

本邦自動車用代用燃料技術史の基本構造

～ 戦時バイオマス燃料狂想曲の顛末～

Main Plot of the History of Automotive Substitutive Fuel Technologies

～ The Story of the Biomass Fuel Capriccio in Wartime Japan ～

大阪市立大学大学院経済学研究科 *Discussion Paper* No.110, 2018 年 4 月 1 日

坂上茂樹

Shigeki Sakagami

目 次

はじめに	3
第 1 章 木炭ガス発生装置の進化—— 浅川式その他から統制型日燃式へ ——	5
1. 浅川権八の時代、人と業績	
2. 可搬式及び移動用内燃機関のガス化と各種の燃料を用いるガス発生装置	
3. 国産木炭ガス発生装置先発 3 型式とその適応放散……据付用、非軌道車両用、機関車用	
4. 浅川式木炭ガス発生装置付き森林鉄道用、熊林 3 型 5、6 号機関車	
5. 鉄道省における代燃装置の使用・改良実績	
6. 乱立から統制へ……日本燃料機合同の設立と日燃式木炭ガス発生装置の創製	
7. 日燃式木炭ガス発生装置の裾野ないしベース技術	
第 2 章 戦時期日本の自動車用コーライト並びに石炭ガス発生装置 —— 開発の目的と成果 ——	58
1. 自動車用発生炉ガス燃料として木炭の次に期待を集めたコーライトと石炭	
2. 日燃式自動車用コーライト/石炭ガス発生装置	
3. 代燃統制の境界領域と中央貿易の中央式双立型ガス発生装置	
4. 日燃式石炭ガス発生装置の技術的限界	
5. 大陸科学院・富士工業系の石炭ガス発生装置	
第 3 章 戦時～復興期日本における自動車用代燃装置 —— 木炭から薪への転換、圧縮・液化・溶解ガス、アルコール、代燃専用機関 ——	101
1. 木炭から薪へ……統制前後における自動車用薪炭ガス発生装置の転換	
2. 本邦自動車用代用燃料総覧……アセチレン、その他のガス体燃料とアルコール	
3. 戦後における薪ガス発生炉及びその他代燃車の研究開発と実用化	
4. ディーゼル自工の薪炭ガス専用機関 EA10 型、EB10 型	
5. いすゞにおけるディーゼル機関のガソリン転換	
第 4 章 戦時～復興期日本におけるディーゼル機関のガス運転 —— その諸相と実現形態 ——	155
1. 前提としてあったドイツにおけるディーゼルガス運転実験	
2. 池貝自動車製造におけるディーゼルガス駆動実験	
3. 鉄道省におけるディーゼルガス運転とオットー転換実験	
4. ディーゼル自動車工業(いすゞ)におけるディーゼルガス駆動の実験と実践	
5. 発動機製造(ダイハツ)における据付用ディーゼルガス駆動機関	
むすびにかえて	194

はじめに

本稿では近未来のエネルギー危機下におけるその復活の可能性を視野の片隅に置きつつ、先次大戦前から戦後にかけての燃料飢餓時代、それなりに存在感を発揮し、世間の期待を担った代燃車と自動車機関としては実験レベルに終始し、据付機関としては実用レベルに達したディーゼル機関のガス運転について紹介と検討を試みる。

代燃車の定番、発生炉ガス自動車の動力プラントは機関の吸入負圧を発生炉の通風動力として利用する吸込みガス機関プラントの一種に分類される。初期内燃機関技術史の顔役、中~小形吸込みガス機関そのものの歴史もやはり、所謂代燃化より遥かに早く、20世紀への転換期にまで遡られる。石炭ガスやコークス・ガス、バイオマス燃料である薪や木炭からの発生炉ガス利用の濫觴も皆、同じ頃に跡付けられる。そして、それらを調製する発生装置が自動車用動力プラントとして脚光を浴びるに至る契機は欧州大戦にあった。

先次世界大戦期から復興期にかけて、わが国においても石油資源逼迫のため、欧州に倣って既往のガソリン機関を吸込みガス機関等に改造された3、4輪自動車が跋扈した。これらの代燃車の中には発生炉ガスに拠らず、圧縮ガスや溶解ガス、更には薪炭同様にバイオマス燃料であるアルコール(エタノール)を燃料とするモノから果ては電気自動車まで含められていたが、それらの淵源は全て欧州に求められる¹。

また、この国においては欧州に準じ、自動車のみならず農業用トラクタや小形船用機関、鉄道車両等においてもある程度の代燃化実績が刻まれた。それらの中にあっても、発生炉ガス自動車、とりわけ木炭自動車、薪自動車と石炭ないしコーライト(半成コークス)自動車は本邦代燃車界の主演としての地位をたらい回ししつつ、それぞれに長短区々の我が世の春を謳歌した。

一般に、代燃車と聞けば木炭車がイメージされるかも知れない。しかし、“代燃車 即 木炭車”というイメージは仮令、観察対象を発生炉ガス式代燃車に限るにせよ、事実経過、その急展開の実態を全く反映していない。薪自動車を従えつつ代燃の王座に就いた木炭自動車は脆弱な挑戦者、石炭・コーライト自動車の腰砕けもあって暫し窮屈なその地位を護持する。そして、それが遂に宿縁のライヴアル、薪自動車の普及・改良に途を譲るべき天命を思い知った頃には代燃車の時代そのものが黄昏を迎えようとしていた……代燃車を巡る戦時日本技術史ドラマの基本構造は大略以上である。

そのようなことをあからさまに示す資料も無ければ、戦後、これをそのようなものとして虚心坦懐に回想した人士も居はしない。しかし、この短期間の内に出来し終息した日替わり条件付き椅子取りゲーム的混乱にこそ本邦代燃史の、更には本邦戦時技術史の一大特質が投影されている。それは同時代資料が発する嬌声の中から聴こえて来る主旋律とも言える。

¹ アルコールは単体でもガソリンへの混入という形でオットー機関燃料として用いられた。しかし、戦時下、需給関係の逼迫から混用法であれ単体であれアルコールの燃料化政策は腰砕けに終る。主流をなした混用法の場合、普通に謂う代用燃料とは自ずと趣を異にするが、アルコール混用法の具体的運用状況とその顛末についても第1章、第3章で若干、触れる。

様々なキャストが出揃うことと個々の技術に寄せられた期待感や政策の力点移動ないし振れ、各勢力の急激な浮き沈みとは自ずと別次元に属する事象である。さればこそ、代燃統制成立以前の木炭ガス並びにその他ガス発生装置に係わる乱立諸型式の無機的羅列や統制後におけるアクセントの場当りの急変の連鎖を見据えぬ個別技術情報の単なるつまみ食いからは本邦代燃技術史交響曲の主旋律もそこに横溢する負の躍動感も少しも伝わって来はしない。

以下、第1章では浅川権八と浅川式木炭ガス発生装置から統制型日燃式木炭ガス発生装置へと至る本邦木炭ガス発生装置の進化と鐵道省における独自の研究について、第2章では思惑外れに終わった自動車用コーライトならびに石炭ガス発生装置の展開について、第3章では戦時~復興期日本における自動車用代燃装置を巡る狂乱の全体像、即ち木炭からコーライト・石炭を経て薪へと回帰した主役選定、圧縮・液化・溶解ガス、アルコール(混用と単体)への期待と失望、遅きに失した代燃車専用機関開発の試みについて、第4章では戦時~復興期日本における自動車用並びに据付用ディーゼル機関のガス運転(主としてパイロット噴射に依るディーゼルガス運転)を巡る試行錯誤について取上げる。

第1章 木炭ガス発生装置の進化 —— 浅川式その他から統制型日燃式へ ——

1. 浅川権八の時代、人と業績

1) 浅川権八の人と業績

本章は2つの部分から成る。第1～第4節はこの国において内燃機関に固体燃料を供する発生炉ガス代燃技術の劈頭を飾った浅川式木炭ガス発生装置の生成と適応放散応、パフォーマンスに係わる事蹟をその時代背景やライヴアルとの関係において捉え、第5、第6節は後年の代燃統制、とりわけ日燃式木炭ガス発生装置との関連性と共に尋ねようとする試みである。石炭やコーライトをガス化して燃料とする自動車、薪ガス自動車、圧縮ガス・液化ガス・溶解ガス自動車、カーバイド自動車、高速ディーゼル機関のガス運転等については順次、後の諸章において取り上げられる。

東京高等工業学校、東京工業大学教授、浅川権八(1877~1962)は「わが国内燃機関の父」なる尊称に違わぬ^{たが}工学者であり、同時代の東京帝国大学教授、内丸最一郎(1877~1969)が海外技術を手広く導入紹介したのとは対照的に独自の研究にも実践応用の方面にも長けた優秀な研究者として斯界に記憶されている²。

浅川は1894年、東京工業学校機械科に進み、'87年卒業、(株)芝浦製作所勤務、海軍技手を経て1902年、東京高等工業学校助教授、'06年、同教授('29年、東京工業大学教授)となり、'42年に退官するまで、通信省嘱託、農商務省嘱託となってガス機関の据付け指導、各種の博覧会審査官、講習会講師等を務め、農工用小形発動機、漁船用発動機の発展に尽力する傍ら池貝鐵工所、大阪製鎖造機の顧問、陸軍技術本部嘱託(中将格)として産軍の実務技術部に直接その学識を活かした他、焼玉機関用噴射ノズルに係わる特許を契機として新潟鐵工所とも縁を結んだ。

浅川はわが国における内燃機関工学のパイオニアであっただけに、その研究生活の初期は石炭エネルギーの全盛期であった。R. ディーゼルが彼の「合理的熱機関」を微粉炭燃焼機関として構想したのは主として燃料を純炭素にすれば熱計算が容易になるとの理由からであったが、ディーゼル機関の完成後も彼が責任を果さんとする気概から微粉炭ディーゼルに係わる基礎実験を行い、彼の助手を務めたパウリコフスキーが後年、“*Rupa*”微粉炭機関を開発した事蹟もこの時代性の一表現であったと言える³。

当時、洋の東西を問わず、石炭はボイラで焚かれた他、ガス発生装置に供給されて内燃機

² 浅川に関する伝記的事実については伊藤 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、15~46頁所収、参照。

³ R., Diesel, *Theorie und Konstruktion eines rationellen Wärmemotors* (Berlin, 1893)は本文96頁の薄い本であるが、液体燃料の使用に係わる記述はその構造に関して示唆する言及5頁(SS.72~76)のみである。彼に依る微粉炭ディーゼル実験やルーパー機関についてはディーゼル著・拙訳『ディーゼルエンジンはいかにして生み出されたか』山海堂、1993年、147~152、212頁、参照。ルーパー機関等、微粉炭ディーゼルについては日本機械学会内燃機関部門委員会『内燃機関』(下巻)、1957年、492~494頁、参照。

関用燃料ガスに転生せしめられていた。石炭タール油がディーゼルに供されるのはもう少し後のことであり、据付型内燃機関の分野に関する限り、20 世紀初頭は石炭に依存するガス機関の絶頂期であった。わが国においても'07 年、小形吸込みガス機関メーカーとして大阪の発動機製造(現・ダイハツ工業、ダイハツディーゼル)が呱呱の声をあげ、同年末には横型単気筒吸込みガス機関の初号機を製造し、東京でも'11 年にサクシオン瓦斯機関製作所(現存)が設立される。

浅川による『機械の素』(丸善、1912 年)、『陸船用石油エンジン』(同、1918 年)に続く第 3 の著書は主として石炭ガスを焚くガス機関を扱う『瓦斯エンジン』(同、1921 年)であった。吸込み式ガス発生装置に係わるその記述は最後の著作、『内燃機関』(1930 年)においても要約記載されている⁴。

2) 発生炉ガスとガス機関の濫觴

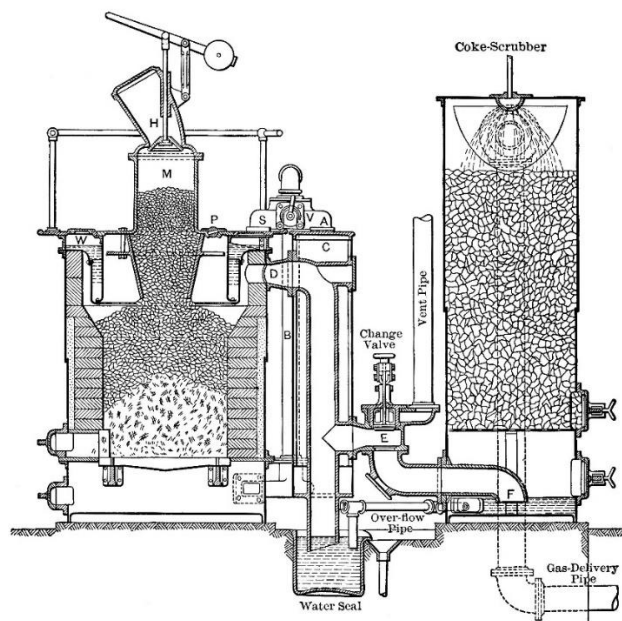
当時のガス機関には高炉ガスやコークス炉ガスといった大規模施設の副産物ガスを焚くもの、モンドガスのようにアンモニアを副産物として回収することを狙う一挙兩得型発生炉のガスを焚くもの、独立した送風装置を有する自前の発生炉ガス(動力ガス)を焚く押込みガス機関、その発生炉の通風に機関の吸入負圧を利用する吸込みガス機関、更には都市ガス(灯用ガス)を焚く都市ガス機関があった。これはごく大雑把に言えば燃料価格が安い順であり、サイズの的にもガス機関は概ねこの序列で大小に展開していた⁵。

本稿の対象とする吸込みガス機関用発生炉の典型は図 1-1 に示される如き施設である。燃料はわが国には産しない無煙炭で、H から炉に装入され順次、下方へと移動する。炉内の最下段に火格子があり、そのすぐ上は石炭が燃焼する酸化帯、その上部は還元帯、最上部は予熱帯をなす。W には水が湛えられ発生蒸気は S からエコノマイザ C を経て V により空気と適切に混合・予熱され炉底の灰箱に送られる。その送風動力は機関の吸入負圧で、発生したガスは D から E を経て右側に立つガス洗浄器でタール分、灰分を除去されて右下の管から機関へと吸い込まれる。P は炉内を突いて燃焼状況を改善するポーカークを通しての開閉孔である。なお、ヨリ規模の大きな施設においては水蒸気供給に専用の水管ボイラを付属させるモノ等も存在した。

図 1-1 Mineapolis Steel and Machinery Co.の吸込み式無煙炭ガス発生炉

⁴ これ以外の単著として『ディーゼルエンジン』(1922 年)、『実験工学』(1927 年)が数えられる。なお、『浅川先生のおもかげ』47 頁に、浅川の著書は全て「純然たる自費出版で、その販売だけを丸善に委託」したものであったと記されている。浅川にはかなりの商売気も備わっていたとの寓意であろう。

⁵ 大形ガス機関については拙稿「三井鉱山 三池ならびに田川瓦斯発電所について(訂正補足版)」、「戦後の MAN ニュルンベルク工場製大形ガス機関」(何れも大阪市立大学学術機関リポジトリ掲載ないし掲載予定)、参照。

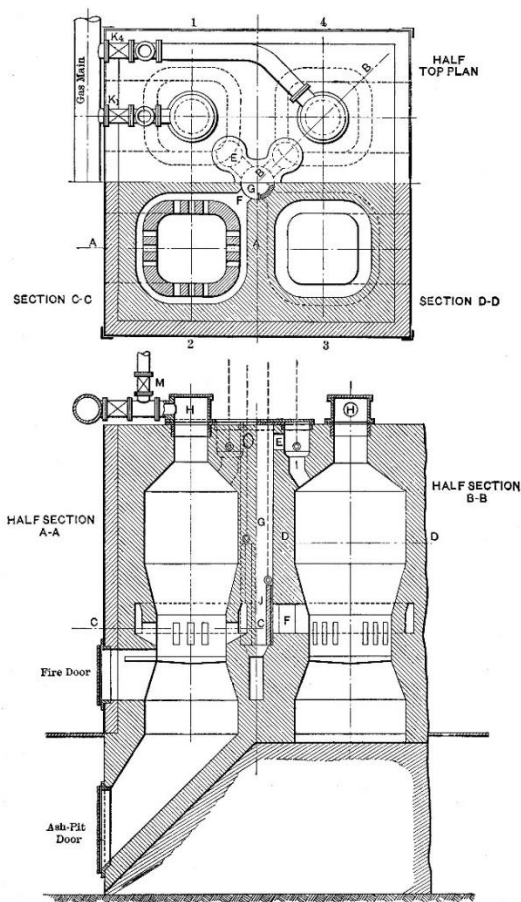


A.,M., Levin, *The Modern Gas-Engine and the Gas-Producer*.N.Y., 1909, p.435 Fig.167.

酸化帯での反応は $C + O_2 \rightarrow CO_2 + cal$, $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO + cal$ 。ここで高温の CO_2 及び CO が得られ、これを還元帯の石炭層を通る際に還元させ CO_2 を CO にする。即ち、 $CO_2 + C \rightarrow 2CO - cal$ 。更に、還元帯では水蒸気供給により水性ガス反応 $C + H_2O \rightarrow CO + H_2 - cal$ が起り、一酸化炭素と発熱量のより大きな水素を含む水性ガスが得られる。水素は熱量が高いだけでなく一酸化炭素に比して燃焼速度が約 4 倍と大きいため、内燃機関用ガス体燃料として水性ガスは一酸化炭素を主たる燃焼成分とする発生炉ガスよりも優れていることになる。

また、20 世紀初頭のドイツでは石炭を 20%ばかり含む“ボタ”や粗悪炭等、あらゆる種類の低品位燃料を焚く炉として図 1-2 に示す Jahn ガス発生炉が用いられていた。これは 4 つの炉体を有し、それぞれを酸化帯、還元帯、予熱帯、灰捨てと装入に使い回す極めてユニークな構造を呈していたが、その反応原理は上のモノと全く同じで、水分を粗悪燃料自身の中から受け取る点に相違があったに過ぎない。

図 1-2 Jahn 吸込み式粗悪燃料ガス発生炉



ditto., p.449 Fig.172.

