、 時々、運転されるる程度の定速機関においてならこのまま実用されていてもそれほど不思議は無かろう。また、今一歩、改良が進められておれば20世紀後半以降のグロー・エンジン並みの融通性は発揮された筈である。ともかく、今日のグロー・エンジンの端緒がWydtsの発明にあったことだけは周知されていて良い事蹟である。

2. 蓄電池+ピストン直動方式の make and break システム

蓄電池+電熱コイル点火栓方式と張合える程に簡素な低圧電気着火方式として make and break (開閉) 式接点を燃焼室内部に設け、ピストン頭によって直接これを作動させるピストン頭直動方式があった。遺憾ながらこれが何時、開発されたのかについては不明とせざるを得ない。

そのメリットは点火系に気筒壁を貫く可動部品が一切無く、シーリングの面に不安が無いことである。デメリットは①:点火時期を変更し得ないこと、②:回路の閉じている時間が長いため、蓄電池を電源とした場合、その消耗が速いことである。

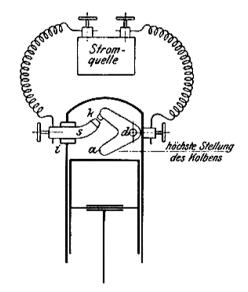


図7 ピストン直動式の make and break 点火枠

ditto., S. 165 Abb. 125.

第1の短所は機関の増速とともにガス流動が強まり、燃焼速度が高まる範囲内においては問題無く、また、据付ガス機関として用いられる場合なら燃料気化のためのリードタイムも不要であるから、進角量ゼロでも大した障りは無かったのではなかろうか?

また、第2の理由のため、本図そのもののようなシステムが商品化された例はほぼ絶無であったらしいが、電源を機関によって駆動される小さな発電機に置換えたシステムはニュルンベル

クの Maurer 社とベルリンの Progress 社によって製品化されていた。と言っても、これらは何れも町工場的な企業であったと想われる¹²⁾。

なお、"s"の形状からして、これを多少なりとも捻ることが出来るように"i"と"s"との関係を工夫してやれば進角量ゼロ問題はたちどころに解消する。これなど、絶えずガチャガチャ動かそうというワケでなし、それ程難しい技術ではなさそうに見える。もっとも、どのように工夫したところでこの点火装置に信頼性と長寿命が付いて回ることにはならなかったであろう。

3. 蓄電池+スパーク・コイル+make and break 点火栓方式

古い書物にはまた,「スパーク. コイル」なるものを有する図8のような蓄電池式低圧電気点火装置が紹介されている。 "IGNITER PLUG"の機械的 "make and break" 即ち開閉により高圧電流を用いずに電気火花を得るシカケである。こちらは掛け値なしに4. に述べるシステムへの前段階的なものであり,その発祥はどうやら 1880 年代中葉以前に遡るようである 13 。「スパーク. コイル」とは固定側端子への電路に挿入された巻数の多い只のコイルで,可動接点が開いて回路が遮断される瞬間,自己誘導により起電力を発し,これが無い場合よりも強く永い誘導火花を発生させる役割を担うものである。このコイルがあれば接点が繋がった瞬間にも起電力を生じて蓄電池に過電流が流れるのを抑止してくれるから,これは蓄電池(直流)式低圧電気点火システムに必須のアイテムであった 14 。

上図では鉄芯が針金の束になっている。これは残留磁気が少ない材料ということで徹底的に 焼鈍された鉄材を手軽に得るための手法であった。淺川は「鉄線…は表面錆びたるものを可と す」と付け加えている。その狙いは赤錆の絶縁体としての性質を利用して電磁石における損失 の中の鉄損の一部をなす渦電流損を抑えることにあったと考えられる¹⁵⁾。

点火栓の可動接点のアームは 2.0 のシステムとは逆に普段は開いており、機械的に閉じられた直後、最も普通にはバネの力で急激に復位する際に火花を発生させる。連動機構としてはありふれたリンク仕掛が多用されたが、当然、色々な変種もあり、舶用 2 サイクル・ガソリン機関として知られた Lozier 機関 (単~4 気筒) には作動の迅速な独特の "make and break" 機構が用いられていた。

即ち、①がトリガー⑥を担持するプッシュロッド。⑥の先端がバネ⑨を圧縮しつつ⑧を押上げて行けば可動接点の腕④は⑧に拘束されつつ③にかかるバネ②の圧力を受けて右回転し、や

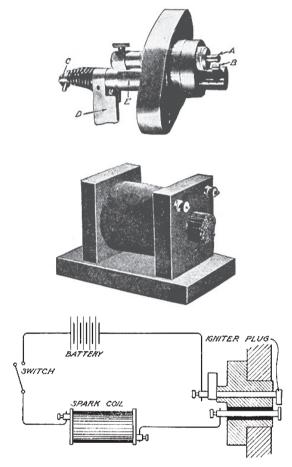
¹²⁾ cf. F., v. Low, Das Automobile sein Bau und sein Betrieb. Wiesbaden, 1912, S. 166.