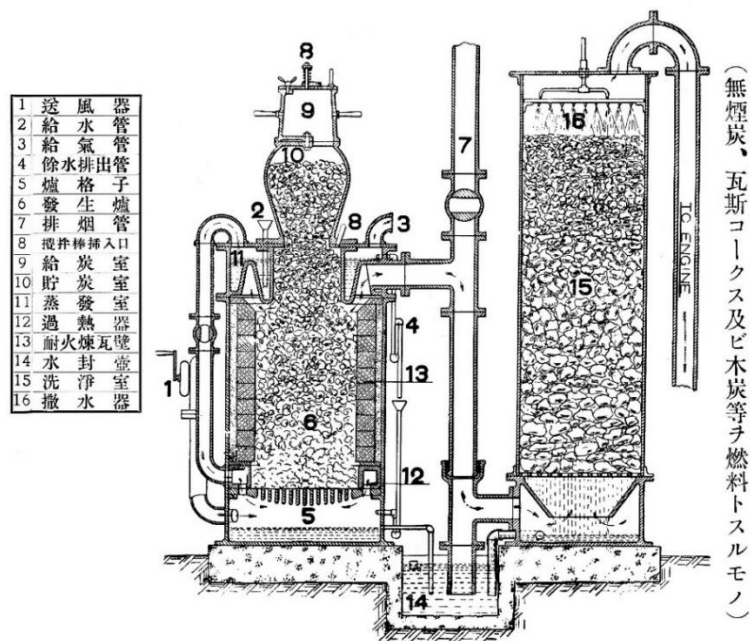
3) 初期の国産ガス発生炉

浅川前掲『瓦斯エンジン』（'21年）にも8種の欧米製「吸入瓦斯発生爐」の紹介を見るが、ここではもう少し古い……1917 ないし'18 年に大阪市北區上福島北二丁目、伏田鐵工所から刊行された資料より大正中期の国産吸込みガス発生装置を2例、高品位燃料、即ち無煙炭や木炭を扱う装置(図1-3：4~500馬力)と低品位燃料、即ち有煙炭(瀝青炭)、褐炭、大鋸屑、木屑、^{もみ}穀等を喰らうそれ(図1-4：15~500馬力)を紹介しておく。つまり、以下に掲げられているのは端緒的バイオガス発生プラントの典型でもある。

なお、最も小さい高品位燃料用4馬力型と雖もその自重は862.5kgに及んだから、到底、可搬式などと呼べるようなシロモノではなかった。低品位燃料型は燃料中の水分を捨てる分、蒸発室の構造がシンプルで、蒸発量も低めに計上されていたように見受けられる⁶。

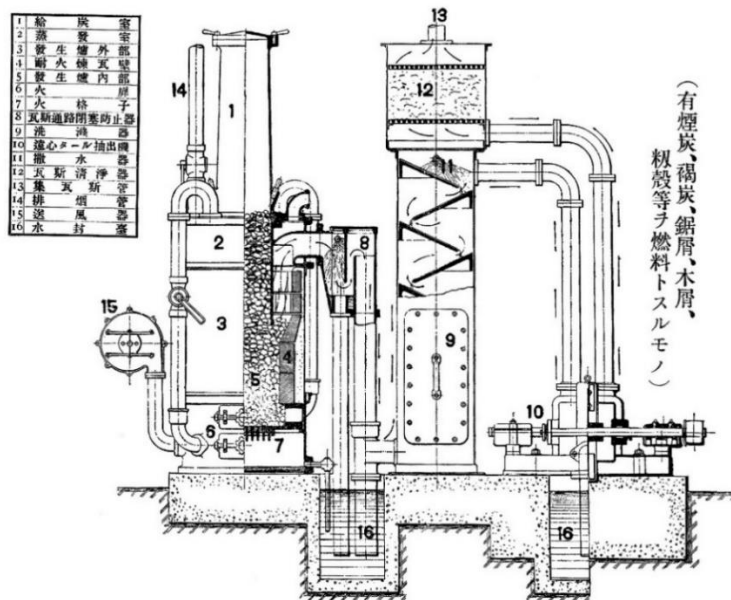
⁶ 伏田鐵工所『專賣特許 吸入瓦斯發動機』は無刊記ながら、表紙左上に最初の所有者のものらしき“1918. 3/19.”なる年月日がペン書きされている。燃料価格調べは1917年5月10日、採録された使用家からの札状の最終日付は'17年7月28日。伏田鐵工所は1890年の創業で「本邦に於ける熱機關製造所の元祖」と謳っているところからすれば、蒸気機關製造から出発した会社のようなのである。この会社のその後については不詳。

図 1-3 伏田鐵工所の高品位燃料用吸込みガス発生装置



伏田鐵工所『專賣特許 吸入瓦斯發動機』より。送風機は起動用。

図 1-4 伏田鐵工所の低品位燃料用吸込みガス発生装置



同上。送風機についても同上。

2. 可搬式及び移動用内燃機関のガス化と各種の燃料を用いるガス発生装置

1) 欧州で始まったガス発生炉の可搬式・移動用動力源への展開

続いて取上げられるべきは可搬式乃至移動用動力としての吸込みガス機関ならびにガス

発生装置(発生炉、集塵機、冷却器、清浄器、混合器、配管等)の展開である。吸込みガス機関の一種であり小形プラントとしてはその典型をもなす薪炭ガス代燃プラントは薪、木炭及び石炭、コークス、半成コークス等の固体燃料をガス化するための発生装置の追加重量・追加コストと裏腹に得られる発生炉ガスの低カロリー性故の低出力を託ち、それぞれの航続距離も至って短く、バス・トラックの場合、一例として薪自動車 60km、木炭及び半成コークス自動車 80km、石炭自動車 120km 程度に過ぎなかった。勿論、途中で燃料を追加装填することも可能ではあったが、一酸化炭素中毒に罹患せぬよう細心の注意が求められた。

また、発生炉ガス代燃車は須らく勾配に弱かった。急な上り勾配が既知であれば予めその前の平坦区間からギヤを落とし、発生炉の通風を促進して炉内温度を高めてかかり、急勾配に差し掛かった時点で湿式なら水添加を増してガスの熱量を増強するといった手立てもあり、箱根のような長い上り緩勾配ならギヤを落とし放しにしてゆっくり登ればまだ対処可能ではあったが、いきなり急勾配に出食わずと処置無しとなった。

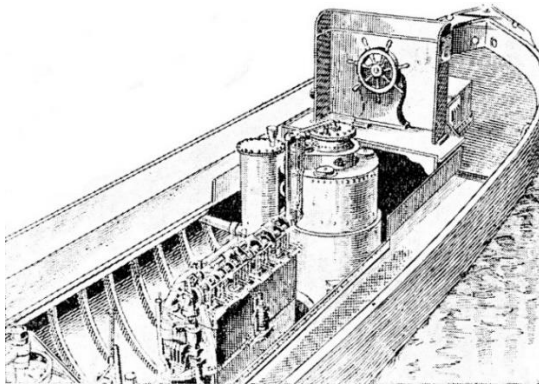
逆に、下り勾配では機関の吸入負圧が弱くなるため、次の平坦路ないし上り勾配に備えるには炉内温度が下がり過ぎるといった危惧も抱えていた。また、平坦路でも燃費や炉内状況を良好に保つため、一定のスロットルとギヤで走行するより低いギヤで回転を煽っては惰行(時として機関停止)に切替えることを繰返すといった運転方法が勧められていた。

また、始動直後はガスの発生が悪く、暫くすればガスがリッチになって来るため混合空気量を漸増してやる措置が必要で、更に時間が経過すればガスがプアになって来るため混合空気を絞ったり、後述される湿式なら水添加の増量を図る操作が求められたから、運転操作はガソリン車より格段に面倒であった。更に、炉の状況如何に依っては変速時にスロットルが絞られて機関回転数が落ちた程度でも発生炉の通風不良のため発生ガスの温度と質の低下が招来され、次にスロットルを開いても機関出力がおいそれと回復されぬといった嫌いを託つことさえあった。

他方、発生炉ガス代燃車は機嫌良く運転を続ければ続けたで燃料再装入や灰落とし等の発生炉整備を必要としたし、始動性の劣悪さから往々にして停車中、機関をアイドル運転させ続けねばならぬといったシガラミをも背負っていた。しかし、石油の絶対的不足という戦時の状況下においてはそれもこれも受忍せざるを得ぬ欠点であった。

もっとも、小形可搬式ユニットの創生自体はかなりの旧聞に属し、フランスの Bénier で、1894 年のことと伝えられている。また、自動車における吸込みガス機関利用の嚆矢は 1905 年、スコットランドに現れたコークスを燃料とするそれで、'10 年にはパリのバス事業者に依って路線バスにけるコークス燃料の試用が始められている。船舶向けでは'04 年にドイツの Emil Capitaine によって川船への装備されたのが発端で(図 1-5)、オランダでは'10 年に 630 トンの船にまで吸込みガス機関が装備されている。

図 1-5 E., Capitaine 式 80 馬力コークスガス発生装置付き船用プラントの装備状況



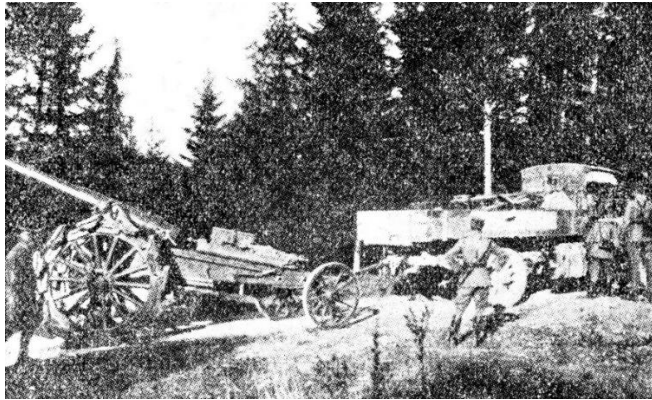
農林省山林局『自動車又は据置小型發動機燃料としての木炭瓦斯に就て』5 頁、より。

然しながら、こと自動車界において固体燃料のガス化が本格的に行なわれたのはやはり第一次世界大戦下であり、その具体的形態は吸込みガス発生炉式据付ガス機関の技術を転用し、自動車に木炭ガス発生装置を搭載、石油資源不足を補おうとした事蹟、つまり代燃化にあった。また、第一次世界大戦後も石油資源の乏しい戦勝国、イギリスやフランスでは引き続き代燃車の研究開発、事業化が官民総がかりで大規模に推進されている(図 1-6~9)⁷。

図 1-6 野戦砲を牽引するフランス陸軍の木炭トラック(第一次大戦中?)

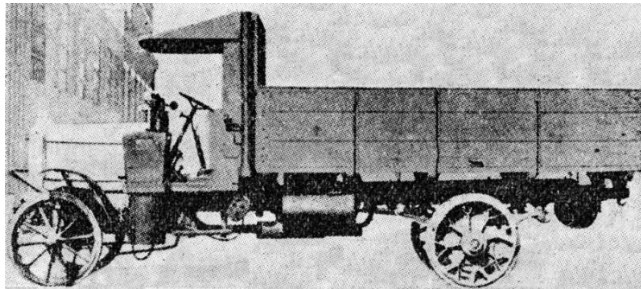
⁷ 代燃車用吸込み式木炭ガス及び薪ガス発生装置の歴史や諸型式、代燃車政策について、戦前戦時では：農林省山林局(辻行雄 著)『自動車又は据置小型發動機燃料としての木炭瓦斯に就て』1933 年、伊木貞雄『人造液體燃料工業』工業図書、1937 年、第 11 章第 3 節、清水甲三『自動車及各種代燃車』山海堂、1942 年、286~333 頁、菊地五郎『自動車工学』岩波書店 1938 年、841~854 頁、加藤文平『木炭自動車の研究』交通教育会、1938 年、上坂正雄『木炭自動車教本』工業圖書、1940 年、合田泰治『木炭自動車の現勢と研究』国防自動車研究会、1938 年、築山閏二『木炭自動車』共立社、1939 年、薪炭瓦斯普及協會『木炭自動車』1940 年 4 月、合田泰治『代用燃料自動車』(上、下)、自研社、1941 年、香坂要三郎『發生爐ガス及水性ガス』工業図書、1942 年、301~312 頁、益田 伸『薪自動車』山海堂理工学論叢(31)、1943 年等があり、後述される日本燃料機合同(株)への統制(40-4)以前に羅列的記述を旨とする教科書の類が続出している様子が観取される。個別機器に係わる様々な取説や広告資料の類にまで当れば、設変もあろうから、恐らくそのリストは上の数十倍を超えよう。然しながら、冒頭にも述べた通り、技術史的観点からすれば問題は統制成立以降の変遷ないし急速なアクセント移動にある。

戦後の文献としては：日本通運(株)東京支社車輛部『薪自動車について 日通式(ミナト式)薪瓦斯發生爐装置の適正使用法』1949 年、松本熊吉「代燃装置」(日本機械学会『日本機械工業五十年』1949 年、376、396~401 頁)、自動車工業会『日本自動車工業史稿(3)』1969 年、72~86 頁、松本熊吉「戦時中の代燃車政策」(『自動車史料シリーズ(3) 日本自動車工業史行政記録集』自動車工業振興会、1979 年、96~107 頁。松本は陸軍→商工省燃料局→日野自動車工業(株)、中村幸男『代燃苦難時代の素描』自動車工業新聞社、1981 年、53~108 頁、等を列举することが出来る。また、ごく新しいところでは塩ノ谷幸造『木炭自動車—原理・製作から走行まで』パワー社 1996 年、といった書物が出版されており、その原理や性能のみならず歴史的経過についても若干の言及が与えられている。



同上書、8 頁、より。

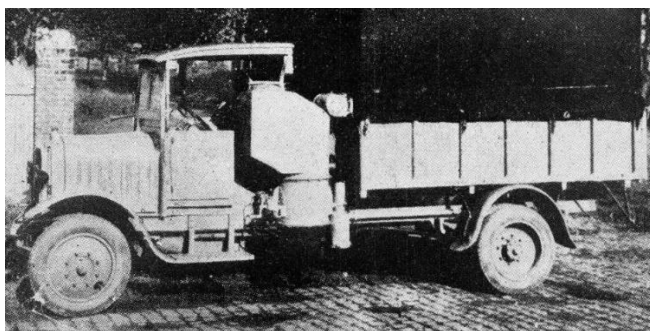
図 1-7 イギリスの Parker 式コークスガス発生装置付き 3 トントラック(1921 年)



同上書、7 頁、より。

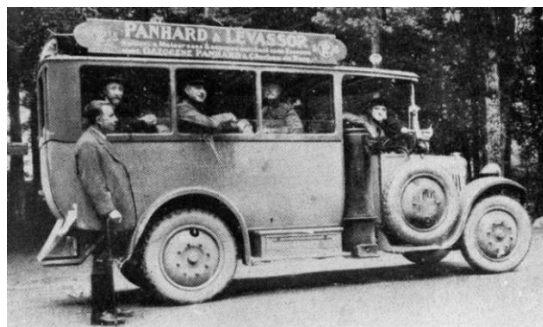
1920 年代における発生炉ガス燃料として、イギリスではコークス、フランスでは木炭と薪(木材片)が主流となった。薪は木材や木片を適宜、乾燥させれば済むからその調達には木炭の場合より安直であった上、後述の理由から出力的にも有利であった。何れにせよ、機関自体は一般に既成のガソリン機関(据付の場合、石油機関)を多少改造しただけのモノで間に合わせられたから、代燃化にとって重要なのはガス発生炉の方であった。

図 1-8 フランスの Pipe 式木炭ガス発生装置付きトラック(1927 年)

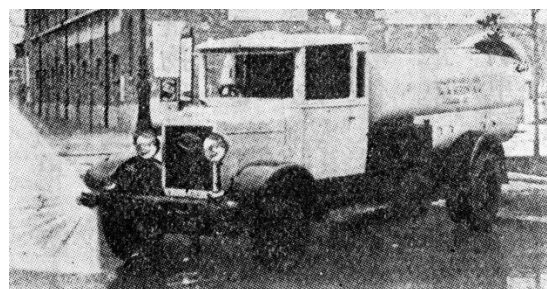


同上書、グラヴィア。

図 1-9 ブリュッセルの展覧会出品の木炭車(1929 年)



Panhard-Levassor(仏)



Augusto Scaglia(伊) Dux 式発生装置

同上及び 14 頁、より。

2) 浅川式木炭ガス発生装置の創製

バイオガス自動車の本家に当るフランス、イタリア、ドイツにおいては種々の型式の木炭・薪ガス発生装置の実用を見ていたが、本邦においては 1912 年、英国に遊学したかの東京高等工業学校教授 浅川権八が帰国後、1916 年より自動車用木炭ガス発生炉の研究に着手、'24 年に文部省の科学研究費と東京高工の研究費を獲得し、助手の鬼頭美代志をして上向き通風、湿式の浅川式木炭ガス発生炉を実質的に開発せしめたのがその嚆矢である⁸。

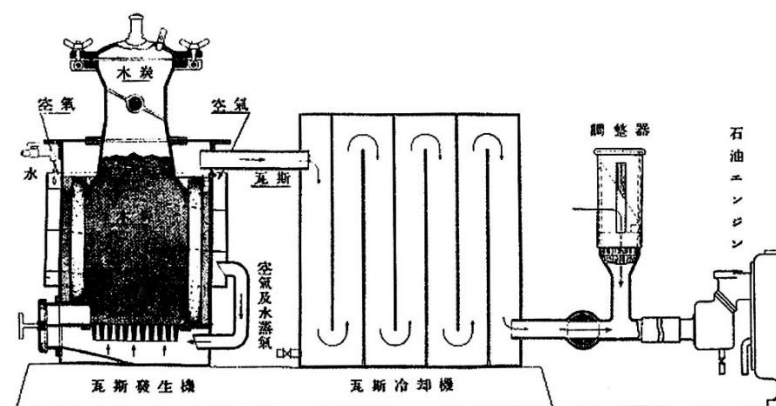
浅川は 2~4 馬力の農工用発動機と組み合わせられるべき可搬型の木炭ガス発生装置に関し、'28 年に特許を取得。浅川式木炭ガス発生装置は福岡市千代町の(株)渡辺鉄工所、東京浅草神吉町の(株)一三六商行によって製造され、三井物産(株)機械部が一手販売を引受け、やがて様々な用途への適応放散に成功して行くこととなる。

図 1-10 は『機械學會誌』に掲載された最初期の浅川式木炭ガス発生装置である。浅川はこの装置について運転整備重量 45 貫(168.75kg)に足りず、成年男子 3 人で運べると述べたが、装置自体にはなお駄肉削減の余地も残されていた。その反面、ガス清浄器は備え付けられていない。これは大容量の冷却器にある程度、除塵装置の役割を期待していたからであろうが、この程度では機能的に不十分であったこと必定である。

図 1-10 1928 年の浅川式木炭ガス発生装置

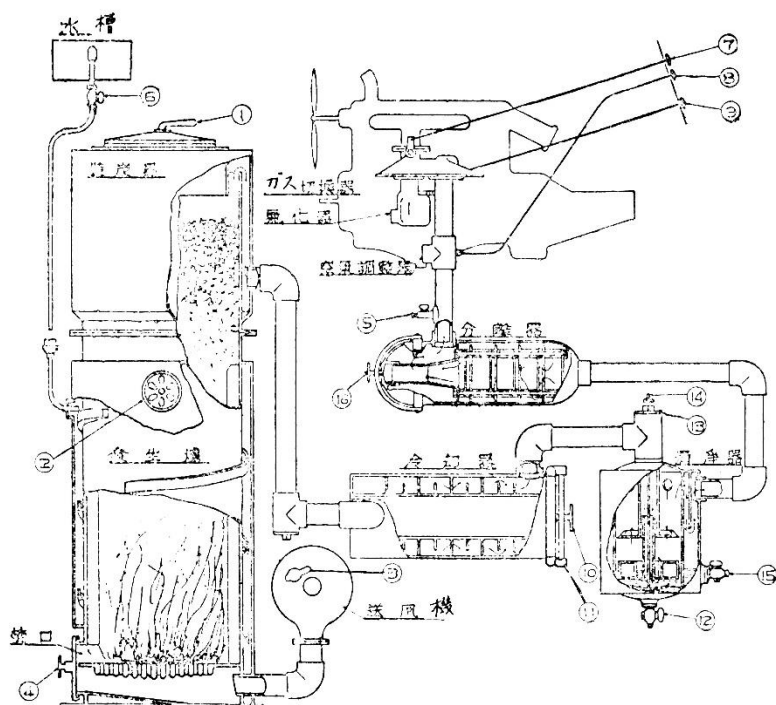
⁸ やや時代は下るが、欧米における代燃車研究状況の一端を翻訳論文集の形で紹介した書物として星野茂雄譯編『獨伊に於ける代用燃料車の研究』工業資料刊行會、1942 年、がある。そのタイトルにも拘らず、'36~41 年の元刊になる訳出論文の国籍はドイツ、イタリア、スウェーデン、ソ連、イギリス、アメリカに及んでおり、貴重な資料となっている。

なお、上向き通風式・蒸発蒸気による湿式発生炉を有する日本機械学会機械遺産第 74 号「小林式定置木炭ガス機関」は'36 年の製造で、開発そのものの着手時期も'28 年と説明されているから、仮令、その初号機を以てしても本邦バイオマス・エンジンの“元祖”との形容は不似合いである。



浅川「浅川式可搬木炭瓦斯発生機」より(図番無し)。

図 1-11 自動車用として完成された浅川式木炭ガス発生装置



- | | | |
|--------------|-------------|--------------|
| 1. 給炭器 | 2. 吸気口 | 3. 送風機空気口 |
| 4. 焚口蓋ハンドル | 5. ガス試験コック | 6. 水槽注水栓 |
| 7. ガス絞弁レバー | 8. 空気調節器レバー | 9. ガソリン切換レバー |
| 10. 冷却器蓋締付ねじ | 11. 冷却器蓋締付腕 | 12. 清浄器排水コック |
| 13. 清浄器注水栓 | 14. 撓廻針 | 15. 水位コック |
| 16. 分離器蓋締付ねじ | | |

長尾不二夫「薪炭ガス自動車(1)」『機械及電気』第4巻 第1号, 1939年1月、第1圖。

薪炭瓦斯普及協會『木炭自動車』巻末附録も図は同じ。

図 1-11 に示すのは 2 段構えの清浄装置を有する自動車用として完成された浅川式木炭ガス発生装置である。浅川式木炭ガス発生装置を実質的に開発者した後、陸軍技術研究所に一時身を置いた鬼頭自身の回想に拠れば、陸軍は浅川式発生装置に着目し車載実験を重ねたものの、その非力さに失望したとあり、かつ、それは浅川が機械學會で“ガソリンと同等の出力が得られる”と弁じたのを真に受けたからこそ陸軍が被った失望である、という風に扱われている。

然しながら、この評価の影響力が如何程の範囲に及んでいるかは別として、その内容が著しく客観性を欠くものとなっている点を捨て置くことは出来ない。即ち、その失望なるものは浅川式木炭ガス発生装置の低い能力の証明としてではなく、陸軍が機関の圧縮比を適切に高め得ておらず、かつ、自動車に対して十分な容量を有するガス冷却器を適切に艤装するということが本質的な困難を伴う所作であったが故に招かれた必然的帰結として解されるべき事象である。無論、比較対象となるガソリン機関の素性も重要である。かような点については本章、第 4 節において機関車に係わる具体的データを対照事例として取上げ、白黒を着ける⁹。

3) 陸軍と白土允中に依るガス発生装置開発

とまれ、当の陸軍は'19 年に Parker(英)コークスガス発生炉を輸入し走行試験を実施。'21 年に自動車学校研究部技師 三木吉平に欧米を視察させ、その帰朝後の'23 年、同校にてパーカー発生炉の試験を挙行。'26 年、三木はパーカーと Renault(仏)を参考に水蒸気過熱室(ないし乾燥室)を付設した上向き通風・湿式の陸軍式(陸軍三木式)木炭ガス発生装置の試作に成功していた¹⁰。

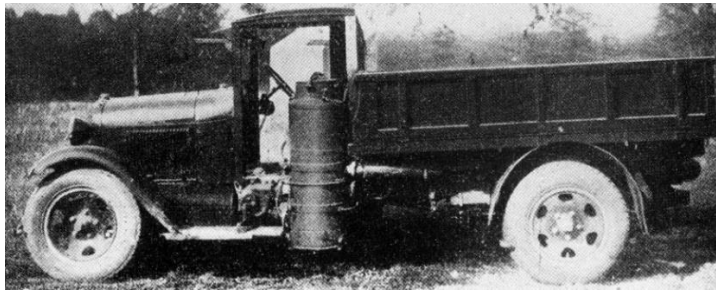
この陸式木炭ガス発生装置は軍需繋がりか、三菱航空機が製造に当たったものの、浅川式のようには大成しなかった(図 1-12, 13, 14)。それにしても、図 1-13 に見る試製時代のガス冷却器は浅川の初期型のそれにソックリである。

図 1-12 陸軍式発生装置を装備した Ford AA 型トラック

⁹ 浅川權八「浅川式可搬木炭瓦斯発生機」『機械學會誌』第 31 卷 133 号、1928 年 5 月、鬼頭美代志「先生と私とのつながり」『浅川先生のおもかげ』95~97 頁、参照。

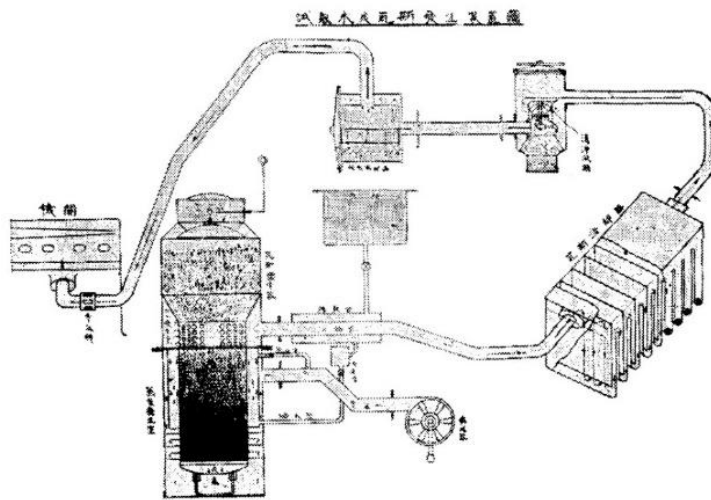
なお、我国の自動車用代燃装置に係わる統制の特質として機関本体の無改造と代燃⇄ガソリン切替え運転能力とが要件化されていた。この点については本稿第 3 章、参照。無論、鉄道車両等についてはかかる規制の埒外に在った。

¹⁰ 三木の足跡については彼自身の述懐がある。「木炭、亜炭、薪、天然ガス等の新燃料を使用する自動車に関する座談會(1939 年 3 月 17 日)」『日本機械學會誌』、第 43 卷 第 278 号、1940 年 5 月における三木の講演、参照。書物での筆致とは裏腹に三木は中々、洒脱な人物であったと見える。



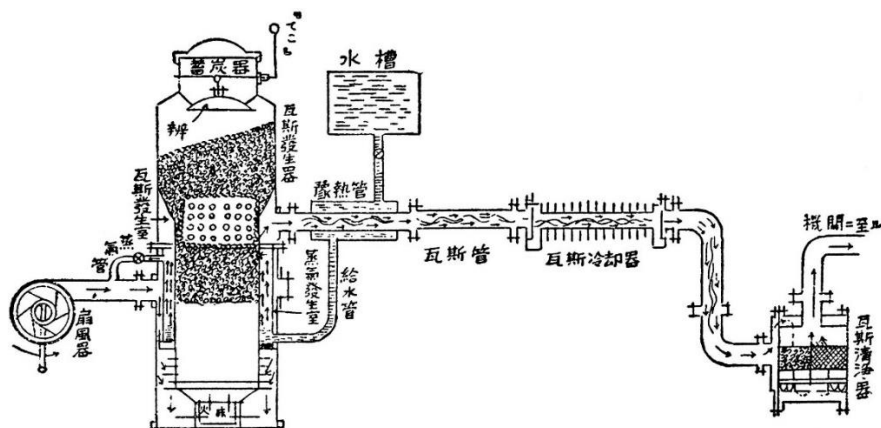
農林省山林局『自動車又は据置小型發動機燃料としての木炭瓦斯に就て』グラヴィア。1.5 トトラック用で自重約250kg。

図 1-13 陸軍式木炭ガス発生装置(試作品)



同上、27 頁、より。元画像は著しく不良。標題は「試製木炭瓦斯発生装置圖」らしい。ガスは冷却器→清浄器→ガス槽を経て機関に達する。

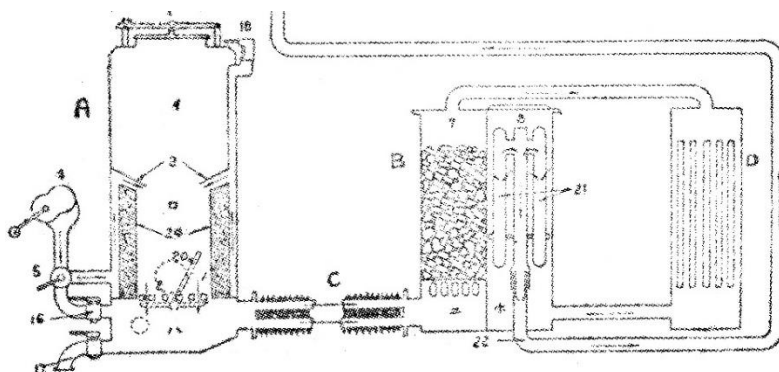
図 1-14 陸軍式木炭ガス発生装置(完成型)



軍事攻究會『最新 軍用自動車學教程 全』改訂 17 版、一二三館、1942 年、71 頁、第三十六圖。

これとは別に、浅川の助手であった白土允中は独自に渡仏し、彼の地の木炭自動車メーカーで実務経験を積んでいた。帰朝後、彼はパナールの炉を輸入研究し、'28年には下向き通風・乾式の白土式ガス発生装置を開発、東京市大森区の日本瓦斯自動車商會がその製造に当り、浅野物産(株)機械部、その後、有楽町の中央自動車(株)が販売を受持った。白土式には新旧2型式が存在した。図 1-15 に示すのは旧型であるが、基本的な作動機序は新旧共に同じである(新型については鐵道省ガソリン自動車との絡みで後述)。

図 1-15 白土式木炭ガス発生装置(旧型)



『自動車又は据置小型發動機燃料としての木炭瓦斯に就て』30 頁より。上向き通風で着火後、下向き通風に切替える。1.5 トン車用で自重約 170kg。ガスは第 1 冷却器 C→清浄器 B 左→第 2 冷却器 D→綿布製濾過器 E 右を経て機関に至る。

さて、ここに至れば木炭ガス発生炉における湿式と乾式との相違点について触れぬワケには行くまい。乾式とは酸化帯において木炭を燃焼させて CO_2 及び CO を得、前者を木炭層で還元して CO に変化させるだけ、即ち、上述ミネアポリスの無煙炭ガス発生炉から水性ガス発生系統を撤去したものであり、湿式木炭ガス発生炉の原理は上述、ミネアポリスのガス発生炉そのものであった。前者の発生ガスは一酸化炭素、後者のそれは水性ガスであったから、それぞれの長所は簡素な構造と出力ということになる¹¹。

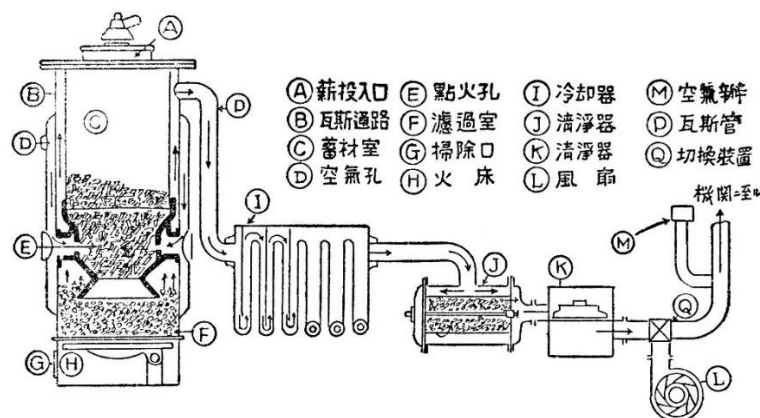
なお、湿式木炭ガス発生炉の水添加機構を省略しつつ水性ガスを得るシカケとして薪ガス発生炉……還元帯に水性ガス反応を生起させて水性ガスを得るもので、反応原理的にはヤーンや湿式木炭ガス発生炉と類似品……があった。陸軍の三木吉平は東京自動車工業(株)(いすゞ)の技術部研究課々長、山崎 壽 技師(スミダ X 型の設計者)の強力な助太刀を得て'30 年、下向き通風の陸式(陸式自工型)薪ガス発生炉(図 1-16 左)を開発した¹²。

¹¹ 乾湿・上向き/下向きの得失について簡単には長尾前掲「薪炭ガス自動車(1)」、香坂前掲『發生爐ガス及水性ガス』301~302 頁、参照。

¹² 下向き通風を選んだ直接の狙いは高温の酸化帯を通過させることに依って発生ガスに多量に含まれるタールを焼き切ってしまうことにあった。「木炭、亜炭、薪、天然ガス等の新燃料を使用する自動車に関する座談會(1939 年 3 月 17 日)」における三木の講演、参照。

陸式薪ガス発生装置ユニットは東京自動車工業、後には板橋のマキ自動車製造(株)(炉の構造が若干異なる)¹³、更には赤坂の日本自動車(株)、大阪堂島の共和自動車(株)、川崎車輛(株)で量産されることになるが、モデルはやはり木炭ガス発生装置と同様、欧州製品にあったと観て良い。そのルーツに係わる点については追々述べて行きたい¹⁴。

図 1-16 陸式薪ガス発生装置の概念



『最新 軍用自動車學教程 全』改訂 17 版、72 頁、第三十七圖。

右の⑩はガス出口管。

続いて、発生炉における上向き通風と下向き通風の得失についても観てみよう。上向き通風の例を図 1-16 のガス流れを逆にしてイメージするに、燃烧室内を上昇しつつある高温の水性ガスが燃料補給時、開いた④から入って来る空氣に触れて引火した場合、山火事の際の水素爆発そのままに装入・予熱された蓄材室③内の薪が一举に発火・爆発する惧れがある。薪ガス発生炉が下向き通風式となっていたのは先に触れたタールの焼き切りという点に加え、この稼働中の炉への燃料補給に際しての爆発的燃烧の危険を回避する(稼働中の安全な燃料補給を可能にする)ための構造でもあったと考えられる。

もっとも、図 1-16 に示される通り、下向きとは言え炉中段部の火室羽口に横から空氣を吸い込ませた後、発生したガスを燃烧室狭窄部より最下部へと抜けさせていただけであって、炉芯の天辺から底まで空氣を貫流させたワケではない。これをやったのでは上層部の燃料を積極的に空冷することになる他、上→下貫流は流動抵抗を増すばかりで不必要なこと

¹³ マキ自動車製造は浅川式の製造権を取得していた日本乗合自動車協会が大日本自転車(→大日本機械工業)と提携の上、設立した薪ガス発生装置メーカー。中村『代燃苦難時代の素描』82 頁、参照。但し、大日本自動車は大日本自転車の誤り。

¹⁴ 当時の自動車欧州製用薪ガス発生装置やそれらに係わる諸問題については石川茂教「薪自動車に関する二三の問題」内燃機関編集部編『昭和十七年版 内燃機関技術大観』山海堂、1941 年、所収の前半部、参照。石川は東京自動車工業 技術部研究課に在職、大森製造所にて薪自動車の研究に携わり、1942 年、東京自工の後身、ディーゼル自動車工業(株)より分離した日野重工業(株)(→日野自動車工業)に転籍した(伊藤正男氏の御教示に拠る)。

である。これは上向き通風炉でも同じであり、発生ガスは中段部から引抜かれる方が流動抵抗は小さくなるし、稼働中の燃料補給も容易となる。

これらの点は木炭ガス発生炉の場合にもある程度、当てはまるが、この場合、焼き切りのターゲットは主として炭粉となる。これらが焼き切られる反面、燃焼層でガスに混入する灰分は燃え尽きないため、木炭ガス発生炉であれ薪ガス発生炉であれ、下向き通風炉の発生ガスには相対的に多くの灰分が含まれることになる。因って、後続の清浄機には高いダスト捕捉能力が求められる。

また、発生ガスの焼き切りを行う位であるから、下向き通風炉は発生ガス温度も炉体温度も上向き通風炉より高くなる。上向き通風炉においては発生ガスが持つ熱量の一部は燃料の積極的予熱に用いられるから、ガス温度も炉体温度も低目となる。図 1-16 においては発生したガスは 3 重円筒部の内側隙間を通り、内部＝蓄材室の薪と外部＝吸込まれる空気を予熱した後、ガス出口管を通して冷却器へと導かれるが、下向き通風炉においては冷却器の容量もまた上向き通風炉のそれより大きく設定される必要がある。

本邦自動車用薪ガス発生装置としては図 1-16 に観る陸式自工型(XFB-13 型発生炉)や陸式マキ型の他、資材節約のための簡略小形版である容量不足気味の日燃式統制型(XQ11 型発生炉)が登場し、戦後のガソリン不足時代にはその改良型(XQ43-102 型発生炉)も提案された。また、ミナト式(戦前、乗用車用)、日通式(戦後、トラック用＝ミナト式改)等も復活・実用されることになる¹⁵。

4) 国内非・自動車部門における展開

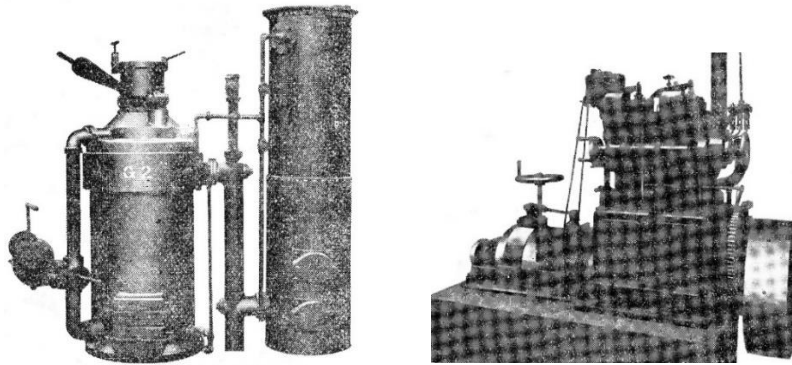
続いて、非・自動車部門における発生炉ガス利用に眼を転じてみよう。代燃化を巡る自動車界と類似の経過は本邦漁船用機関の分野においても観察されている。本邦漁船界における木炭を燃料とする吸込みガス機関導入の嚆矢は'09(明治 42)年、三重県のカツオ漁船に据付けられた發動機製造の製品で、二番手は焼津の漁船であった。しかし、上述の如き普遍的問題点に加え、船内に装備される漁船用プラントにおいて各部の気密不良や火床整理に由来する一酸化炭素漏洩は致命的危険を伴うものであったが為、端緒的バイオガス機関の漁船界への普及は覚束なかった。図 1-17 はこの当時の発生装置と機関である¹⁶。

図 1-17 明治末期の漁船用吸込み木炭ガス発生装置と機関

¹⁵ 日本通運(株)東京支社車輛部前掲『薪自動車について 日通式(ミナト式)薪瓦斯發生爐裝置の適正使用法』、柳原喜代司・荻野 勇・吉川 博・須藤邦夫「薪自動車の性能向上について」『いすゞ技報』第 7 号、1950 年 2 月、参照。

日燃式木炭ガス発生装置の概要や陸式自工型—商工省標準型—日燃式統制型薪ガス発生装置の詳細については本稿第 3 章において再び、かつ、ヨリ詳しく取上げられる。

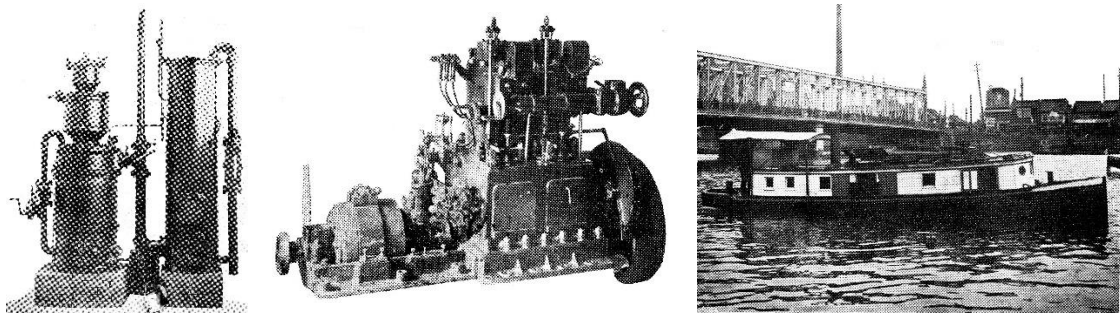
¹⁶ 日本舶用發動機協会『日本漁船發動機史』1959 年、26~29 頁、参照。



『日本漁船発動機史』27 頁、図 2・4(1)。

また、図 1-18 にはこの事蹟から程遠からぬ時代のモノと思しきコークス、木炭何れをも燃料とし得る陸用発生装置と船用ガス機関、同プラント設備の川船を示す¹⁷。

図 1-18 陸用発生装置、船用ガス機関、ガス機関装備の川船



東京発動機製造所『普通動力用 発電機用 船舶用 最新式 吸入瓦斯発動機関』無刊記。

その後、戦時下における石油資源逼迫に因り、吸込みガス機関に再度、漁船界への進出機会が与えられたのは代燃車の謂わば後追いのような現象であった。かくて、1941 年から'45 年にかけて、総計 15,527 隻の漁船に木炭ガス機関が装備されており、その内訳は浅川式を含む 7 型式とそれらを参考にして'42 年度に制定された標準型 2 型式であった¹⁸。

¹⁷ 年代推定の根拠の一つはこの機関が図 1-17 右と似たプロポーションを示している点にもあるが、図 1-18 右に見る橋は隅田川の旧・吾妻橋(1897 年竣工、1931 年架替え。背景の煙突はそれより古い大日本麦酒(サッポロビール)吾妻橋工場)であるから、この橋により大凡の時代の幅は定められる。更に、1910 年の夏には対岸袂、煙突と反対側に見える大看板中央の人面の左右に「金鷄正宗^{きんし}」らしき文字が振り分けで描かれている写真があり、図 1-18 の写真の看板は人面はほぼ同工で文字は無く看板自体も自立型ではなく建物の増築部に担持されているようであるから'10 年よりはやや後の撮影と推測可能なワケである。残念ながら、本所区小梅業平町五番地に在った東京発動機製造所についてはこの汚損・劣化の酷いパンフレット以外に詳細不明である。なお、同社製陸用吸込みガス機関は当時としてはごく普通の横型単筒機関であった。

¹⁸ 同上書、74-76 頁、伊藤 茂「内燃機関と人と(14)」『内燃機関』Vol.13 No.149, 1974 年

以上と比べれば、鉄道車両界におけるガス化は端緒的バイオガス化にしても代燃化にしても誠にマイナーな実績に終わった。これはわが国の鉄道界における内燃化比率の低位、換言すれば蒸気機関車の圧倒的優勢と人口集積地域における電化の進展に起因する順当な帰結であった。

浅川式や白土式発生装置装備の豆機関車に係わる事蹟については第4節にやや詳しく触れられるが、ここでは白土式に係わる画像を図1-19として掲げておく。木炭ガス機関車の活躍部面は、古きも新しきも、かような森林鉄道か工事用軌道にあった。戦時下に試みられた内燃動車代燃化も様々な化成ガス、薪炭ガス、石炭系ガス、アルコール等、メニューこそ多彩であったが総じて厚みに欠け、一般に大方の気動車は機関・駆動系を撤去して代用客車化されるか休車扱いとされている¹⁹。