¹³⁾ cf. Cummins, op. cit., pp. 246~247.

¹⁴⁾ 奥泉欽次郎や片山清吉はこれを「キック コイル」("kick coil") と呼んでいる。『ガソリン発動機点火 法』 増訂 5 版, 1920 年, 34 頁, 『機関士受験用 船舶発動機講義』 394~396 頁, 参照。

¹⁵⁾ 内丸最一郎『改訂 瓦斯及石油機關』(前編), 丸善, 1915 年, 156 頁, 淺川權八『陸用 舶用 石油エンジン』丸善, 1918 年, 73~74 頁, 参照。

図8 蓄電池+スパーク・コイル+make and break 点火栓方式



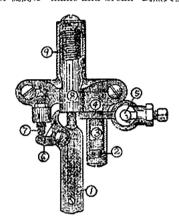
American Technicai Society, Cyclopedia of Automobile Engineering. Vol. I, Chicago, 1913, p. 47 Fig. $44{\sim}46$.

がて接点は閉じられる。①が上昇しトリガー⑥のヒールがストッパー⑦に当った瞬間,⑧を押上げる力は失われ,⑧はバネ⑨(と重力)に押されて④を左回転させ,接点か急開される。ストッパー⑦の高さにより点火時期は調節された 16 。

また、4 サイクルらしき直列 4 気筒機関においては恰も動弁機構のように各カムがプッシュロッドを突き上げて接点を閉じた瞬間にプッシュロッドがカムの山を外れ、その自由落下によって上端に付せられた球状の錘がロッカーを叩いて接点を急開させるというなシカケが用いられた例も伝えられている。

¹⁶⁾ Lozier 機関については片山『機関士受験用 船舶発動機講義』 $251 \sim 254$ 頁,参照。ネット情報に拠れば,デトロイトの Lozier は元々,自転車屋でボート機関を製造した他,1900 年には自動車に進出し,一時期,高級車メーカーとして鳴らしたが,'15 年に廃業している。この間,ボート機関の製造はN.Y. 州にてある時期まで副業的に続けられていたようである。

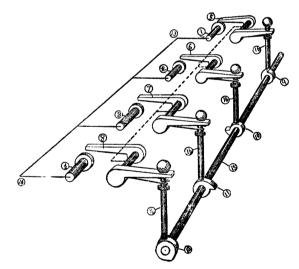
図 9 Lozier 機関の "make and break" 式点火栓開閉機構



① 押郷 ② 分様 ③ 腕を押上げる小群 ④ 電極を廻す腕 ⑤廻り電極 ⑥ 爪 ⑦ 調節螺釘

片山清吉『機関士受験用 船舶発動機講義』394頁,第百四十八図。

図 10 直列 4 気筒用 "make and break" 点火栓のリンケージ



①②③④ は固定電極 ⑤⑥⑦⑧ は廻り電極 ⑨⑩⑪⑫ は一本の側軸に取付けたる四個のカム ⑬⑭は電氣導線 ⑮ 側軸 ⑯ 丼銲

片山清吉『機関士受験用 船舶発動機講義』392頁, 第百四十七図。 蓄電池とスパーク・コイルとは描かれていない。

4. 低圧マグネトー+機械開閉式点火栓方式

このシカケの第1は揺動式マグネトーを用いるシステムである。Nicolaus August Otto (Nikolaus と綴られる場合もある)によって1884年に創始され,AB型 Deutz ガソリン機関に装備されてアントワープ万国博覧会で絶賛を浴びた装置がその嚆矢である。しかし,Otto は何故かこの技術に関して特許を抑えることをせず,Robert Bosch に改良と市場制覇への機会を与えてしまったという逸話が伝えられている。

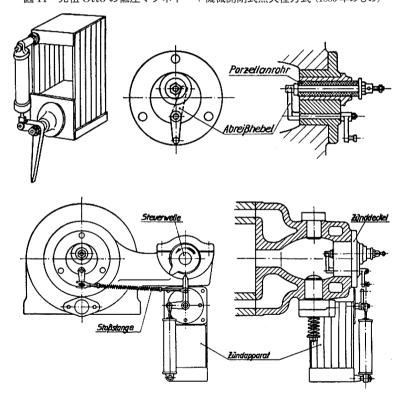


図 11 元祖 Otto の低圧マグネトー+機械開閉式点火栓方式 (1885年のもの)

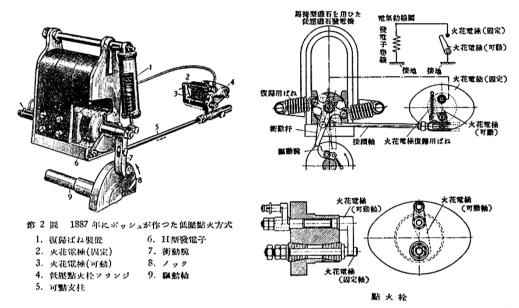
Arnold Langen, Nicolaus August Otto. Stuttgart, 1949, SS. 98~99, Abb. 15, 16, 17.