図 1-19 白土式発生装置を装備した Whitcomb 4 トン機関車の活躍



農林省山林局『自動車又は据置小型發動機燃料としての木炭瓦斯に就て』グラヴィア。

遺憾ながら、その他の有力な適用部面たる陸用代燃機関については次節に若干の具体例を引くに留めざるを得ない。

3. 国産木炭ガス発生装置先発3型式とその適応放散……据付用、非軌道車両用、機関車用

1) 国産ガス発生装置の適応放散

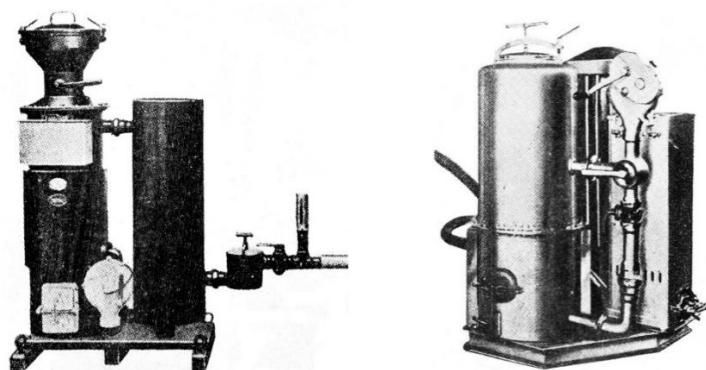
木炭ガス発生装置は半世紀ばかりの間に様々な適用部面を見出して行つたが、主としてそれらは陸用、即ち可搬式・据付式、自動車用・土工機械用、鉄道車両用に分かれた。以下、

4 月、参照。

¹⁹ 中村良蔵「時局下の内燃動車」内燃機関編集部編纂『内燃機関技術大観 昭和十七年版』山海堂、1942 年、参照。

浅川式を中心としてその実例を幾つか掲げておこう(図 1-20~24)。そこには後掲、表 5、6 にその名を連ねる個体たちも含まれている。

図 1-20 可搬式の木炭ガス発生装置、浅川式と白土式

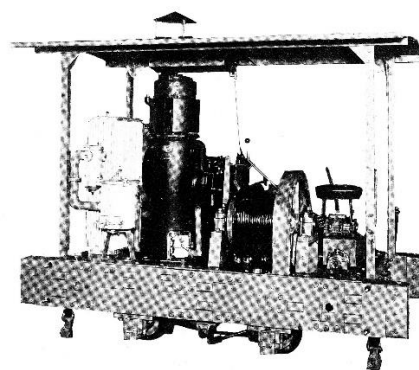
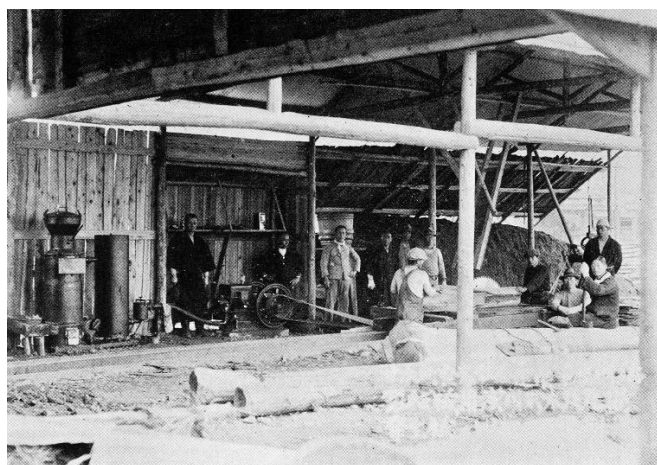


浅川式

白土式

同上。

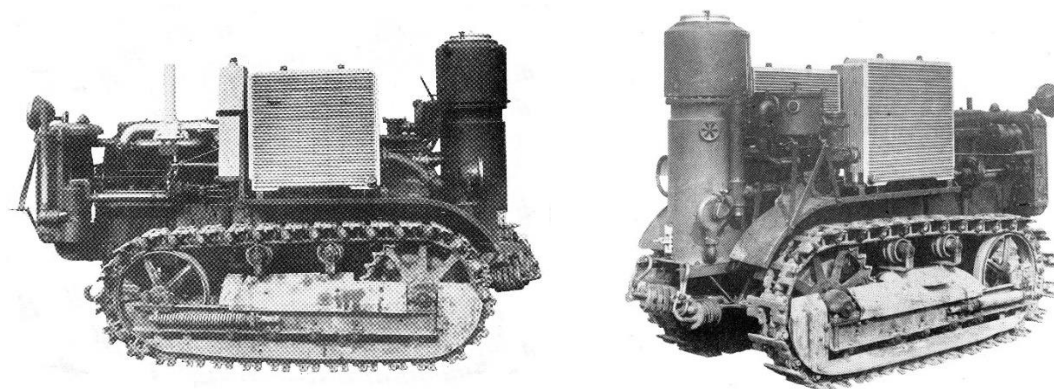
図 1-21 浅川式可搬木炭ガス発生装置の使用例、製材機と集材機用等の巻揚げ機



『アルス機械工学大講座 X』1932 年、巻頭グラヴィア。左の写真には横型単筒水冷機関が見える²⁰。

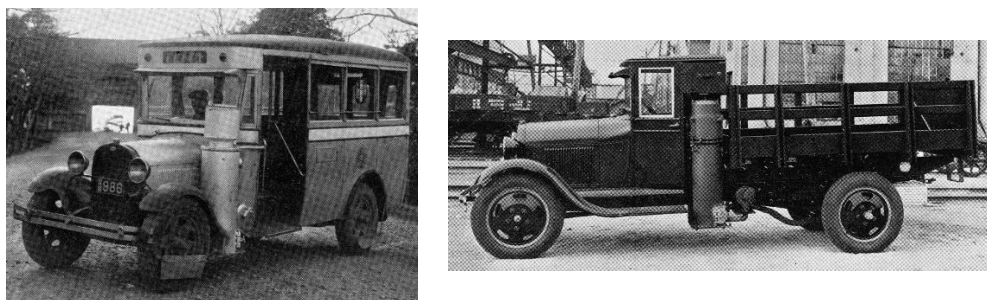
図 1-22 浅川式木炭ガス発生装置の使用例、装軌トラクタ(Caterpillar Tractor 10 型)

²⁰ この文献は全くワケの判らないジャンク書籍で、後の同名の双書とは異なり、様々なテーマの論文断片がページ区切りも無く乱雑に寄せ集められており、頁付けは各論文断片毎にバラバラで通し頁すら付されていない。何故かかる馬鹿な書籍が出版されたのか理解に苦しむ。但し、これ以下に掲げる浅川式木炭ガス発生炉の画像は 1934 年、「アルス機械工学大講座 11」として出版された浅川権八・三木吉平『内燃機関・自動車』のグラヴィアには含まれていないから、今日においては貴重な資料となっている。



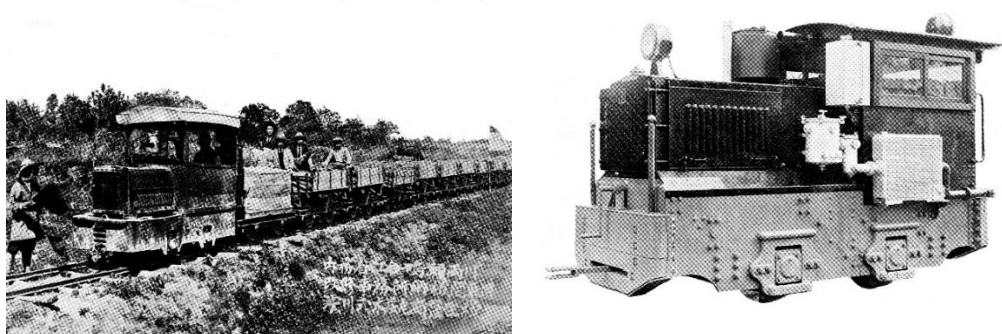
同上。機関SV、4L-3 $\frac{3}{8}$ ×4in.(85.7×101.6mm)。ガソリンでの定格出力 15HP/1500rpm。

図 1-23 浅川式木炭ガス発生装置の使用例、自動車



同上。バスは“仙台駅前”行き。Ford A 型か。右の Ford AA 型 1.5 トトラック用の装置は自重約 190kg²¹。

図 1-24 浅川式木炭ガス発生装置の使用例、機関車



同上。左：内務省江合鳴瀬兩川改修事務所納機関車用浅川式木炭瓦斯発生装置。

右：熊林 3 型 5 ないし 6 号機関車。

²¹ 大型バスの場合、木炭ガス発生装置は後部にまとめて、時として一体式ケーシングに収容して架装されるのが通例であった。また、16 人乗り以下の小型バスにこの後部集中架装方式を採る場合、重量バランス上、フロント・バンパーに 60kg 以上の棒鋼を付加することが義務付けられていた。マキ自動車製造㈱『マキ自動車早わかり』1939 年 2 月、七頁、参照。

その黎明期より上向通風・湿式の浅川側は湿式なるが故のパワー、木炭消費量の僅少性、低い炉内温度に由来する耐久力の高さを、対する下向通風・乾式の白土側は酸化帯を通過して供給される発生炉ガスの高品位性、構造・取扱の簡便性を謳いつつ、浅川式は関西から九州にかけて、白土式は東北方面に地歩を築き、互いに覇を唱えて来た²²。

2) 国産先発 3 型式の初期販売実績

では、浅川式、白土式、陸軍式木炭ガス発生装置が何処に如何なる用途で需要されていたのか？ これについては 1932 年 9 月調べの具体的なデータを採録しておく。

三菱航空機の 9 月 10 日の発表に拠れば、陸軍式木炭ガス発生装置の外販実績は表 1-1 の如く 5 台であった。陸軍内部での使用実績については不明であるが、非力な代燃車は軍用車の中に在って大した存在感など示していなかった筈である。

表 1-1 陸軍式木炭ガス発生装置の外販実績

据 付	据付試験	秋田鉱山専門学校
土 工 機 械	牽引車(2 台)	北海道庁林務課足寄貯木場
自 動 車	T.G.E.貨物自動車	東京営林局原町営林署
	新フォード貨物自動車	東京(南米拓殖会社ブラジル向け)

農林省山林局『自動車又は据置小型發動機燃料としての木炭瓦斯に就て』48 頁、より。

9 月 12 日の浅野物産発表に拠る白土式据付型の販売実績は表 1-2 に示されるように 6 台であった。

表 1-2 白土式据付型木炭ガス発生装置の販売実績

8 馬力ヤンマー発動機	大阪営林局荘川営林署
7.5 馬力久保田発動機	名古屋、帝室林野局名古屋支局
7 馬力戸畑発動機	青森営林局蟹田営林署
10 馬力ガソリン発動機	青森北秋田木材㈱
10 馬力ガソリン発動機	青森営林局水澤営林署
15 馬力ヤンマー発動機	秋田営林局阿仁合営林署

同上書、48~49 頁、より。

同じく白土式自動車・内燃動車用の販売実績は表 1-3 に示されるように 27 台であった。

²² 湿式と乾式との競争状況については薪炭瓦斯普及協會『木炭自動車』3~4 頁、参照。その技術的ポイントについては鉄道省のデータを基に後述する。

表 1-3 白土式自動車・内燃自動車用木炭ガス発生装置の販売実績

1.5 トンシボレー貨物自動車	東京榊原商店
1.5 トン新フォード貨物自動車	東京鉄道局
1.5 トン A 型フォード貨物自動車	一の関佐々木商会
〃	青森営林局蟹田営林署
1.5 トン新フォード貨物自動車	小田原益田男爵邸
1.5 トン A 型フォード貨物自動車	高知、野村組
1.5 トンシボレー貨物自動車	箱根富士屋自動車(株)
1.5 トン A 型フォード貨物自動車	北海道照本商店
40 人乗自動客車*	台湾帝国製糖(株)
1.5 トン貨物自動車(12 台)	高知、野村組
ホビペット乗用自動車	東京日本瓦斯自動車商会
1 トンシボレー貨物自動車	埼玉県加藤今吉商店
1.5 トンフォード貨物自動車(2 台)	青森営林局蟹田営林署
1.5 トンフォード貨物自動車	青森営林局今別営林署
乗 合 自 動 車	高知、野村組
合 計	27 台

同上書、49 頁、より。

* 内燃自動車と思われるが不詳。

同じく、機関車・軌道車における白土式の使用実績は表 1-4 に掲げられているように 32 台を数えていた。

表 1-4 白土式機関車・軌道車用木炭ガス発生装置の販売実績

4 トン機関車	青森営林局水澤営林署	4 トン機関車	青森営林局乙供貯木場
4.5 トン機関車	秋田営林局秋田営林署	〃	〃、厨川貯木場
〃	熊本営林局飯野貯木場	5 トン機関車	青森営林局大畑貯木場
〃	同 甲佐貯木場	4.8 トン機関車	帝室林野局木曽支局
〃	大阪営林局高野営林署	4 トン機関車	秋田営林局七坐営林署
7 トン機関車	〃	7 トン機関車	台湾、嘉義営林所(ママ)
4.5 トン機関車	青森営林局雫石営林署	4.8 トン機関車	三重、大河内土工保護森林組合
〃	秋田営林局阿仁合営林署	4 トン機関車	秋田営林局阿仁合営林署
4 トン機関車	青森営林局青森営林署	4.5 トン機関車	同、扇田営林署
2 トン軌道車*	青森営林局青森営林署	〃	同、大館営林署
4 トン機関車	高知営林局高知営林署	〃	朝鮮総督府裡里営林署

1.5 トン機関車	高知、野村組	5 トン機関車	帝室林野局札幌支局
4.5 トン機関車	帝室林野局名古屋支局	4 トン機関車	青森営林局碓ヶ関営林署
〃	北海道、中村組	〃	秋田営林局二ツ井営林署
3 トン機関車	帝室林野局木曾支局	〃	同、秋田貯木場
4 トン機関車	大阪、藤原製作所	合 計	32 台
〃	青森営林局川内貯木場		

同上書、49～51 頁、より。

* 詳細不明。

一方、9 月 10 日の三井物産発表に拠る据付型浅川式木炭ガス発生装置の販売実績は表 1-5 に示される通り、実に 139 台に達していた。

表 1-5 浅川式据付型木炭ガス発生装置の販売実績

C 1	摺機 福岡 下村新次郎	C B	林業 北海道帝大林学科	C B	農工 中華民国 大福洋行	C H	林業 兵庫 山崎営林署
	〃 山口 岡村伊佐吉		工業 札幌工業学校		展示 東京 常設国際機械館		鉱業 栃木 日東鉱山
	教授 静岡 浜松高工		農工 北海道 内野商店		農業 青森 田島屋薬店 4 台		〃 〃 宮山田鉱山 2 台
	農工 山口 防長木炭組合		製縄 〃 鈴木製縄工場		〃 山口 藤井傳		農工 山口 仁保村信用組合
	教授 秋田 鉦専		農工 〃 別所金物店		〃 福島 紺野文雄		工業 福岡 金光教会建築場
	農工 栃木 本多商店		林業 東京帝大北海道演習林		精米 山口 長門酒造		林業 高知 魚梁瀬営林署 3 台
	教授 京都帝大		農耕 北海道 碌々商店		林業 島根 日原営林署		精米 北海道 有田精米所
C B	農業 宮崎県立農事試験場	C B	教授 岐阜県立第二工業学校	C B	農工 山口 仁保村信用組合 2 台	C H	〃 〃 鈴木精米所
	〃 三重県立農事試験場		農工 朝鮮 後藤商店		〃 中華民国 工業試験所		農工 〃 依田商店
	〃 徳島 眞藤吉太郎		〃 〃 三好商会		教授 新潟 長岡高工		〃 〃 碌々商店
	〃 山梨県立農事試験場		〃 長崎 古賀甚之助 2 台		〃 大阪工業大学機械科		林業 和歌山 新宮営林署
	〃 静岡県立農事試験場		教授 東京工業大学		工業 東京 坂井発動機製作所		〃 青森 大畑営林署
	〃 神奈川県立農事試験場		製材 島根 松普製材所		林業 和歌山 高野営林署		〃 岡山 津山営林署
	〃 茨城県立農事試験場		農業 熊本県立農事試験場		教授 山梨高工		〃 宮崎 綾部営林署
	〃 東京 農林省農事試験場		〃 山口 小月鉄工所		農業 宮城県立農事試験場*		精米 青森 田島屋薬舗機械部
	林業 〃 農林省林業試験場		〃 〃 防長木炭組合		スイス博覧会出品 文部省		林業 島根 日原営林署
	農業 長野県立農事試験場		〃 東京工業社 6 台		林業 和歌山 高野営林署 3 台		熔接 朝鮮 平壤飛行聯隊
	〃 香川県立農事試験場		〃 〃 7 台		〃 宮崎 加久藤営林署		製麺 福岡 江頭卯八
	工業 山口 小月鉄工所		〃 福岡県立農事試験場		製茶 台湾総督府**	C 3	教授 秋田 鉦山専門学校
	農業 佐賀 長崎勝次 2 台		〃 広島 津川商店		教授 名古屋高工		〃 高知 野村組
	〃 香川 中川商店		〃 長崎県立農事試験場		林業 朝鮮 三井合名会社		製材 千葉営林署
	〃 長崎 古賀甚之助		〃 朝鮮 釜山銀行 2 台		農用 静岡 小川漆器店		製粉 樺太 大豊農産加工組合

	〃 広島県立農事試験場		製材 山口 山縣製材所	C H	農工 青森 田島屋葉舗機械部		工業 高知 野村組
	〃 北海道庁		農工 朝鮮 後藤商店		鉱業 宮城 金澤工業所		製材 茨城 柴田清
	〃 北海道庁農事試験場		〃 〃 三好商店 2 台		研究 東京 陸軍科学研究所		工業 高知 谷村鉄工所
	鉄工 北海道 五所川原鉄工所		〃 大分 中島鉄工所 3 台		林業 和歌山 田邊営林署 3 台	C7	集材機 和歌山 高野営林署 60 馬力
	農業 〃 白川機械部		〃 朝鮮 稲葉中		工業 大分 中島鉄工所	合 計	139 台
	〃 〃 太田黒商店		教授 福岡 明治専門学校		〃 北海道 品八本店		

同上書、51~56 頁、より。

* 宮城県立齋藤報恩農事試験場 ** 臺灣總督府殖産局茶業傳習所

自動車・土工機械用と鉄道車両用とは「移動式」として一括されており、表 1-6 に示されるように総計 55 台の大所帯となっていた。

表 1-6 浅川式移動式木炭ガス発生装置の販売実績

C 4	木材積卸機	樺太 王子製紙大泊工場	C 6	機関車	秋田 鷹之巣営林署
	シボレー・バス	福岡 糸島自動車会社		〃	宮崎 加久藤営林署
	クレーン車	〃 範多商会		〃	〃 延岡営林署
	トラクタ	北海道 マルキ號会社農場		〃	宮城 内務省*
	フォードソン・トラクタ	大阪 大阪碌々商店		〃	愛知 日本車輛
	トラック	中華民国 工業試験場		〃	朝鮮 中江鎮営林署
C 5	フォード・トラック	朝鮮 朝鮮鉄道局	C 7	〃	〃 厚昌営林署
	機関車 2 台	高知 魚梁瀬営林署		〃	山口 日立笠戸工場
	フォード・トラック	北海道 札幌碌々商店		〃	宮崎 小林営林署
	GMC トラック	宮城 仙台鉄道局		〃 2 台	秋田 秋田営林局**
	フォード・トラック	島根 ㊦運送店		〃	愛知 日本車輛
	フォード・バス	宮城 仙台市営バス		〃 2 台	台湾 台湾総督府殖産局
	マック・トラック	東京 宇田川運送店		〃 2 台	和歌山 高野営林署
	シボレー・トラック	茨城 吉田屋商店		〃	高知 野村組工作所
	〃	愛知 名古屋三井支店		〃	東京 日下部商店
	フォード・トラック	島根 日原営林署		キャタピラ・トラクタ	北海道 三井砂川製材所
	機関車	高知 魚梁瀬営林署		機関車	島根 日原営林署
	〃	〃 奈半利営林署		〃	広島 広島営林署
	フォード・トラック	和歌山 大和索道(株)		ガソリンカー	朝鮮 朝鮮鉄道
	フォード A 型瓦斯倫機関車	高知 谷村鉄工所		クレーン車	福岡 門司鉄道局
	乗合自動車	島根 松江市役所自動車部		機関車	和歌山 高野営林署
	機関車	高知 野村組工作所		〃	福島 内務省***

	シボレー30年型乗用車	神奈川 益田男爵家		〃 2台	高知 谷村鉄工所
C	機関車	兵庫 山崎営林署		〃	和歌山 高野営林署
6	〃	高知 魚梁瀬営林署		合 計	55台