Sass, ibid. S. 154 にも図 11 左上に似た図と図 11 下とほぼ同じ図が、Cummins, ibid. p. 177 には図 11 下に近い 1884 年型の図が掲げられている。後者を見れば、1884 年型においてはマグネトーの配置がこの '85 年型とは天地逆であったことが判る。

Bosch に依る低圧マグネトーの開発は 1887 年に遡る。それは図 12 のように馬蹄形磁石の中に H 型発電子を収め、これを回転させるのではなく機械的に引掛けて約 30° 揺動させ、その姿勢からバネの力で復位する際の高い角速度を利用して強い電流を得る将に Otto 譲りのシカ

ケであった。点火栓は発電子の発生電圧のピークに連動して開閉せしめられ、後者における 誘導起電力を発動させる Otto 式そのものの装置であった。しかし、図を対照してみれば、 Bosch 製品に点火栓のシーリング面における明らかな進化の跡を観取することは容易である¹⁷⁾。

図 12 Bosch の低圧マグネトー+機械開閉式点火栓方式 (1887年)



松井憲紀『電氣點火』4頁,第2~4図。

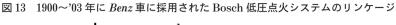
かような仕掛はガソリン機関のみならずガス機関、石油機関にも多用され、勿論、その中にはボアの大きな機関も含まれていた。燃焼室当り2本の点火栓が用いられる場合には2個の低圧マグネトーが仲良く並列させられたりしたものである。

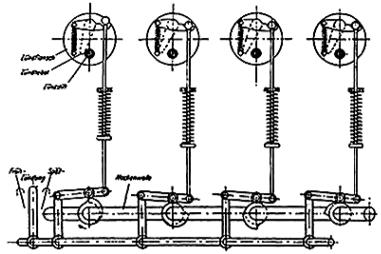
低圧マグネトー+機械開閉式点火栓方式の第 2 ヴァージョンは R., Bosch によって開発された回転式低圧マグネトーと低圧配電器とを用いるシステム = $Bosch-Niederspannungs-Magnet-Abrei\beta-Ziindung$ である。その機械的リンケージは先の蓄電池式多気筒用システム(図 10)とほぼ同工のモノであった。

 $1900 \sim '03$ 年当時, Benz の直列 4 気筒自動車機関には回転式低圧マグネトーと次図のような独立したカム機構とに依る Bosch のこの点火装置が採用されていた。マグネトーは描かれていないが,4 気筒となり発火回数が 4 倍増した分,揺動式では機構的に無理があるから,本システムの開発を機に回転式が採用されたと見て間違い無かろう。

前掲図 10 のリンケージと同工とは言え、誘導起電力は電流の変化速度に比例するから電流の

¹⁷⁾ cf. Sass, Geschichte des Deutschen Verbrennungsmotorenbaues von 1860 bis 1918. SS. 153~155, Cummins, Internal Fire, pp. 177, 232.

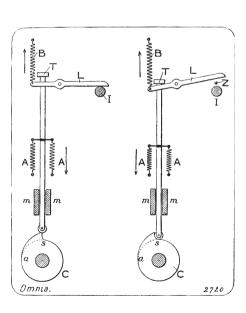


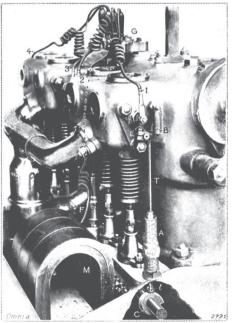


Daimler – Benz AG, Mercedes – Konstruktionen in Fünf Jahrzehnten. Stuttgart, 1951, S. 18.

機関を横から見た概念図である。イグナイタは実際に気筒頭部側面に設置されていた。

図 14 Berliet 車機関に採用されていた低圧マグネトー+機械開閉式点火栓方式





L., Baudry de Saunier, L'Automobile Théorique & Pratique. Tome I, Paris 1913?, p. 211 Fig. 123, p. 212 Fig. 124.

遮断は速やかであるに越したことは無く,前例の如き自由落下に依る遮断方式よりもバネの弾性に加勢させるこちらのシステムの方が低圧マグネトーの発電子コイル(先の例ではスパーク・コイル)に発生する誘導起電力を高める点において有利である。可動接点は下方の大きなバネの力で常時開いており,カムの作用で一瞬閉じた後,再び大バネによって急速に開かれる。小バネは関節部のゼロラッシュを確保するだけの役割を担っている。

また、図 13 のリンケージにおいては左下に見えるレバーを傾けることによりカムフォロワの支点を前後させ、点火時期を $\pm 30^\circ$ に亘って変化させることが出来た。Benz 車におけるそのデビューは 1901 年に誕生した Mercedes レーシングカー用の 4 気筒機関 $(5.9\,\ell$, 35PS/1000rpm.) からであったが、改良型は 1904 年型の市販車用機関にも装備されていた $^{18)}$ 。

これとほぼ同じシステムは Berliet 車(仏) にも採用されていた。これについては図 14 に示されるように概念図と写真とが残されている。カムは直動式になっており、この機構において点火時期が変化させられていたのか否か、あるいはどのようにしてかについては遺憾ながら不明である。

5. Bosch の低圧マグネトー+Magnetkerze=magnetic plug 方式

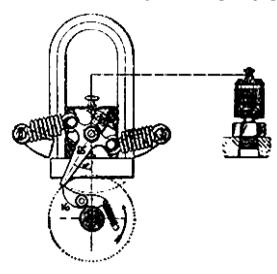
点火系のプロ、R. Bosch からはまた、恐らく高速機関用に、低圧マグネトーと電磁開閉式点火栓 Magnetkerze= magnetic plug とを組合せたかなりりスマートなシステムが提供されていた。その第1 は揺動式低圧マグネトーと所謂 "電磁点火栓" とを組合せたモノである。残念ながらその開発年代については不明である。

Cyclopedia of Automobile Engineering. Vol. I, p. 159 や淺川『陸用 舶用 石油エンジン』82~83 頁には上図のモノとは若干,外見を異にする"低圧マグネティック・プラグ"なるシカケが紹介されている。他の文献には余り見掛けられないようであるが、これもれっきとしたR. Bosch の製品である。この電磁式点火栓は通常の可動接点式点火栓の如く腕の旋回によって接点開閉動作を行なうのではなく、プラグ体に仕組まれた電磁石により通電と同時に恰も電磁弁の針のように中心電極が引上げられ、接点が開かれて火花を飛ばせる仕掛けであった。回転ではなく往復運動によって開閉を掌るワケである。

Bosch によって提示された第2のシステムは回転式低圧マグネトーとマグネチック・プラグとの組合せである。図15はこの種のプラグと同社製単気筒用揺動式低圧マグネトーとの組合せを示すものであったが、適当な多気筒用回転式低圧マグネトーと組合せられれば点火栓配置の自由度は増し、勿論、気筒数増大への対応も簡単となる。新たに低圧配電器が必要となるが、これはマグネトーと一体であっても別体であっても良い。事実としては別体式が採用されたよ

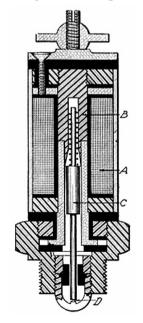
¹⁸⁾ cf. Daimler-Benz AG, *The Annals of Mercedes-Benz Motor Vehicles and Engines.* 2nd. ed., Stuttgart, 1961, pp. 74~75, 90~91.





淺川『陸用 舶用 石油エンジン』,79 頁,第七十九図の丁。 同『改訂 瓦斯エンジン』第2版,丸善,1925年,54 頁,第五十七図の丁も同じ。

図 16 Bosch Magnetkerze=magnetic plug (旧型)



A 被覆電線

C 鉄針

B 軟鉄

D 発火点

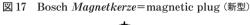
 $\label{eq:cyclopedia} \mbox{\it Cyclopedia of Automobile Engineering. Vol. I, p. 159 Fig. 75}.$

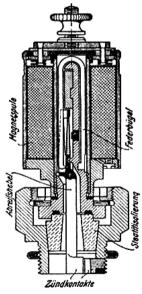
淺川『陸用 舶用 石油エンジン』,82 頁,第八十図,同『改訂 瓦斯エンジン』第 2 版,57 頁,第五十八図も同じ。A~D の説明語句は淺川のもの。

うである。

もっとも、Cyclopedia of Automobile Engineering や淺川に拠れば、本プラグは、当然予想されるように、軸方向に摺動する中心電極の燃焼生成物に因る膠着やコイルの過熱に因る焼損=絶縁破壊を来し易く、頻繁な掃除や修理交換が必要なことが欠点であった。それ故、この"低圧マグネティック・プラグ"は連続定常運転を本務とする発電機関等には不向きなカラクリであった。また、高回転への追随性にも当然ながら限界があったと想われる。

内外幾つかの文献には低圧マグネトーと組合わされる Bosch の "マグネティック・プラグ" として次図の如きものが紹介されている。こちらは同じ "低圧マグネティック・プラグ" ながら先のモノとは構造が一変し、可動接点は軸方向摺動式から一種の揺動式となり、電磁石部分もウェストによって気筒取付部からある程度分離されていた。淺川のシステム図(図 15)における点火栓も実はこれであったらしく、ネット上にはこの図のみが散見され、1900 年の特許と説明されたりもしている。しかし、こちらは商品としては明らかに上図のモノよりも進化した形態に見えるから、一応、これを新型=改良型ということにしておく 19 。

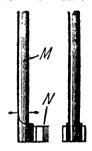




Güldner, H., Das Entwerfen und Berechnen der Verbrennungskraftmaschinen und K;raftgas-Anlagen. 3. Aufl., S. 341 Fig. 692.