同上書、56~58頁、より。

*内務省江合鳴瀬兩川改修事務所 **秋田営林局境貯木場並ニ天神貯木場

***内務省仙臺出張所阿武隈川回収事務所

なお、やや下って「1933年8月まで」から「'37年4月まで」の用途別木炭ガス発生装置の整備進展状況は表1-7の通りである。型式別については不明である。

表1-7 用途別木炭ガス発生装置整備進展状況(1933年8月まで~'37年4月まで)

型 式	年 次	昭和12年 4月迄	11年 4月迄	〃 10年 4月迄	〃 8年 6月迄
定 置 式	林業製材用	521	495	182	89
	農工業用	689	512	351	176
	小 計	1,210	1,007	533	265
移 動 式	軌道機関車	138	138	126	99
	貨物自動車	177	157	126	84
	乗合自動車	42	24	15	9
	乗用自動車	6	5	5	2
	小 計	363	324	272	194
合 計		1,573	1,331	805	459

燃料協會編纂『最新 燃料大観』丸善、1937年、339頁、より。

以上の実績を観て浅川式、白土式、その他を問わず、この頃までは非・自動車部門における需要規模が思いの外、大きかったとの印象を抱かされるのは独り筆者だけであろうか？²³

4. 浅川式木炭ガス発生装置付き森林鉄道用、熊林3型5、6号機関車

1) 豆ガソリン機関車の木炭機関車化、白土式に始まった導入……熊林3型3、4号機関車

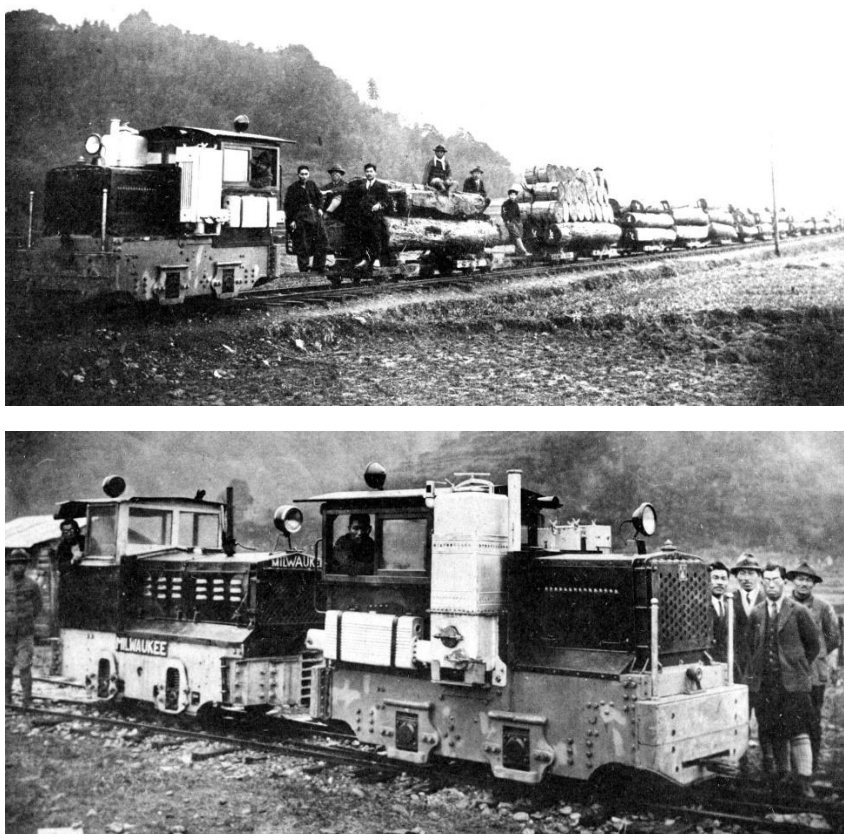
続いて、熊本営林局における木炭ガス機関車導入実態の一端を示す資料の内容を脚色抜きに紹介して行きたい²⁴。

²³ 因みに、同資料の3年後に刊行された小林正一郎・鈴木徳蔵「農工用小型發動機」内燃機関工学講座 第12巻『漁船用發動機・農工用小型發動機』共立社、1936年、265~267頁にもこの方面の木炭ガス発生装置に係わる解説があり、浅川式、白土式、三浦式発生装置(但し乾式)については簡単な画像も掲げられている。

²⁴ 資料は、本局 茄 陽生『熊林3型(木炭)瓦斯機関車 試運転を終へて』熊本営林局『研修』第114号、1931年6月、である。

最初の導入事例を為す熊林 3 型白土式 3、4 号機(図 1-25)は熊本営林局の内製による豆木炭機関車である。勿論、ガス発生装置をはじめ各種ユニット類は購入品で、輸入機関車を手本に謂わば寄せ集めによって組み立てられた車輛であつたろう。2 両は'30 年中に完成し、加久藤営林署部内、飯野林道と濱町営林署部内、内大臣林道に投入され、「かなりの成績」を挙げた²⁵。

図 1-25 熊林 3 型 3 号ないし 4 号機関車



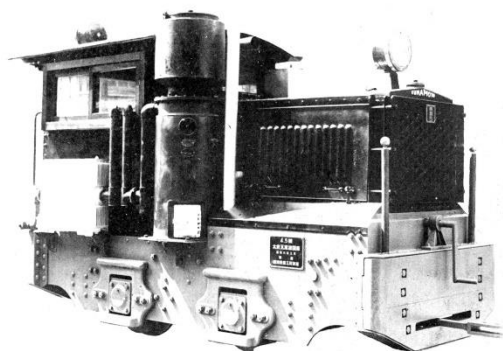
熊本営林局『研修』第 114 号、グラヴィア。下左は Milwaukee ガソリン機関車。

2) 浅川式の導入……熊林 3 型 5、6 号機関車

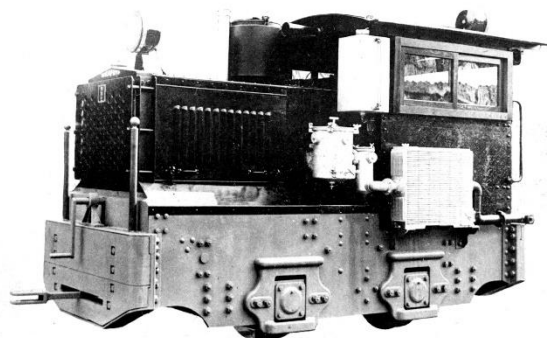
熊林 3 型 3、4 号機に続く同・浅川式 5、6 号機 2 両は'31 年 3 月中に完成された同じく内製(組立)品であり、それぞれ飯野林道、延岡営林署部内、日の影林道に投入され、「前回のものに比し一層優秀なる成績」を収めた(図 1-26)。

図 1-26 熊林 3 型 5 号ないし 6 号機関車

²⁵ 何故、〇〇森林鉄道ではなく〇〇林道と表記されたのかについては不明。



発生炉・第 1 冷却器側



第 2 冷却器・清浄器側

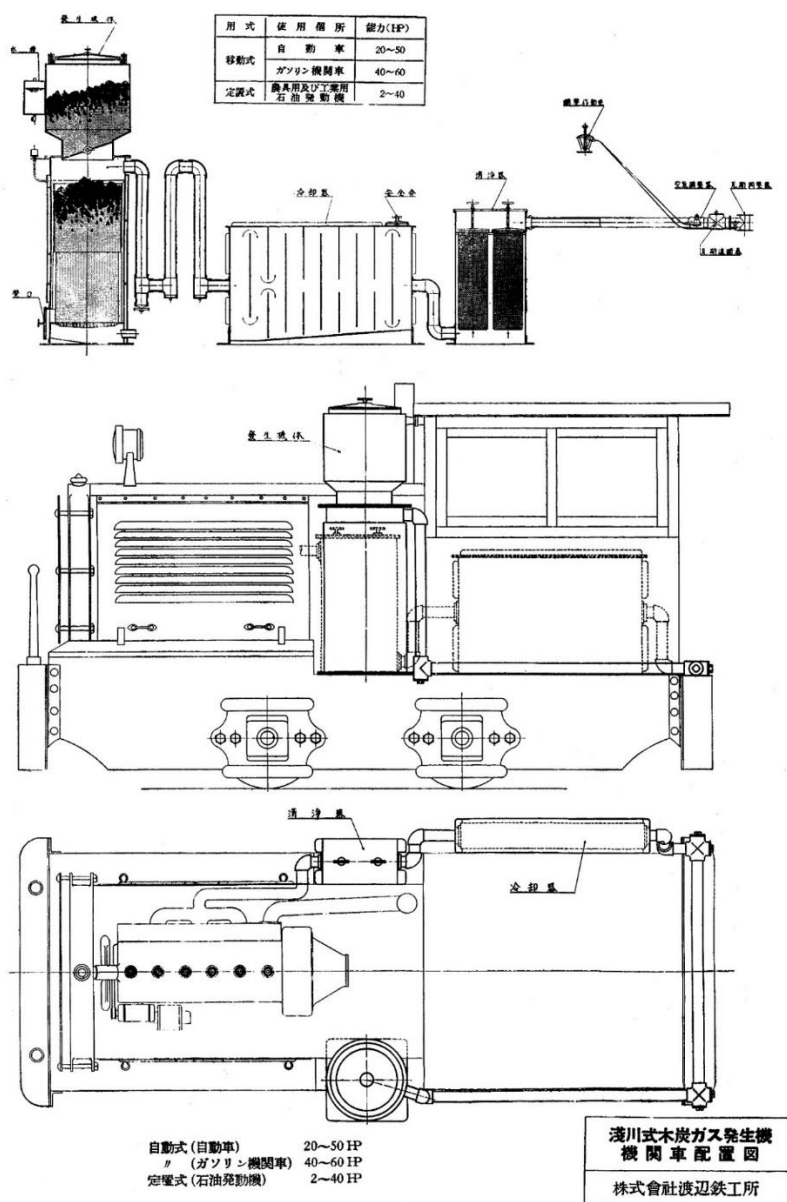
同上。

熊林 3 型の相対的高性能には幾つかの理由があった。まず、湿式であるが故に発生炉出口におけるガス温度自体がやや低かったようである。更に、ガス冷却性能の高さ、即ち自動車とは異なり、相当な容量の 2 段冷却器を容易に外装し得ることは豆機関車の大きな優位点であった。更に、湿式なるが故の長所として、勾配や連続急曲線部に差し掛かって給水量を増加してやると水性ガス中の水素濃度が上り、機関士に実感される程の出力アップが得られたという。茄は「湿式は乾式に勝り 実際使用上有利、且取扱簡便なり」と総括している。

なお、熊本営林局ではその開発に際し、現存の各種ガス機関の実勢に鑑み「ウオーケシャ」V 型機関の圧縮比を 4.5 から 5.0 に高めていた。このため、ハンド・クランキングは重くなったが、始動に困難を来す程ではなかった。そして、茄はガソリン運転中の同機関と湿式ガス発生炉ガス運転中の同機関とでは近傍からの音によっては区別出来なかったと述べている。これは燃焼状態、 dp/dt そのものが類似していたことの証である。対照的に、圧縮比 4.5 のベース状態における両者の排気音の違いは明確に聞き分け可能であった²⁶。

図 1-27 渡辺鉄工所製浅川式木炭ガス発生機機関車

²⁶ Waukesha(米)V 型は 4 気筒、3 主軸受の旧弊な SV ガソリン機関でサイズは 4.0×5.0in.(101.6×127mm : 4.12 ϕ)、最大出力 50HP/2300rpm.、最大トルク 22.2kg/1050rpm.。永井 博「車輛用機関」三木吉平・大井上 博・永井 博『自動車用機関・車輛用機関』共立社、内燃機関工学講座 第 10 巻、1936 年、342~344 頁、参照。



日本機械学会『改訂国産機械図集』1937年、82頁。

図 1-27 に発生装置の機器配置が熊林 3 型とは左右反対勝手になっている(株)渡辺鉄工所の浅川式木炭ガス発生機機関車を示す。熊林 3 型はこれのユニットを現地で組立てたモノであったようである。

表 1-8 熊林 3 型 5、6 号機関車の試運転成績(その 1: 燃料消費量)

熊林3型5號瓦斯機關車試運転成績表

加久藤營林署部内 飯野林道

昭和六年四月

施行 月 日	試 運 轉 區 間 自—— 至——	距 離 杆	所要時間 時—分	運轉正味 時—分	牽引重量 噸	燃料消費量		全 消費 量比	運 轉 正 味		全 消費 量比	走行速度時哩			勾 配		
						木 炭	ガソリン		木 炭	ガソリン		高速	低速	平均	最急	全連續 距離	平均
4—1	自飯野貯木場 至大平官行新伐事業所	20.600	4—25	3—26	3.76	木 炭 ガソリン	20.50 8.00	12.75 10.70	木 炭 ガソリン	12.75 10.70	8.05 2.1	3.73	1/20	1680	1/49		
* 1—14	自飯野貯木場 至國有林 水車場上	19.900	5—18	3—40	3.00	木 炭 ガソリン	48.00	13.10	木 炭 ガソリン	13.10	6.65	3.22	逆 1/530	1380	1/820		
4—2	自石床待避所 至飯野貯木場	6.800	0—42	0—42	18.79	木 炭 ガソリン	7.00	10.00	木 炭 ガソリン	10.00		6.04		356			
◇	自飯野貯木場 至苗杉待避所	12.500	1—18	1— 9	3.91	木 炭 ガソリン	10.00	8.70	木 炭 ガソリン	8.70	9.95	6.75	1/27.5				
4—3	自飯野貯木場 至苗杉待避所	12.500	1— 8	1— 3	3.63	木 炭 ガソリン	12.00	11.40	木 炭 ガソリン	11.40	9.40	3.95	7.73				
4—5	自飯野貯木場 至大平官行新伐事業所	20.600	3—41	2—30	2.83	木 炭 ガソリン	25.00	10.00	木 炭 ガソリン	10.00	9.75	3.35	5.13	1/20	1680	1/49	
* 1—15	自飯野貯木場 至大平官行新伐事業所	20.600	2—45	2— 5	2.58	木 炭 ガソリン	 16.75	 8.02	木 炭 ガソリン	 8.02	8.45 4.60	6.35					

* 印は熊林3型3號木炭瓦斯機關車の成績なり

熊林3型6號瓦斯機關車試運転成績表

延岡營林署部内 日ノ影林道

昭和六年四月

4—17	自日ノ影貯木場 至川ノ詰貯木場	19.500	4—17	2—24	2.74	木 炭 ガソリン	21.00	10.10	木 炭 ガソリン	10.10	7.4 3.63	5.05	1/12		1/55		
◇	自川ノ詰貯木場 至日ノ影貯木場	19.500	5—34	3—31.5	7.487	木 炭 ガソリン	23.00 6.00	8.77 6.67	木 炭 ガソリン	8.77 6.67	4.07 2.99	3.44					
4—18	自日ノ影貯木場 至川ノ詰貯木場	19.500	3—16	2— 4	1.576	木 炭 ガソリン	23.00	11.35	木 炭 ガソリン	11.35	7.40 4.63	6.04					
◇	自川ノ詰貯木場 至日ノ影貯木場	19.500	2—41	2—30	17.98	木 炭 ガソリン	21.00	8.43	木 炭 ガソリン	8.43	5.98 3.78	4.84					

茄 陽生「『熊林3』型(木炭)瓦斯機關車 試運転を終へて」より。

試運転で判明した燃料経費は表 1-8 に示される通り、ガソリンの $\frac{1}{3}$ 程度であった。また、4 号機で圧縮比を上げぬ場合の速度性能はガソリン車の 85%であったが、表 1-9 のように 5、6 号機で圧縮比を上げた場合、96~97%に達していた。十分な容量のガス冷却器を備えた機関車用浅川式木炭ガス・プラントは低オクタン価で揮発性の悪いガソリンを焚く圧縮比の著しく低い、吸気を排気との熱交換に依って加熱する体のガソリン機関となら、無論、時間的制約はあったであろうが、ほぼ互角に渡り合える性能を発揮し得ていたワケである。そして、仮にも自動車でかような値を叩き出せていたなら、陸軍辺りを納得させるのも容易なことであつたらう²⁷。

表 1-9 熊林3型5、6号機関車の試運転成績(その2: 速度試験)

²⁷ 自動車においても単に大容量冷却器を装備することだけなら不可能ではないが、それ自身にモノや人を載せるという実用性や整備性を考慮すれば事実上、それは不可能となる。とりわけ、フロント・フェンダー上に傷病兵を横たわらせたなどといういすゞ軍用トラックの使われ方を思えば尚更である。この点については拙著『鉄道車輛工業と自動車工業』日本経済評論社、2005 年、56~57 頁、参照。機関車には車両限界という制約はあるものの、その役目は他の車両を牽引する「だけ」であるが故に艤装上の自由度を自動車より遥かに高く取り得るワケである。

熊林3型(木炭)瓦斯機關車速度試験成績表

6 號機關車

(日ノ影林道 $\frac{1}{120}$ 勾配)

(昭和6年4月19日記録)

特 定 事 項				瓦 斯 倫 ニ 依 ル 場 合				設 計 速 度		(木炭)瓦斯ニ依ル場合					
傳動機車 使用段種	軌道上下 區 分	試験 順序	試 験 距 離	機關毎分 回 轉 數	記 録 時 間	軌道上リ速 下リノ速 度降下率	換算速度 哩 (1400rpm)	記 録 速度哩	毎 時 哩 1200rpm1400	機關毎分 回 轉 數	記 録 時 間	軌道上リ 下リノ速 度降下率	記 録 速度哩	瓦斯倫ニ 比シタル 場合効率	
第 1 段 速	下リ勾配 上リ勾配	1	km 0.140	1453	1'—53"	%	2.67	2.77	2.1	2.45	1427	1'—55"	%	%	
		6	0.140	1453	1'—53"	100	2.67	2.77	2.1	2.45	1453	1'—53"	98.2	2.72	98.2
第 2 段 速	下リ勾配 上リ勾配	3	0.140	1464	1—19.5	100	3.77	3.94	2.98	3.48	1438	1—21	3.87	98.2	
		8	0.140	1464	1—19.5		3.77	3.94	2.98	3.48	1456	1—20	98.8	3.87	99.5
第 3 段 速	下リ勾配 上リ勾配	5	0.140	1467	0—40	97.6	7.48	7.84	5.96	6.95	1429	0—40	7.63	97.4	
		4	0.140	1432	0—41		7.47	7.64	5.96	6.95	1431	0—41	100	7.63	99.9
第 4 段 速	下リ勾配 上リ勾配	7	0.100	1411	0—16	100	13.89	13.98	10.99	12.80	1329	0—17	13.16	94.2	
		2	$\frac{0.100}{0.140}$ *0.140	1411	0—16		13.89	13.98	10.99	12.80	1316	*0—24	100.8	13.03	93.3
特 4 段 速	下リ勾配 上リ勾配	9	0.100	1411	0—16	107	13.89	13.98	10.99	12.80	1329	0—17	13.16	94.2	
		10	0.100	1503	0—15		13.88	14.90	10.99	12.80	1366	0—16.5	97.2	13.55	90.9
平 均						100.92		14.90					98.8	13.55	96.48

太字は最大値を示す

5 號機關車

(飯野林道 $\frac{1}{350}$ 勾配)

(昭和6年4月6日記録)

第 1 段 速	上リ勾配 下リ勾配	1 6	0.500 0.500	1515 1520	6'—27" 6'—26"	98.75	2.30 2.29	2.9 2.9	2.1 2.1	2.45 2.45	1500 1497	6'—31" 6'—32"	2.865 2.865	99.0 98.5
第 2 段 速	上リ勾配 下リ勾配	7 4	0.500 0.500	1515 1530	4—34 4—31	97.3	3.25 3.24	4.1 4.13	2.98 2.98	3.48 3.48	1492 1469	4—38 4—43	4.05 3.92	98.5 96.0
第 3 段 速	上リ勾配 下リ勾配	3 8	0.500 0.500	1510 1522	2—19 2—17	94.6	6.50 6.45	8.06 8.18	5.96 5.96	6.95 6.95	1400 1469	2—30 2—22	7.47 7.78	92.7 96.5
第 4 段 速	上リ勾配 下リ勾配	5 2	0.500 0.500	1477 1525	1—16 1—14	96.2	12.00 11.30	14.73 15.15	10.59 10.99	12.80 12.80	1403 1485	1—20 1—16	14.00 14.73	95.0 97.4
特 4 段 速	上リ勾配 下リ勾配	9 10	0.500 0.500	1465 1465	1—17	99.4	11.90	14.55	10.99 10.99	12.80 12.80	1456 1465	1—17.5 1—17	14.45 14.55	99.4
平 均						97.25		15.15					101.26 14.73	97.0%

*裝備セル瓦斯發生機ハ「淺川式木炭瓦斯發生機」使用機關「ウオーケシヤ」V型四氣筒モーター壓縮比5ニ變更シタルモノ

同上。

5. 鉄道省における代燃装置の使用・改良実績

1) 足高孝次郎技師、潮江尚正技師の報告

鉄道省は国産自動車率先垂範して使用し、かつ、これに公平・適切な評価を下し得る機械化部隊として陸軍と双璧を為す上、鉄道車両、この場合、内燃動車の開発・使用者でもあった。陸軍の戦闘車両とは異なり、これらは何れも代燃化の対象であった。そんな鉄道省における代燃装置の使用データ、評価として参照可能な最も古い資料は熊本営林局より 9 年前後下ってからの事蹟、しかも、自動車と内燃動車の双方に係わるそれである。

これを先ず、足高孝次郎の報告に依拠しつつ、自動車の方から観て行こう。鉄道省々営自動車部門では'37 年 10 月に薪炭ガス自動車採用の方針を定め、木炭ガス自動車 3 両、薪ガス自動車 2 両を製作・試験し、その使用成績に基き、'38 年度、バス 60 両、トラック 40 両に薪炭ガス発生装置を取付け、'39 年度初めよりその本格的使用を開始した。表 1-10 にその 100 両の内訳を示す²⁸。

²⁸ 足高孝次郎「薪炭瓦斯自動車の使用成績と改良點」『内燃機關』第 3 巻 第 8 号、1939 年 8 月、参照。足高は鉄道省運輸局自動車課技師。

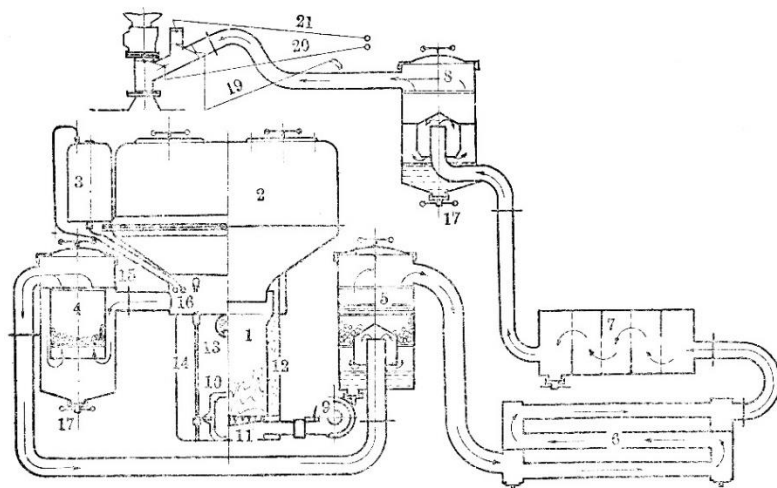
表 1-10 鉄道省の自動車に'38 年度に取付けられた薪炭ガス発生装置

形 式	旅 客 貨物の別	輛 数	薪炭の別	發 生 爐 通風方向
愛 國 式	旅 客	26	木 炭	横 流 式
理 研 式	旅 客	10	" "	上 向 式
	貨 物	5	" "	" "
淺 川 式	貨 物	26	" "	" "
日 工 式	旅 客	24	" "	" "
陸式(東自工)	貨 物	5	薪	下 向
陸式(川 崎)	" "	4	"	" "
計	旅 客	60		
	貨 物	40		

足高「薪炭瓦斯自動車の使用成績と改良點」より。

木炭ガス発生装置として採用されたのは宗家、淺川式(湿式)の他、愛國式(湿式：愛國工業㈱[東京市品川区])、理研式(湿式：理研自動車改造㈱[東京市芝区]ないし理研重工業㈱[同麹町区])、日工式(乾式：日本交通工業㈱[大阪市南区])の 3 機種。この内、愛國式と理研式については統制型日燃式との絡みで後述する。日工式は**T**型縦断面の發生炉の中段左右にガス出口を設け、第 1、第 2 清淨器も並列 2 系統とした發生装置である(図 1-28)。鐵道省で使用された薪ガス發生装置は件の陸式のみ。東京自動車工業製と川崎車輛製で、それらの設計は同一であった。

図 1-28 日工式バス型木炭ガス発生装置



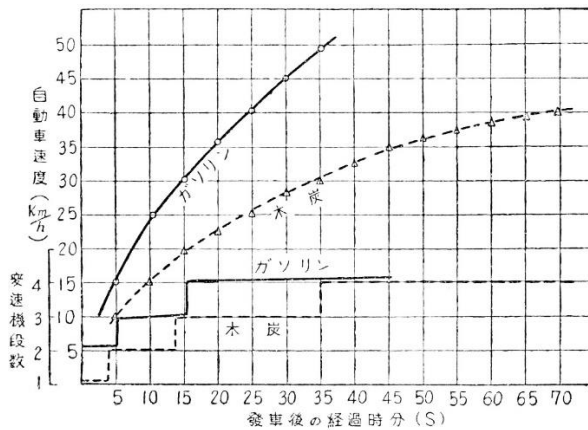
- | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1. 反 應 室 | 2. 貯 炭 室 | 3. 水 槽 |
| 4. 第 一 清 淨 器 | 5. 第 二 清 淨 器 | 6. 冷 却 器 |
| 7. ガ ス 溜 | 8. 第 三 清 淨 器 | 9. 送 風 機 |
| 10. 焚 口 | 11. 爐 格 | 12. 耐 火 煉 瓦 内 張 |
| 14. 水 蒸 氣 誘 導 管 | 15. 水 誘 導 管 | 16. 蒸 發 器 |
| 19. メ タ ル | 20. 切 換 及 調 節 桿 | 21. 空 氣 調 節 桿 |

香坂『發生爐ガス及水性ガス』307 頁、第 133 圖。

薪炭瓦斯普及協會『木炭自動車』巻末附録にもこれとは異なるが似た図あり。

鉄道省の仕様においては薪炭を問わず発生炉のサイズが規定されており、1回のチャージは木炭 40kg、薪 50kg 以上、その走行距離約 50km と指定された。更に、発生装置全般につき最低地上高を 350mm 以上とすること、送風機駆動用動力として電源が必要であるため蓄電池容量をガソリン車の 2 倍とすること、配管等は気密を確保し、かつ点検整備容易とすると共に絶対に客室内には通さぬこと等が定められていた。また、運行ダイヤにもその脚力不足に合せて多少、手心が加えられた。図 1-29 は門司鉄道局宮林線にて日工式発生装置を装備した軸距 4m のバスを無荷重状態で試験した際の加速試験データである。

図 1-29 ガソリン車と木炭車の加速力比較



足高「薪炭瓦斯自動車の使用成績と改良點」第 1 圖。

同じく、宮崎～日向高岡間約 15.9km の平坦路線において 14 回停車し、走行に要する時間を数回計測した場合の運行時分は表 1-11 の通りであった。

表 1-11 平坦路線運行試験成績

種 別	無停車運行	停車運行	停車回数	総停車時分	1 回の停車時分
木 炭	33 分 55 秒	37 分 08 秒	14	3 分 13 秒	14 秒
ガ ソ リ ン	30 分 02 秒	31 分 23 秒	14	1 分 22 秒	6 秒

同上、第 1 表。

登坂試験は 1/25 勾配路線 1.55km を用いて実施された。その結果は表 1-12 に示される通りで、ここでも木炭車の鈍足ぶりは際立っていた。

表 1-12 登坂試験成績

種 別	木 炭	ガソリン	木炭の場合の増加時分	同左時間増加率
-----	-----	------	------------	---------

運転所要時分	4 分 58 秒	3 分 18 秒	1 分 14 秒	50.4%
--------	----------	----------	----------	-------

同上、第 2 表。

燃料炭としては檜、樫等が良く、瓦斯用木炭(後述)も成績良好であったが、発生炉型式の如何に因る燃費に「格段の差」は観られなかった。薪は檜、^{くぬぎ}櫟等の良く乾燥されたモノが好適であった。3 トトラックの燃料消費比較を表 1-13 に示す。この時点において単純比較ではガソリンよりも木炭の方が安価な燃料であったが、勿論、薪は最も安価なそれであった。もっとも、薪炭ガス自動車においては仕業前後ならびに停車中にも燃料が消費されるので、実際に消費される燃料の総量は表示の 1~2 割増しとなる。

表 1-13 3 トトラックの燃料消費比較

種 別	ガ ソ リ ン	木 炭	薪
燃料消費量/km	0.4 ℓ	0.6 kg	1.0 kg
燃 料 価 格	17.5 銭/ℓ	10.5 銭/kg	3.8 銭/kg
燃 料 費/km	7.0 銭	6.3 銭	3.8 銭

同上、第 3 表。

発生炉の型式別特徴として足高は通風様式から：横流式は羽口側のみ面量が減りその付近のモルタルに焼損を生じ易い、上向き通風式は火格子の焼損が多く耐火煉瓦に亀裂を生ずるものが多い、下向き通風式(但し、薪)は過熱・焼損が少ない、と述べている。

炉容については構造単純で内部の燃料赤熱層の厚さと内径に規定される空気通過速度との関係が適切なものほどガス発生が良好との一般的指摘がなされている。

木炭ガス発生炉の乾湿について足高は水供給の微細な自動制御を行う少数の湿式炉においては故障頻度が高く、その他多くの湿式炉はニーズと無関係に水を供給する形になっており、これが過多となればガスの性質を劣化させ、過少となれば過熱に因る炉壁焼損が惹起されると述べている。給水過多となった場合にはまた、カーボンの発生も甚だしくなり、点火栓の汚損や吸気多岐管の閉塞が多発していた。この点との絡みにおいて足高は「木炭中に含まれてゐる水分を利用する工夫をなし、水の添加を必要としない型式のものが望ましい」とも述べている。これは蒸気機関車炭水車の石炭への水撒きを連想させると共に、後年における薪ガス発生装置への重点移行を制御技術サブシステムの側面から予感させる弁ともなっている。

船用注水焼玉発動機における焼玉過熱対策としての注水は機関士に依る焼玉表面色温度の視認を通じて適宜、最適に制御され得た。これに対して、湿式薪炭ガス発生炉における加湿はその効果を簡単に視認することが不可能であったから、電子制御無き時代においてこれを人為的ないし機械的に最適制御することは技術的に困難であった。前述、熊林の豆機関車の如きは定められた路線、牽引定数の下での悠揚たる運行であったから自動車と比べれ

ば相対的に制御容易なケースであったと見做されて良い²⁹。

この他、足高は清浄器、冷却器の「簡にして要を得たるもの」たるべきこと、即ち流動損失少なくダスト捕捉・冷却効果大なるものであるべきこと、容易に膠着せぬガス・ガソリン切替弁(回転式/滑り弁式)の開発されるべきこと、ガス貯蔵層のあるものはこれを撤去すべきこと(圧力変動に起因する変形音、空気侵入・逆火に因る爆発)、ガス使用時における点火時期の自動進角、信頼性の高い電動送風機開発の必要性、ガス発生装置取付けの現物合わせの手作業からの脱却、ガス中毒防止施策の徹底の必要性について指摘している。

また、足高は運用上、仕業点検の類は別として 700~800km 毎の検査、2000km 毎の機関潤滑油取替え、5000km 毎の機関分解検査が必要になるであろう、と指摘しているが、当時、鉄道省自身においては未だそれ程の運行実績は積まれていなかったため、これはあくまでも短い経験の中から炙り出されて来た見込み値であった。

次に紹介するのは鉄道省の潮江技師に依る内部資料である。こちらは自動車と内燃動車とに係わる手書きの白焼き(一部青焼き)文書で、起草者の潮江技師とは潮江尚正技師であるらしいが、残念なことに劣化が著しく頁によっては判読し辛い箇所も見られる³⁰。

内容的には燃料事情総論ならびに代用燃料各論的な章・節も含まれるが、以下では技術史的に興味深いデータのみを紹介して行く。先ず、鉄道省におけるガソリン動車用ガソリンの消費量推移として表 1-14 のような数字が掲げられている。資料の雰囲気伝えるため、これを画像として採録する。

表 1-14 鉄道省におけるガソリン動車用ガソリンの消費量推移

年度	使用量(ℓ)	指数	動車料
昭和 10	5,580,763	77%	11,268,375
11	7,223,941	100	14,280,320
12	8,139,146	113	15,712,728
13	6,861,427	95	13,938,568
14(推定)	6,453,958		12,947,424

潮江「ガソリン代用燃料ニ就テ」7頁、より。

使用量が増加から減少に転じたのは満洲事変後のガソリン消費規制の結果である。他方、石炭需給の逼迫から鉄道省はガソリン動車を簡単に蒸気機関車に置換えることも困難な状況下にも置かれていた。因って、その保有するガソリン動車の代燃化が焦眉の課題とされたワケである。

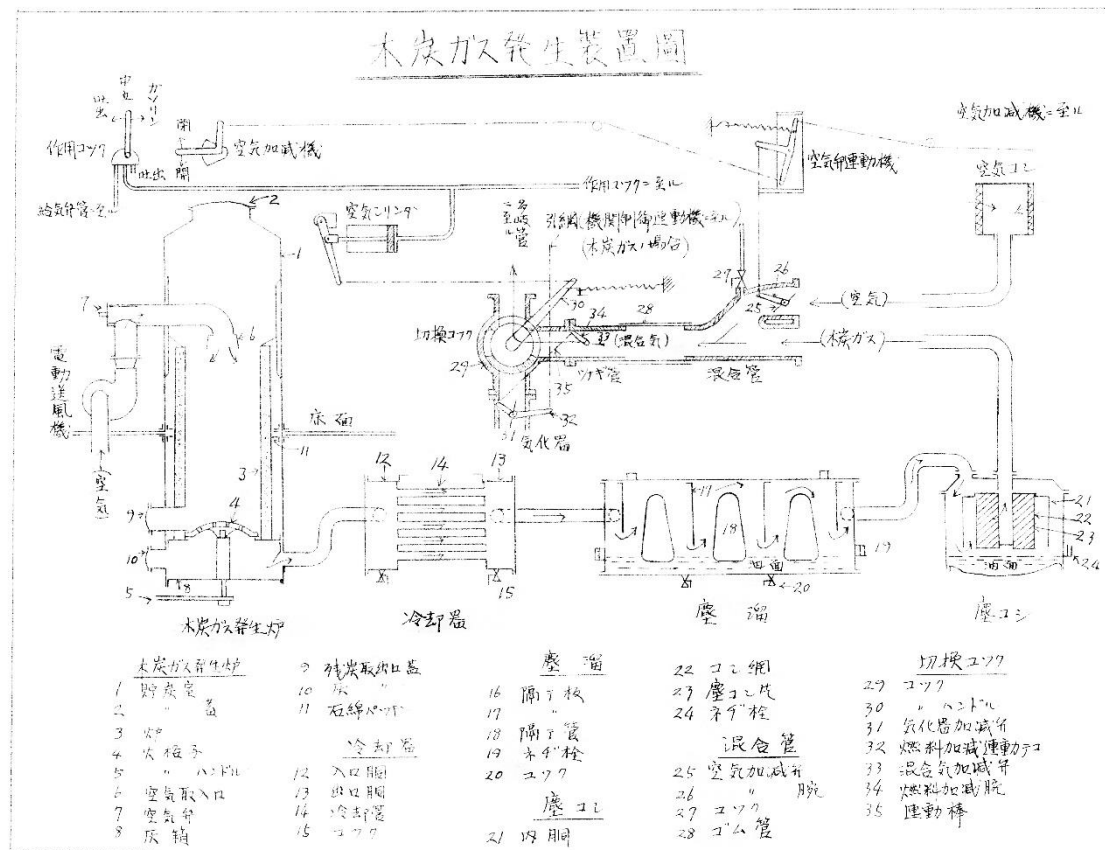
潮江はキハ 41000 型ガソリン動車に木炭ガス発生装置を取付け、久留里線(木更津~上総亀

²⁹ 注水焼玉発動機における注水制御等については拙稿「多燃料発動機の時代と日本」(大阪市立大学学術機関リポジトリ掲載)、参照。

³⁰ 運轉第一課 潮江技師「ガソリン代用燃料ニ就テ」昭和 15-4-15、参照。

山)にて'38年10月より試用した結果について報告している。図1-30はこの装置の全体構成である。

図1-30 鉄道省試用木炭ガス発生装置の全体構成



同上、巻末折込図。諧調反転。

肝心の木炭ガス発生炉は乾式、下向き通風の古参、白土式(新型)であった。炉の内筒は耐火粘土製、ケーシングは薄鋼板製で両者の間には約 30mm の隙間が断熱層として設けられていた。炉内貯炭量は商用自動車用より大きく約 60kg、これで 40km 内外の走行が可能であった。白土式が選ばれたのは設置場所が運転室の側方、床上であったため、天井や屋根(羽布貼り)の焼損を惧れて下向き通風を良しとした結果である³¹。

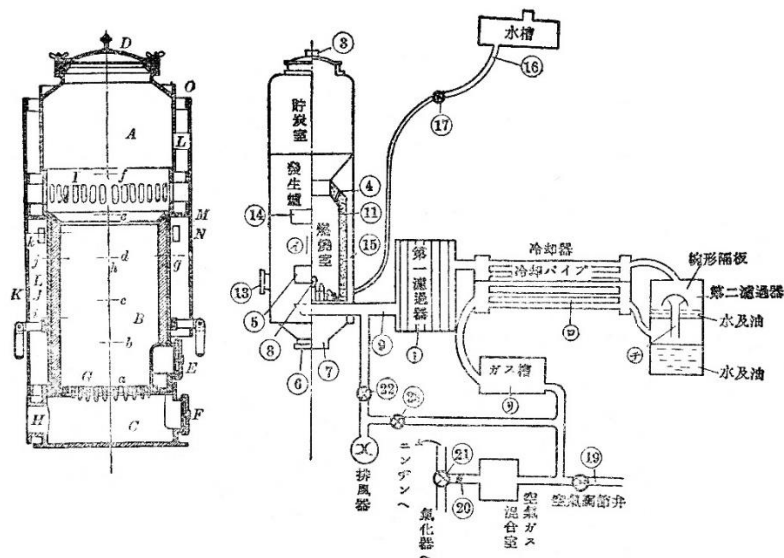
但し、本型式においては空気取入口(図1-30の6)の熱負荷が酷く、これを度々設変し、その材料を陶器製や Ni-Cr 鋼製としても実働数百 km、2 日間位で溶損を来すため、'39年7月末を以てその運用は中止された。潮江は爾後、千葉運転事務所にて細々とその研究が継続されたと語っているが、恐らくこれもそこで立ち枯れたのであろう。

なお、潮江は「上向又ハ横向通風トスル等ノ方法」について示唆しており、かつ、その指摘自体は決して見当外れではない。但し、同じ白土式でも旧型、あるいは下向き通風の他型

³¹ 白土式新型発生装置については清水『自動車及各種代燃車』306~308 頁にも詳しく解説されている。

式として燃研式(燃研瓦斯發生機[東京市京橋区]: 図 1-31)であれば、この空気取入口溶損問題は回避されていたかも知れぬから、筆者としては鐵道省技術陣の突込みがやや不足していたのでは、との疑念を払拭し得ぬところである。

図 1-31 燃研式木炭ガス発生装置(炉に 2 様式)