¹⁹⁾ cf. Güldner, H., Das Entwerfen und Berechnen der Verbrennungskraftmaschinen und Kraftgas-Anlagen. 3. Aufl. S. 338 Fig. 659, A., L., Dyke. Dyke's Automobile and Gasoline Engine Encyclopedia. 17th. ed., Chicago, 1935, p. 255. 邦語文献では松本明吉『最も新らしい 自動車の詳解講義』二松堂書店, 1930年, 226~228頁, 宮田応礼「電気点火 一点火栓—」富塚・宮田『内燃機関史・電気点火』 337~338頁,参照。

図 18 宮田が掲げた中心電極下半部(可動接点)



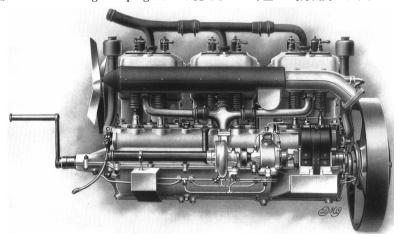


宮田応礼「電気点火 ―点火栓―」第21図(『内燃機関史・電気点火』338頁)。

Benz 車においては 1906 年のレーシングカー用 6 気筒機関 (120PS) の技術を活かして開発された 70 馬力機関 (6L-120×140mm, 70PS) の点火系に電磁開閉式点火栓を用いる低圧マグネトー方式が採用されたと伝えられているが、その点火栓はあるいはこれであったのかも知れない 20 。

Benz車においてはまた、1907年に投入された件の70馬力機関の改良型である80馬力機関にこの点火栓が採用されている。しかし、機関の高速化という流れの中で低圧マグネトー+電磁開閉式点火栓という組合せは次第に高圧マグネトー方式に途を譲って行った 21)。

図 19 Bosch の magnetic plug (新型) が見える 1907 年型 80 馬力機関のサイドビュー



Daimler-Benz AG, The Annals of Mercedes-Benz Motor Vehicles and Engines. 2nd. ed., p. 99.

コンプレッション・コックと重なっているが、ウェスト付きの新型であることに間 違いは無い。

²⁰⁾ cf. Daimler-Benz AG, *The Annals of Mercedes-Benz Motor Vehicles and Engines*. 2nd. ed., p. 98.

²¹⁾ cf., Daimler–Benz AG, ibid., p. 98.

実際、Gildnerの著書においても先の図は第2版ではマグネチック・プラグなど全然取上げていなかったのに、第3版になって一転、言わば古物という位置付けにおいて掲載されていた。それは彼はこれについて解説など一つも与えていないことからも判る。図を見れば即、了解可能というのならそれでまだしも良かろう。ところが、現物はそれなりに込み入った内部構造を有しており、断面図への添え書きや松本、宮田らの記述、ネット上に散見される同じかやや異なった図を見ても、あるいはそこに付された説明を読んでも、この点火栓の作動要領は今一つ掴めない。ここで、やや異なった図というのは、この点火栓の内部構造では切断面の選び方次第で全く異なった描像しか得られないからである。

これらの論者の説明から解るのは長い "∩"型バネに依って軸心上に位置する可動接点が絶えず挟まれていること、可動接点の切り欠き部 "<"とボディー側の "◀"との噛合いに依って揺動支点が構成されており、かつ、 "∩"型バネの力に依って可動接点には絶えず接触圧が生じていること、可動接点の接触面が楔状をなしていたこと位であって、肝心要の如何にしてこの接点が開かれるのかについて彼らは一向に納得させてくれない。

これに対して、Dyke's Automobile and Gasoline Engine Encyclopedia. 17th. ed. は図と解説とが一貫した「解る説明」を与えてくれている。A., L., Dyke によって掲げられたのは非常に小さな図ではあるが、次のようなモノである。コイル鉄芯の形状を断面として明確に描いているところが彼の図のメリットである。

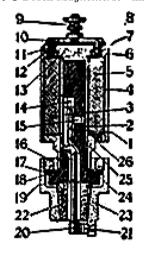


図 20 Dyke が掲げる Bosch Magnetkerze=magnetic plug (新型)

Dyke's Automobile and Gasoline Engine Encyclopedia. 17th. ed. (Chicago, 1935), p. 255 Fig. 50.