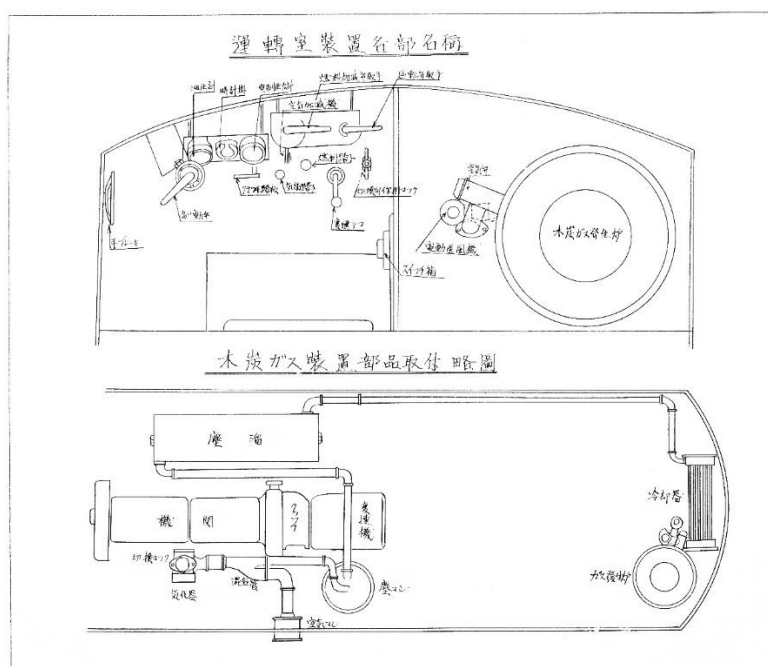


香坂『發生爐ガス及水性ガス』304 頁、第 130 圖、第 131 圖。

右図は薪炭瓦斯普及協會『木炭自動車』巻末附録も同じ。

鐵道省試用白土式木炭ガス発生装置の車両艤装状況は図 1-32 の通りである。

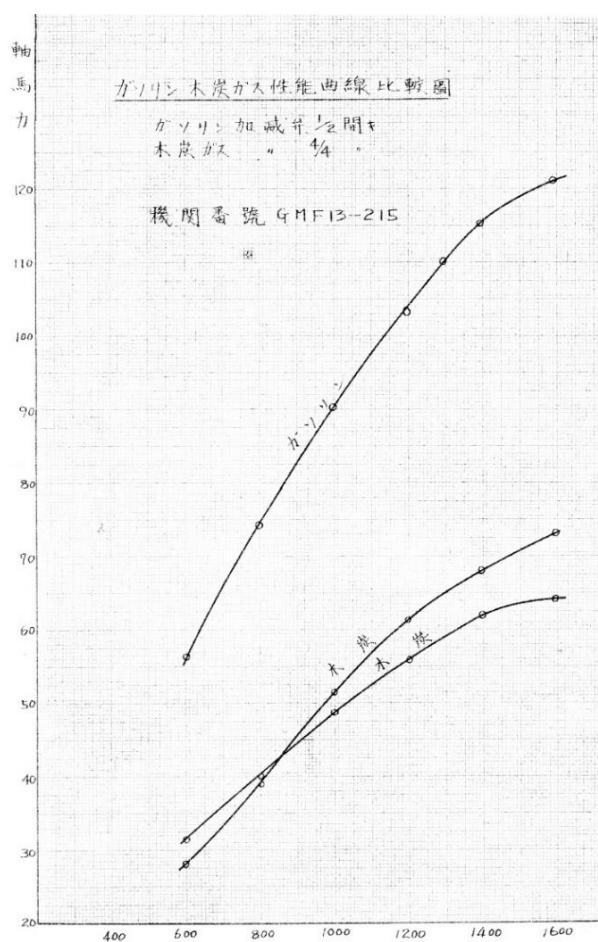
図 1-32 鐵道省試用白土式木炭ガス発生装置の車両艤装状況



潮江「ガソリン代用燃料ニ就テ」巻末折込図。諧調反転。

機関は勿論、鐵道省制式 GMF13 型。大宮工場における台上試験成績は図 1-33 に示される通りで、ガソリンでのスロットル半開出力に対してさえ木炭ガスでの全開出力は約 55% という貧相なレベルであった。

図 1-33 GMF13-215 号機の台上試験成績



同上。

’38年10月の試運転では炉の点火後、機関起動までに要する時間10分、本線運転が可能になるまでの暖機所要時間が更に30分、発生ガスの可燃成分COは体積比27~31%で、走行1km当り燃料費はガソリン7.47銭、木炭7.8銭と既に木炭が割高となっていた。

引続き実施された久留里線における運行試験では25%登坂時、ガソリンなら3速15~16km/hで登るところを木炭では2速13km/h程度となることが確認されたものの、線区全体では全開運転時間比率を可及的に高めれば辛うじてダイヤ遵守は可能であった。もっとも、夏季には機関冷却水に沸騰を来すことが多かった。

潮江は現状では平均速度35km/h程度以下の平坦線なら木炭動車の使用は可能で、気筒頭の面研に依って圧縮比を高め、速度を犠牲にして減速比を大きく取ってやる等の「積極的改造ヲ施スナラ適当ナル用途ヲ得ルト思ハレル」と述べている。また、本システムは自動車用のそれと同じく、発車及び上り勾配運転に際しガソリン切替運転が可能となっていたが、潮江は「但し西成線事故ノ例モアリ、ガソリント爐ヲ同一車体ニ有スルコトハ多分ニ研究ヲ要スル問題デアル」と技術者の良心を示している³²。

³² 潮江はまた、鐵道省においては西成線事故を承けてガソリン動車ディーゼル化の義が持

潮江は迂闊にも薪について「木炭ニ比シ劣位ニアルト見テヨイ」と一蹴する傍ら、混用燃料としてのエチルアルコール、これよりも低温始動性に優れた燃料としてスイス、イタリア等で流行し始めていたエーテル化アルコールについて詳しく紹介している。我国でも専売局、企画院と鐵道省(省営自動車)、東京鐵道局(気動車)とで実験が行われていたが、それらの結果の間には往々にして大きな隔たりがあり、そのポテンシャルについて確たる結論は得られていなかった。無論、仮令、得られたとしても戦時下の我国においては供給面での隘路のため、それが活かされる機会など有り得なかったのではあるが……³³。

表 1-15 は'39 年 9 月、鐵道省大井工場汐留自動車職場にて施行されたアルコール系燃料に係わる単体・混用台上試験出力・燃費成績の総括表である。供試機関は商工省標準形式自動車用スミダ X 型(48HP/1600rpm.)である。

表 1-15 鐵道省でなされたアルコール系燃料に係わる自動車機関の台上試験成績

		ガ リ ン 単 体	無 水 エ タ ノ ール	エーテル化 アルコール				合 計 エ タ ノ ール 容 積 %	エーテル化アルコール、ガソリン 混合				
				エーテル含有量 (容積%)			10%エーテル化アルコール 混入率 %		20%エーテル化アルコール 混入率 %				
				20	25	30			10	20	10	20	25
発生馬力	800	26.2	25.0	25.5	26.2	25.6	25.4	25.2	24.5	24.5	25.2	25.6	
	1000	32.6	30.8	31.4	32.4	31.8	31.2	31.9	31.1	30.2	31.4	32.0	
	1400	43.5	42.5	42.7	44.0	42.8	43.4	42.8	41.4	41.0	42.7	43.0	
	1600	48.0	47.5	48.0	48.2	48.0	48.7	47.3	46.8	45.7	47.9	47.6	
燃料消費量	800	0.443	0.575	0.550	0.555	0.560	0.553	0.442	0.447	0.550	0.476	0.497	
	1000	0.434	0.585	0.532	0.525	0.563	0.556	0.414	0.388	0.470	0.470	0.446	
	1400	0.445	0.575	0.584	0.552	0.577	0.560	0.417	0.450	0.460	0.438	0.445	
	1600	0.475	0.656	0.610	0.582	0.625	0.560	0.407	0.426	0.473	0.434	0.458	

(註) エーテル化アルコール エーテルアルコールヲ混合シテ作ル

(註) エーテル化アルコールは エーテルとアルコールを混合して作る

同上、14 頁、より。

出力最大は 25%エーテル化アルコールによって、最小燃料消費率は 10%エーテル化アルコール 10%とガソリン 90%との混合燃料によってマークされている。

表 1-16 は同じく'39 年 9 月、台上試験に続いて新橋～箱根宮ノ下間で行われたいすゞ BX40 型バスに依る運行試験の成績である。供試燃料の内、エーテル化アルコールは 25%のものであり、ガソリン車の成績は過去のデータである。

上っている。それは「些シタル難事デハナイ」が、重油の消費にも規制がかかるため、ディーゼル化は代燃化にはならぬ、と述べている。ディーゼル化が「些シタル難事デハナイ」どころではなかった件については拙著『日本のディーゼル自動車』日本経済評論社、1988 年、参照。西成線事故については坂上茂樹・原田 鋼『ある鉄道事故の構図』日本経済評論社、2005 年、参照。

³³ 我国におけるアルコール混用法については同上書、第 4 章 3 節、参照。

表 1-16 いすゞBX40 型バスに依る新橋～箱根宮ノ下間運行試験成績

コース	地名	区間 距離 (km)	燃料消費量 (L)		燃料消費率 (L/km)	
			ガソリン	エーテル化 アルコール	ガソリン	エーテル化 アルコール
平坦	品川入江	25.0	5.9	7.5	0.24	0.29
	保工ヶ原	35.5	7.5	10.3	0.21	0.29
	大磯	20.4	5.7	6.4	0.28	0.31
上り	湯本	6.3	5.7	5.2	0.84	0.82
下り	宮ノ下	6.0	6.0	0.6	0.17	0.10
平坦	湯本	57.5	14.5	16.2	0.25	0.28
計平均		150.7	39.9	45.9	0.26	0.30
比率 %			100	115	100	115

(註) ガソリン 成績、過去実績 = 30%

同上、15 頁、より。

表 1-17 は'39 年 12 月、省営自動車塩原線、西那須野～塩原間で実施された BX40 型バスを用いたエーテル化アルコール単体及びこれとガソリンとの混用燃料に依る運行試験成績の総括である。成績は平均上り勾配 1/70 の平坦区間と同 1/19 の勾配区間別に集計されている。燃費の傾向は台上試験におけるそれと平行しているが、潮江は 10%エーテル化アルコールのそれに対して大きな懷疑を呈している。改善効果が高く表れ過ぎ、という理屈である

表 1-17 BX40 のエーテル化アルコール単体及びガソリン混用燃料に依る運行試験成績

勾配 別	燃料 種別	走行 時間 (分)	所要 時間 (分)	平均 速度 (km/h)	気温 (℃)		冷却水 温度(℃)		燃料消費量 (L)		燃料 使用率	記 事
					發	着	發	着	全量	平均		
平坦 (平均上り)	ガソリン単体 (ガソリン 100%)	11.0	25-23	26.0	9	6	43	71	46.9	0.420	100	燃料消費率 3.4
	10%エーテル化 アルコール 10 %ガソリン 70	11.0	24-33	26.8	12	9	54	89	3.76	0.342	81	4
	25%エーテル化 アルコール 25 %ガソリン 75	11.0	24-29	27.1	6.5	6.5	48	79	4.57	0.415	99	4.4 燃料消費率
勾配 (平均上り)	ガソリン単体 (ガソリン 100%)	7.5	31-15	14.4	3.5	5.5	42	81	5.97	0.797	100	3.4
	10%エーテル化 アルコール 10 %ガソリン 70	7.5	27-51	15.0	8	6	73	85	5.25	0.700	88	4
	25%エーテル化 アルコール 25 %ガソリン 75	7.5	31-40	14.2	3	3.5	58	83	6.43	0.857	103	4.4 燃料消費率

同上、16 頁、より。

その疑義の根拠の一つとなったのが表 1-18 に示されるキハ 41000 を用い、'40 年 2 月 29 日から 3 月 4 日にかけて久留里線上で実施された運行試験の成績である。

表 1-18 久留里線上でキハ 41000 を用いて実施された運行試験成績

81.82列車 木更津 上総龜山間 83.84 " 木更津 久留里間														
燃料 種類	月 日	天 候	早 車 速 (km/h)	列 車 種	走 行 新	所 要 時 分(分)	平 均 速 度 (km/h)	外 気 温 度 (℃)	冷 却 水 温 (℃)		燃 料 消 費 量 (ℓ)		燃 料 保 存 率 (%)	記 事
									炎	着	全量	新着		
ガソリン (10%エーテル化)	三月五日	晴	1.0	81	32.2	58-40	35.2	11.7	75	82	14.60	0.45	100	燃料消費率 1/2 突位置 15度進
			2.0	82	"	54-33	39.5	16.2	66	70	7.96	0.25	100	
			3.0	83	22.6	36-16	41.4	16.6	60	73	8.72	0.39	100	
			3.5	84	"	35-28	42.7	15.1	65	82	5.94	0.25	100	
				計	107.6						37.22	0.338	100	
10%エーテル化	三月一日	晴	3.5	81	32.2	58-18	38.6	2.3	76	80	19.90	0.62	136	" 4 (全備) 25度進 823時以降は 10%エーテル化 燃料を使用 25度進
			"	82	"	56-21	38.0	3.2	67	68	12.60	0.39	161	
			3.0	83	22.6	36-39	43.0	4.0	60	48	11.86	0.52	136	
			"	84	"	37-16	40.7	3.0	64	55	8.56	0.38	150	
				計	107.6						52.92	0.483	146	
25%エーテル化	三月二日	晴	4.0	81	32.2	58-23	37.4	7.2	78	85	18.20	0.56	124	" 2 25度進
			2.5	82	"	54-53	40.7	7.6	70	75	11.32	0.35	145	
			1.5	83	22.6	36-02	41.4	12.1	65	77	10.68	0.47	123	
			"	84	"	36-24	40.7	11.7	75	80	7.96	0.34	134	
				計	107.6						47.16	0.437	130	
ガソリン (10%エーテル化)	三月四日	晴	1.0	81	32.2	58-21	38.0	11.4	75	83	14.74	0.45	98	" 1/2 15度進
			1.5	82	"	55-11	39.6	16.9	66	71	8.48	0.26	106	
			3.0	83	22.6	36-41	41.4	18.1	59	55	8.88	0.39	103	
			"	84	"	36-38	41.1	17.5	60	78	6.72	0.30	119	
				計	107.6						38.42	0.35	104	

同上、17頁、より。

始動性や運転性能において 10%エーテル化アルコールは不良であったが、25%エーテル化アルコールや混合燃料のそれはガソリンに比して遜色無かった。燃料消費率は発熱量に反比例するため、エーテル化アルコールのそれはガソリンに比して著増を示した。10%エーテル化アルコールとガソリンとの混合燃料はガソリンとほぼ同等の燃費性能を示し、省営自動車におけるが如き顕著な省燃費効果は全く発現しなかった。予備試験における成績も本試験のそれと同じであった。潮江は気動車機関においても改善の余地の存在を認めつつ、やはり自動車機関における格別の省燃費効果に対しては疑問符を付している。

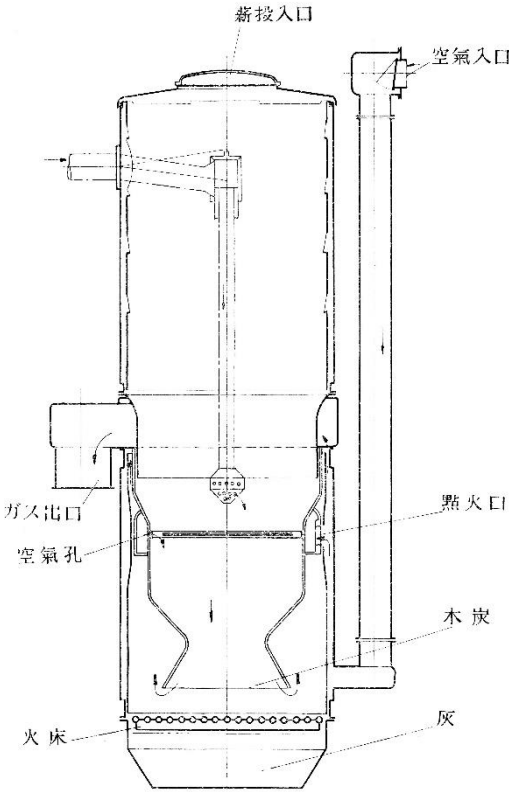
2) 築山閨二技師の報告

工作局技師時代の築山閨二は薪炭ガス発生炉付き自動車に係わる実験報告を著し、同時代の代表的な代燃車に係わる基礎的事項を提示している。以下、その内容の要点紹介を試み

たい³⁴。

築山論文の内容上、薪炭ガス発生炉についての基本的紹介に充てられた部分自体に新規性が乏しいのは当然である。特筆されるべきは奇妙な、白土式から借りたような補助給気口(中央空気ノズル)を付加した陸式薪ガス発生炉が試用された点である(図 1-34)。管見に依る限り、かような試みは他に無いが、この「中央空気ノズル」の効能については間もなく明らかとなる。

図 1-34 中央空気ノズルを付加された陸式薪ガス発生炉



築山閏二「薪炭ガス自動車に就て」第 4 圖。

築山らが直接試した機関と発生炉サイズとの相関は次の 2 表の通りである。

表 1-19 薪炭ガス発生炉付き機関の機関と炉の相関

機 関	木 炭	薪
シ リ ン ダ 容 積 合 計 ℓ	3.3~3.7	3.3~3.7
火 格 子 面 積 cm^2	500~700	900~1200
収容し得る燃料の重量 kg	約 25	約 30

³⁴ 築山閏二「薪炭ガス自動車に就て」鐵道大臣官房研究所『業務研究資料』第 26 卷 第 13 号、1938 年 5 月、参照。

炉 内 容 積 ℓ	144	70
薪 炭 貯 蔵 部 ℓ	106	53
ガ ス 発 生 部 ℓ	38	17

同上、より。

表 1-20 薪ガス発生炉の取付け例

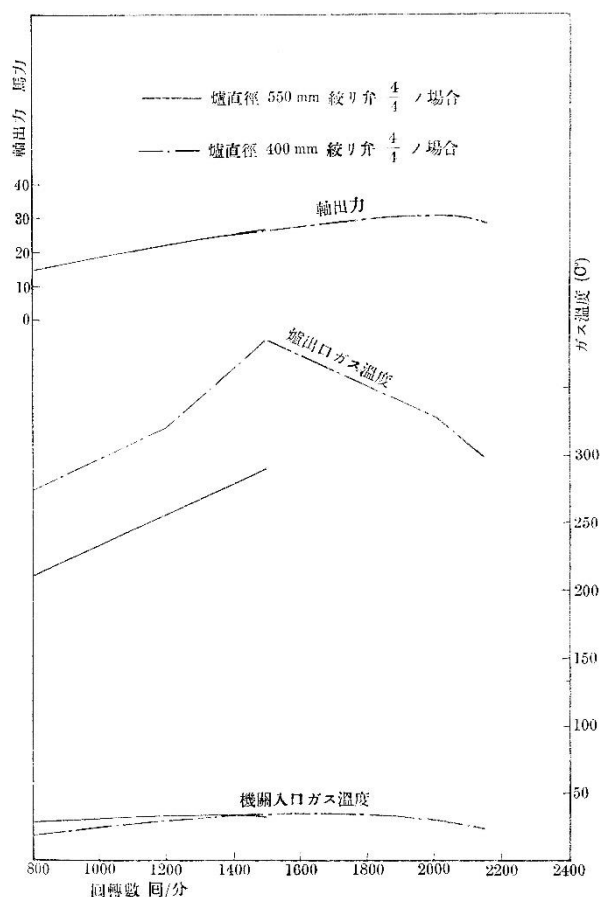
装着自動車型式	フォード'33 年式トラック	いすゞTX40 型トラック
シ リ ン ダ 排 気 量 ℓ	3.28(4 気筒)	4.39(6 気筒)
炉 の 外 径 mm	400	550
炉 の 高 さ mm	1200	1850
炉 の 容 量(薪の重量) kg	40	80
平 坦 炉 最 高 速 度 km/h	60	70
ガソリン機関最大馬力 HP	50	70
同 最 大 回 転 数 rpm.	2800	2800

同上、より。

築山らはまた、薪ガス発生炉のサイズと機関出力との相関について興味深い実験を行っている。即ち、上表に対応する直径(内径)×高さにおいて 400(345)×1200mm の小炉と 550(480)×1850mm の大炉を共通の供試機関TX40用スミダX改($\epsilon=7.3$ [原形5.3])と結合し、スロットル開度 $4/4$ 及び $1/2$ における軸出力、炉出口ガス温度、機関入口ガス温度の台上測定が実施された。圧縮比が高目に設定されているのは発生炉ガス専用機関として適切な改造であるが、築山はドイツでは後述の Imbert 薪ガス発生装置と結合された機関は圧縮比がオリジナルの 5.7 から 8 へと引上げられている、と述べている。なお、圧縮比が高上された改造機関をガソリン運転に供する場合、ノックを生ずるため、スロットル開度を抑えるかベンチュリー径の小さな気化器と取替えて吸気を積極的に絞るべし、というのが築山の勧める対処方案であった。

とまれ、この実験の結果、機関出力は驚くべきことにスロットル開度にほぼ無関係であり、かつ、小炉、大炉(中央空気ノズル有り)、大炉(中央空気ノズル無し)、大炉(鉄道枕木材使用)の各実験においても炉出口ガス温度に多少の相違が観察された以外、採取データにさしたる差は認められなかった。軸出力曲線など、ほぼ完全に重なってしまっていた(図 1-35 に一例を示す)。気化器における吸気絞りなどよりも発生炉や冷却器、清浄器、管系における流動損失の総和の方が遥かに大きかったということであろう。