その作動要領を若干補足しつつ述べれば、低圧マグネトーからコイル (5) に一瞬、通電されると "ハンマーバー"とも "アーマチュアー"とも呼ばれた長い中心電極 (20) の上端部は磁化した鉄芯 (2) によって引き付けられ、これに依り、(20) 側の切り欠き "<"と (2) 側の突

起 "◀"との噛合い部を支点として中心電極は "∩"型バネの力に打勝って右に傾き、その先端部は固定接点 (21) から急激に引き離され火花を生ずる。勿論、ここでもコイルの自己誘導に因って瞬間的に大きな電流が発生していることになる。

点火栓自体に関する記述が長くなってしまったが、Dyke が掲げるこのマグネチック・プラグを用いたシステムは電機子回転型の Bosch "K4"型低圧マグネトーとマグネティック・プラグとが組み合わされた 4 気筒用の "Honold system" と呼ばれるモノであった。点火栓配置の自由度は高かったが、やはり直立させておくことは旧型同様、基本的な前提であったと想われる。

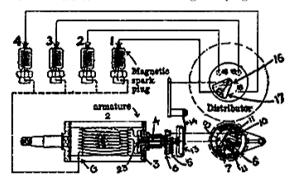


図 21 Dyke が掲げる 4 気筒用低圧マグネトーと magnetic plug (新型) との組み合わせ

ditto., p. 255 Fig. 51.

Dyke に拠れば本システムは 2, 3, 4, 6, 8 気筒用がラインナップされていたが、当初、目論まれたように自動車機関には用いられず (あるいは既に廃れており?)、低速高負荷の据付機関ないし舶用機関に装備されていた。やはり、"ハンマーバー"を振っているようでは本格的な高速機関には向かなかったと見える。逆に、それがマンモス・ガス機関の点火系にまで進出し得たのか否かについては不詳ながら、多分、その外部調達への意欲自体が乏しかったとは言えよう。それでも、この新型=改良型は信頼性、耐久性の点で時代の要求水準に応えられたことに加え、コンパクトでもあったため、それなりの使途を見出していたということであろう。

低圧点火系の分野で流石と言わせるだけのことをやってくれた R., Bosch は勿論,これと並行して高圧点火系,とりわけ高圧マグネトーの分野で最先端の領域を開拓し,航空発動機や自動車機関の性能向上に貢献して行く。彼に依る高圧マグネトーの発明は遠く 1901 年に遡り,1次回路の断続器にそこでのスパークを防ぎ,1次電流の遮断速度を高めるためのコンデンサが入れられたのはその翌年のことであった。最初の高圧マグネトーは早くも 1902 年 9 月 24 日,Daimler-Motoren-Gesellschaft に納品されており,1903 年からは Benz 社にも採用され始めた。

更に、Bosch は 1909 年より市場ニーズに応え、マグネトー点火と蓄電池点火とを併用した 点火システムをリリースするに到っている。当時は前掲図 19 におけるハンドスタート用クラ

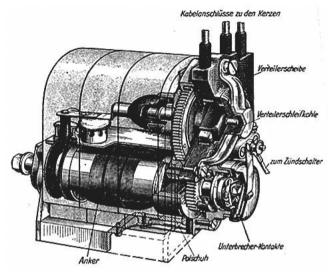


図 22 1903 年, Benz 社に初納入された Bosch 高圧マグネトー

Daimler-Benz AG, Mercedes-Konstruktionen in Fünf Jahrzehnten. S. 24.

ンクの存在感に示されている通り、未だ始動電動機が発明される以前であった。このため、機関出力の向上と共にその始動の難度が昂進せしめられたのみならず、ハンドスタートは実際に多くの傷害事故を発生させていた。このため、始動を確実化し、場合によってはハンドクランキングなしでの始動を可能とするため、バイブレータ回路付きの蓄電池点火方式と高圧マグネトーとの併用が市場から希求されることとなったワケである²²⁾。

6. Nürnberg/Westinghouse 等大形ガス機関の定常電源+電磁開閉式点火栓 方式

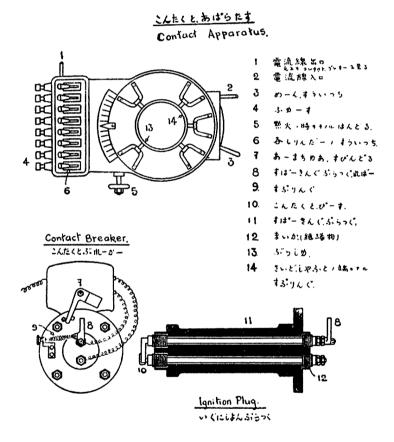
4 サイクル複動・タンデム 2 気筒,ないし,これを並列ツイン化させたマンモス・ガス機関は大形据付内燃機関の長い歴史にその名を留める非常に有力な存在であった。この種の機関の点火装置は $60\sim100$ V の定常電流をそのまま燃焼室内に突出た可動接点へと導き,接点が閉じて通電した瞬間に接点を電磁的に再度開き,火花を飛ばさせる古典的"make and break"式の低圧電気点火装置の一種であった。それは機械式リンケージ+低圧マグネトー方式や高圧jump spark 方式が実用化された後にも尚,それらに関して機構的複雑さや絶縁不良等の問題が尾を引いていたため,信頼性の面において定常電流に依る make and break 方式の方が優ると判断されていたからに他ならない。

²²⁾ cf. Daimler-Benz AG, *The Annals of Mercedes-Benz Motor Vehicles and Engines.* 2nd. ed., p. 100. ヨリ詳しくは,前掲抽稿「三菱航空発動機技術史 第Ⅲ部」補論,参照。

即ち、気筒 (燃焼室)数の多い大形ガス機関における点火系の特殊性は、①:点火栓可動接点の開閉が機械的リンケージに依ってではなく電磁的装置に依って行なわれたこと、②:電源が往時、ボアの大小を問わず気筒数の少ない据付機関や農発、舶用機関等に汎用された低圧マグネトーではなく定常電源に依っていたこと、にあった 23 。

①と②とは互いにメダルの両面をなす事態であったが、①から述べれば、かような手練手管

図 23 Nürnberg 機関の "Contact Apparatus" と "Contact Breaker" 及び "Ignition Plug"



淺川権八『改訂 瓦斯エンジン』第 2 版,丸善,1926 年,201 頁,第百六十七図。但し,この部分は 1921 年の初版と異同無しである。図が無いと理解が妨げられるため,前掲拙稿に一度掲げられた図ではあるがここに再録した。

²³⁾ これらの内, 三井鉱山(㈱ 三池鉱業所で用いられ, 三池製作所で模倣・国産化まで行なわれた MAN Nürbberg 工場製のマンモス・ガス機関そのものについては拙稿「三井鉱山 三池ならびに田川瓦斯 発電所について(訂正版) —— 日比勝治の回想とデータ集から ——」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載予定)の前半部分をご参照頂きたい。

が採用されねばならなかったのはタンデム複動ないしツイン・タンデム複動機関においては流石に気筒数が多い (燃焼室はその倍) だけに、一般的な揺動式の低圧マグネトー+機械的リンケージに依る開閉式点火栓というシステムでは錯綜の度が過ぎて機構的に成立させ難かったからである。

Nürnberg 機関においては図示の通り、低圧配電器であるコンタクト・アパラタスが各燃焼室に配されたコンタクト・ブレーカーという紛らわしい名前で呼ばれるアクチュエータに電流を分配し、それぞれの可動接点を電磁的に旋回開閉させる(閉じる際はバネの力に依る)仕掛けが採用されていた。コンタクト・ブレーカーのアーマチュア・スピンドル"7"を回転させる電磁石は同時にスパーク・コイルとしての役割も演じていた。

同じ動機からアメリカの重電・重機メーカー、Westinghouse においても次図に示されるように Nürnberg 機関とほぼ同工の電磁回転開閉式システムが竪型・横型機関用に開発されていた。

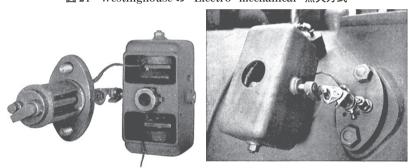
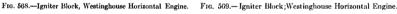


図 24 Westinghouse の "Electro-mechanical" 点火方式



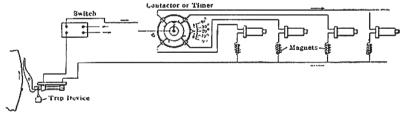


Fig. 570.—Ignition System, Westinghouse Vertical Engine.

H., Güldner/translated and supplemented from German 2nd. ed. 1905 by H., Diederichs, The Design and Construction of Internal-Combustion Engines. N.Y., 1910. pp. $395\sim396$ Figs. $568\sim570$.

勿論,図に謂う "Contactor or Timer" が Nürnberg 機関におけるコンタクト・アパラタスであり, "Magnets" がコンタクト・ブレーカーを作動させる「電磁石&スパーク・コイル」である。また,左端に見える "Trip Device" は過回転防止のための安全装置をなし,回転が過昇するとフライホイール外周に埋め込まれた突起物が突き出してトリガーを作動させ,回路全

体を遮断した24)。

同様の電磁式点火栓はアメリカのエンジンメーカー、Wisconsin Engine Co. の製品や重機械メーカー、Allis-Chalmers Co. の製品にも使用されていた。無論、何れもガス機関である。前者はスパーク・コイルを兼ねるソレノイドのプランジャにより可動接点を打ち開かせる機構であり、後者は電機子の回転により直接その延長上に在る可動接点を開かせる Nürnberg 機関的な機構であった。

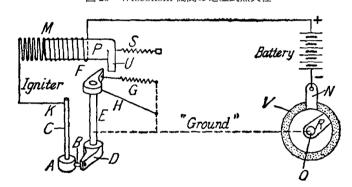


図 25 Wisconsin 機関の電磁式点火栓

宮田応礼「電気点火 一点火栓-」第16図。

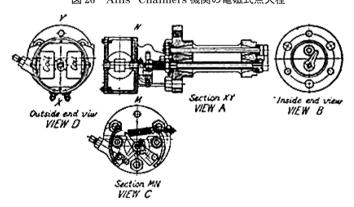


図 26 Allis-Chalmers 機関の電磁式点火栓

宮田応礼「電気点火 一点火栓-」第17図。

②について述べれば、この種の低速機関の場合、電源は定常的でありさえすれば交流 (勿論、 高周波でない限り) でも直流でも良く、電灯線が来ておればそこから直接分岐を取って点火栓の 端子に繋ぎ、ショートを防ぐため片方の電線に抵抗として電灯を直列に入れてやれば即、OK

²⁴⁾ 恐らく, この Westinghouse 機関に係わる部分は Gilldner の原著に在った記述ではなく訳者 Diederichs に依って為された補足であろう。Gilldner のドイツ語第 3 版 (1914 年) にもこれに係わる 記述は見られないからである。

となった。また、その点滅により遠くから点火系の作動を確認することも出来た250。

しかし、同種の機関が発電機関として用いられる場合、定常運転中は外部電灯線ではなく自己の発電機から電気を得ていたと考えられる。そのような場合、始動に際しては蓄電池が用いられたと考えて良い。常時、蓄電池を使用し、小形の発電機を補機として持ち、必要に応じて充電するようなシステムも当然、存在していたであろう。何れにせよ単気筒用低圧マグネトーを沢山装備したり、多気筒用の低圧ないし高圧マグネトーを装備したりするよりも定常電源を用いる方が遥かにシンプルで信頼性の高い技術選択であるような時代が確実にあったワケである。

むすびにかえて

高速機関分野における栄枯盛衰を他所に、Nürnberg機関に代表される大形低速ガス機関はその個体寿命の長さを誇示するかのように相も変らず低圧電気点火系をガチャつかせながら悠然と回り続けていた。三池瓦斯発電所のマンモスやドイツ本国の仲間たちも空襲による被災さえ無ければ恐らく戦後までその威容を伝えていたことであろうし、我々は非・石油依存型動力技術サブシステムに係わる貴重な産業遺産として今日なお、その相貌に接し得ていたかも知れない。戦争はこれらを含む貴重な技術文化を根こそぎ破壊してしまった。

それにしても、往時、斯界に跋扈したシンプルであるにせよ何れも曲者揃いと形容されるに相応しい低圧電気点火系の技術たちの面構えを見ていると、"外部点火式内燃機関などという原動機は畢竟、どんな手練手管であれ火さえ点けられれば回るものなのだ"との思いを新たにさせられるばかりである。低圧電気点火システムの技術史を知ることの意義は実に此処にあると言って良い。

それから約一世紀を経た今日、内燃機関は時として世間から目の敵にされ、様々なデバイスを身にまとい原初のシンプルさの対極に立つことを通じて漸くその社会的存在意義を主張し得るような状況に追い込まれている。とりわけ、自動車用ガソリン機関の電気点火系においてはメインテナンス・フリーであり、かつ、その放電が誘導成分に富み時間も長いため希薄混合気に対する着火性を確保し易いフルトランジスタ点火が隆盛を極めている。これは明らかにガソリン機関の過剰利用によって導入されねばならなくなった技術進歩である。

然しながら、如何に技術的改良が進められ、目覚しいエネルギー消費ならびに大気汚染物質発生原単位における削減効果が獲得されようと、かかる進歩の恩恵は当該技術の社会的総使用強度の昂進状況次第では敢え無く雲散霧消してしまいかねない性質のモノである。無論、この種の危険性は消費ならびに発生原単位ゼロが実現されぬ限り常に現代技術文明総体の根底に伏

²⁵⁾ 内丸『改訂 瓦斯及石油機關』(前編), 丸善, 1915年, 153~154頁, 参照。

在し続けるのである。加うるに、"make and break" 式低圧点火機構を有する戦前の農発が今でも発動機運転会等で見せてくれる健在振りを思うにつけ、現代技術に通有の短寿命性もまた将来に亘って問題無しとはされ続けられぬであろうことを自戒させられざるを得ない。

そもそも,人類は火の利用によってヒトと成った。ヒトはごく自然に火を崇めて来たし,文明は火と共にあり続けた。実に火は文明そのものでさえあった。その個別的進化形たる熱機関の一種,内燃機関という原動機が人々から原始の火の如く素直に畏敬される時がもし再来するとすれば,それは一体如何なる技術と社会情勢との絡み合いの下においてのことになるのであろうか?