図 1-35 左：炉の大小による機関性能比較



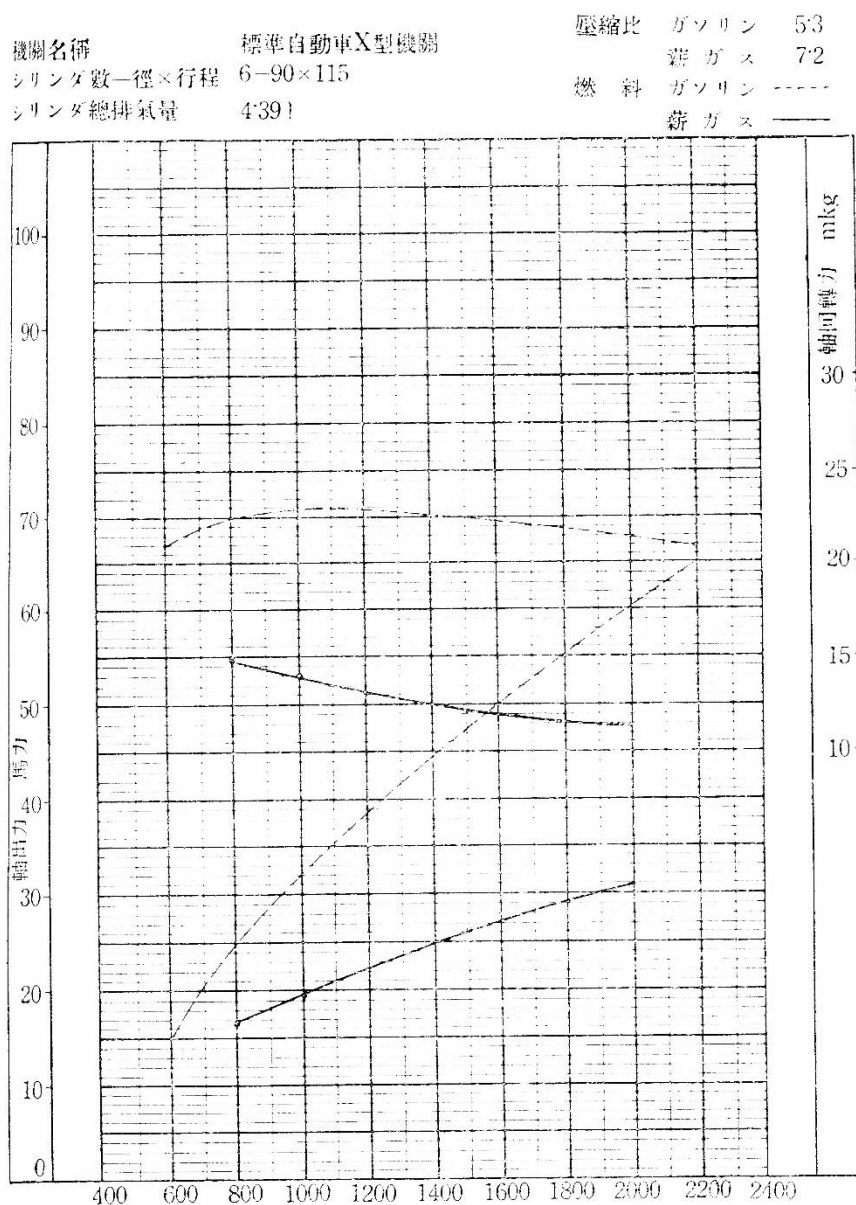
同上、第 12 圖。

実験結果の意義を深化させるためにも我々としては炉容の分散度をヨリ大きく取って欲しかったところであるが、築山はこのデータを発生炉ガス機関における応答性の悪さの証明と解した上、連続高負荷・高回転仕業向けにはそれでもやや大きめの炉を装備させることが有利となろう、と総括している。

続いて築山は大阪乗合式木炭ガス自動車……恐らくは日本交通工業㈱の日工式木炭ガス発生装置(乾式)装備車両、陸式薪ガス発生装置付きフォード'33 年式トラック(3.28 ϕ)、同いすゞTX40 型トラック(4.39 ϕ)、日工式(?)木炭ガス発生装置付き'28 年式グラハム・トラック(3.473 ϕ)の走行試験成績を簡略化して紹介している。各種比較成績は“良くて対等、全般にやや劣勢だか、まあまあ実用には堪える”といった月並みなモノであるが、提示されている項目間に整合性を欠くため、ここでは再掲を控える。

図 1-36 はオリジナルの圧縮比 5.3 を有するスミダ X 型機関と $\epsilon = 7.2$ に改造された薪ガス用改造機関との台上試験結果である。薪ガスでは車載状態において 1 段低いギヤ、応分低い走行速度でなければガソリンと同等の後輪駆動力は得られないということが示されている。

図 1-36 スミダ X 型機関のガソリン運転と薪ガス運転における台上試験成績



同上、第 14 圖。

木炭は適当なサイズに割る際、必ず粉を生じ、歩留まりが悪くなるため、この分を勘案しなければその真の経済性は云々出来ない。築山に拠れば、この点を考慮した'38 年上半期における薪と木炭とガソリンの自動車燃料としての経済性比較は次表の通りであった。

表 1-21 使用燃料別経済性比較

	薪	木炭	ガソリン	記 事
重量 kg/m ³	230~480	150~300	750	

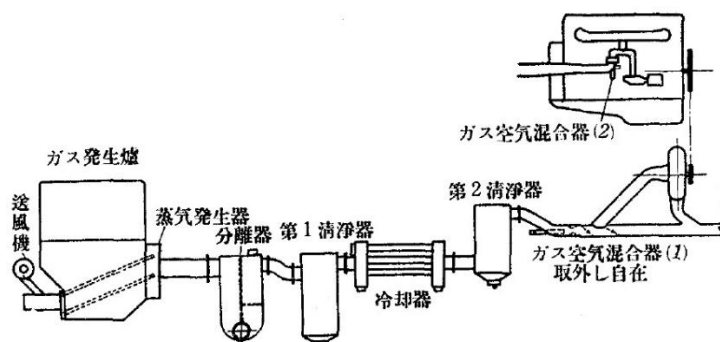
発熱量 kcal/kg	4,500	7,000	10,600	経済馬力 括弧内数字は 切割賃及び切 屑損失を含む
燃料消費率 kg/HP/h	0.66	0.40	0.25	
燃料価格 銭/kg	2 (3)	8 (12)	21.6	
燃料費 銭/HP/h	1.32 (1.98)	3.2 (4.8)	5.4	同上
経済比率	0.25 (0.37)	0.59 (0.89)	1	同上

同上、より。

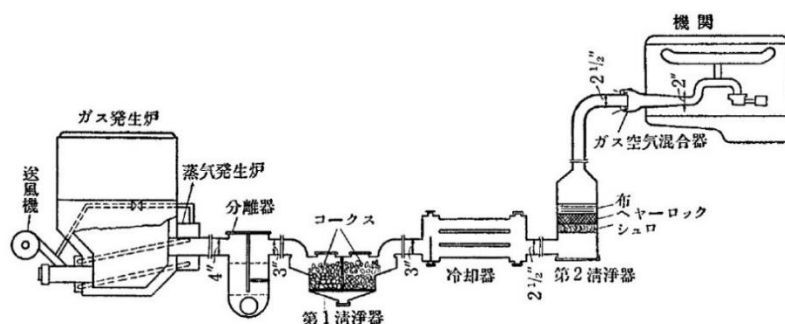
これらの使用ないし試験実績を踏まえた開発成果の一部と思しきモノが同じく築山閏二に依って報告された鉄道省型の湿式木炭ガス発生装置である。この鉄道省型木炭ガス発生装置は明らかに鉄道省でも省営バスに多数、使用されていた愛國式の改良型である。その実用度の如何については不明であるが、これには定置用と移動用(自動車用)とがあった。もっとも、定置用とは定置試験用の謂いで、間違っても発電等の据付使用を目的としたモノなどではあるまい。

肝心の発生炉の仕様は湿式、通風は斜流型と謳われているが、平たく言えば横向き通風式、つまり愛國式の足高や潮江の指摘に沿う改良亜種であり、蒸気を水性ガス発生用と共に炉の空気取入口(羽口)周りの冷却用にも用いるという工夫も遺漏無く導入されている。但し、流石に非力な乾式とは行かなかったようである(図 1-37)³⁵。

図 1-37 鉄道省型木炭ガス発生装置(据付用[上]と自動車用[下])



³⁵ 築山閏二「鉄道省型木炭ガス発生装置に就て」『日本機械学会誌』第 43 巻 第 277 号、1940 年 4 月、「木炭、亜炭、薪、天然ガス等の新燃料を使用する自動車に関する座談會(1939 年 3 月 17 日)」における築山の講演、参照。築山は鉄道技師。当時、工作局から大宮工場施設課長に転じている。



築山「鉄道省型木炭ガス発生装置に就て」第2圖、第5圖。

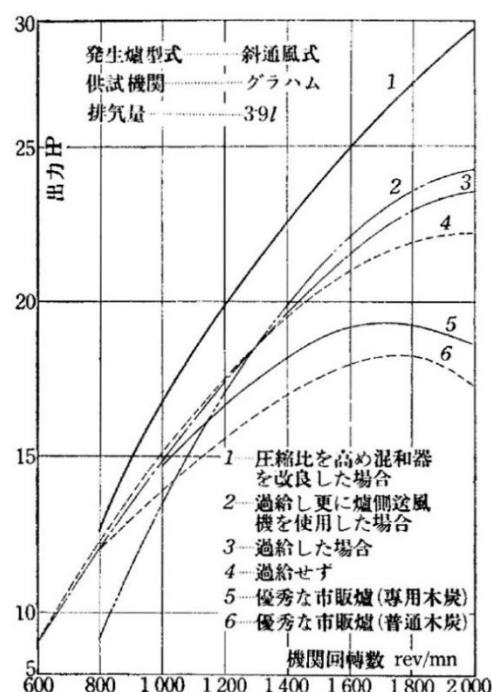
定置用、自動車用の共通項として管摩擦を低減するため通常より内径の大きな配管が用いられた。もっとも、かくすれば吸入負圧が弱まるため炉の通風は鈍化したようで、実験では機関稼働中も炉前の送風機を稼働させ続ける運転法が試みられた他、据付用には機関のクランク・プーリからベルト駆動される中間送風機まで与えられていた。機関最大回転数におけるその吸収動力は 0.5HP であった。この中間送風機は過給機などとも呼ばれたが、最大送風時にも送り出し側の圧は若干の負圧となる程度の軽過給であった。

機関はグラハムの 3.9ℓ と記されている。前出の 3.473ℓ 型やニッサン機関となった 3.66ℓ のモノより一回り大きな機関である。点火時期が正規より 18~20° 早められた他、圧縮比には通常の 5.3 と高圧縮型の 6.0 とが設定された。自動車用代燃機関の圧縮比に 6.0 化が為されていたとすれば、これもまた鉄道省の“治外法権”性の証と言えようか。

試験には工作局機械課、名古屋鉄道局工作部、同松任工場、同々内燃機試験場が係わり、'39年8月に $\epsilon = 5.3$ での、10月に同 6.0 での試験が実施された。出力はガソリン運転時の 56~58.7%止まりであり、木炭ガスにエチルアルコールを混合すれば同 68.2%の出力が得られたが、この方式は経済的に採り得ないとされた。エチルアルコールは主として澱粉から製造されたから、戦時下の我国においてこれが急速に増産される見込みは立ち得なかった。

なお、アルコール蒸気が木炭ガス中の微粒子を核として取り込み、霧となって機関に吸入されることが推定されたものの、これによって結果的に促進されるのが微粒子の燃焼であるのか気筒摩耗であるのかについては長期間に亘る試験が行われなければ何とも言えないとも結論された。

図 1-38 鉄道省型木炭ガス発生装置を用いた負荷試験の結果



同上、第4圖。

実験は各送風機の On-Off、空気混和器の変更等、様々に条件を変えて実施された。図 1-38 はその主要部分を視覚化したチャートである。遺憾ながら “1” においては中間送風機は On であったようであるが、炉前送風機の使用状況については、恐らく “2” への上乗せであろうが、特段の記述は無く不明とせざるを得ない。

築山に依る報告の要旨は以上である。遺憾ながら、この鐵道省式木炭ガス発生装置や圧縮比増強型機関に係わる爾後の足取りについては管見の限りとなっていない。

6. 乱立から統制へ……日本燃料機合同の設立と日燃式木炭ガス発生装置の創製

1) 代燃ガス発生装置製造企業の乱立

国産代燃車用木炭ガス発生装置の初期 3 型式、即ち浅川、白土、陸軍式の内、メジャー化したのは上述の通り、浅川式と白土式であった。しかし、両者以外にも佐々木式(三浦式)、鬼谷式、燃研式、愛國式、日工式バス型、日工式乗用車型、理研式 P 型等々、幾多の様式が誕生した。1936 年 4 月時点における代燃自動車各型式のシェアは表 1-22 の通りであり、木炭自動車の薪自動車に対する優越は明らかであったが、未だ総保有台数自体は高が知れていた。

表 1-22 代燃車の使用状況(1936 年 4 月現在)

種 類	浅 川 式	白 土 式	燃 研 式	三 浦 式	陸 式(薪)	鈴 木 式	合 計
貨物自動車	63	84	3	2	4	1	157

乗合自動車	4	17	3	-	-	-	24
乗 用 車	1	3	-	-	-	1	5
合 計	68	104	6	2	4	2	186

日本自動車工業会『日本自動車工業史稿(3)』74 頁、第 12 表。

然しながら、1938 年よりガソリン統制が強化され代燃化へのバイアスが高められるに及び、発生装置製造事業への参入意欲が昂進し、遂には総計 20 を超える木炭ガス発生装置諸型式とメーカーが簇生するに立ち至った。同じ燃料を焚く発生装置が幾つも出回るという事態は運用にも修理、部品補給上においても誠に面倒なことであった。無論、市井に稼働する自動車や自動車機関の種類自体は 20 や 30 では収まらなかったのではあるが、ここに述べる木炭ガス発生装置乱立の不便さを今風に置換えて表現すれば、クルマに頸の長さや曲り、注入口の形とサイズを極端に異にする様々なガソリントankが後付けされていて、スタンドでは給油し辛くて仕方無い上、機種毎にタンクの全然、異なった個所に違うサイズの孔の明く癖があって修理も大変、といった状況に近かろう。

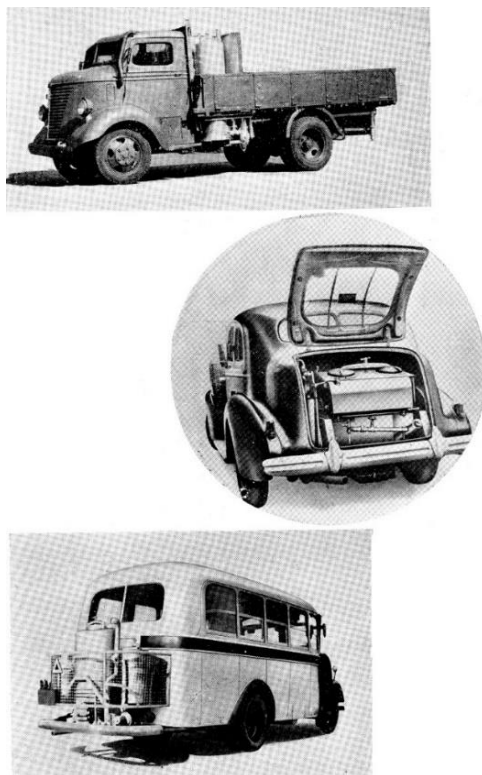
そもそも、代燃用木炭ガス発生装置は原理平明・実働確実である上、躯体構造的に局部的耐熱性や総体的気密性に対する要求こそ厳しかったが、何処にもさしたる耐圧性は求められなかった。従って、その生産技術面における参入障壁は左程高くはなかった。かくて斯界は百花繚乱の域を超え盤根錯節の相を呈して行くことになる。

2) 企業合同と技術統合

この期に及び、自動車行政を所轄し、'34 年以来ガス発生炉設置奨励金交付制度を運用して来た商工省において燃料局('37 年設置)は 1940 年、乱立気味の木炭ガス発生炉メーカーを統合、同装置の技術規格を統一させようと志向した。その意気に感じた「日工式」のメーカー、富士工業(株)(品川区)の池田権次郎社長の奔走の甲斐あってマキ自動車製造(株)を除く全社の協力が得られ、'40 年 4 月 18 日に東京自動車工業、大久保正二取締役(事務屋→日野自動車工業社長・会長)を設立発起人総代に担ぎ出し、東京市京橋区木挽町に日本燃料機合同(株)が設立され、これを機に、'40 年 11 月、12 月、'41 年 1 月の 3 か月間に十数回に亘る性能調査が実施され、'41 年 1 月 27 日付を以て商工省より乗用車用、乗合自動車・貨物自動車用、小型自動車用の標準型として日燃式木炭ガス発生装置に対する認定が下り、本邦木炭ガス発生装置は日燃式へと「総合統一化」された(図 1-39, 40)³⁶。

³⁶ 『日本自動車工業史稿(3)』85~86、『日本自動車工業史行政記録集』104~105 頁、中村『代燃苦難時代の素描』93~95 頁、若干の日付や本社所在地については日本燃料機合同(株)『日燃式 石炭及び半成コークス瓦斯自動車の取扱法に就て』1941 年 6 月、日本燃料機(株)『日燃式 木炭自動車の取扱法に就て』1943 年 5 月再版、より。当初、商号にあった“合同”の二文字は間もなく脱落せしめられた。商号変更との同期性如何については不明ながら、本社所在地も東京市芝区田村町へと変更されている。

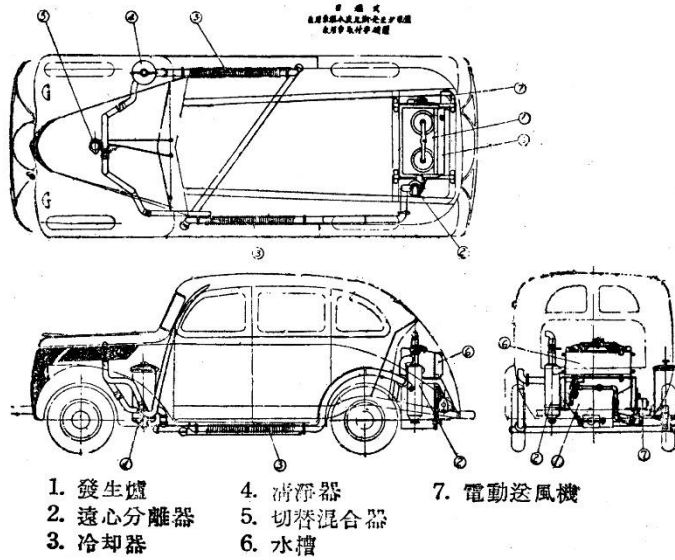
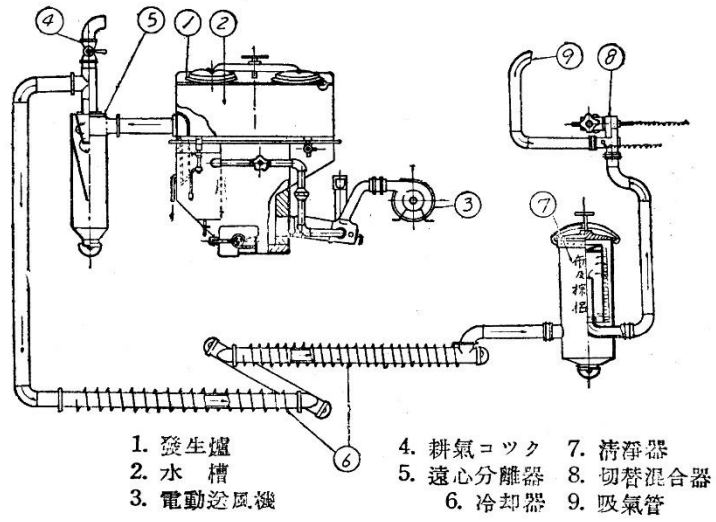
図 1-39 日燃式木炭ガス発生装置の車両装備状況

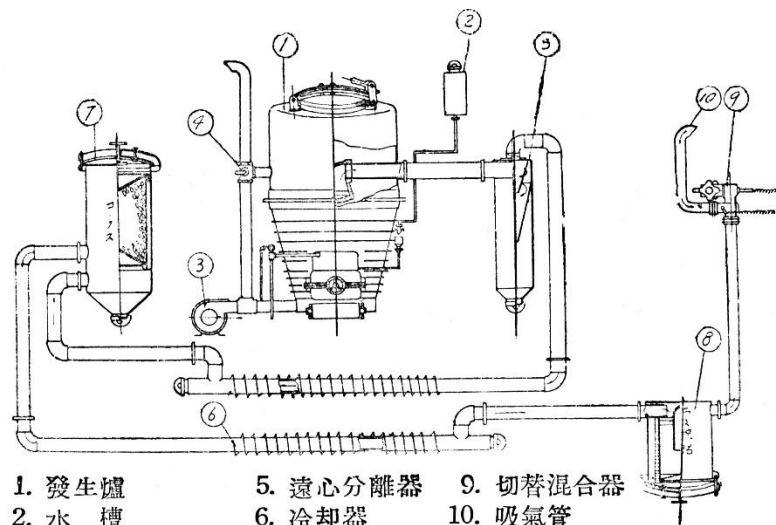


日本燃料機(株)『日燃式 木炭自動車の取扱法に就て』巻頭グラヴィア。

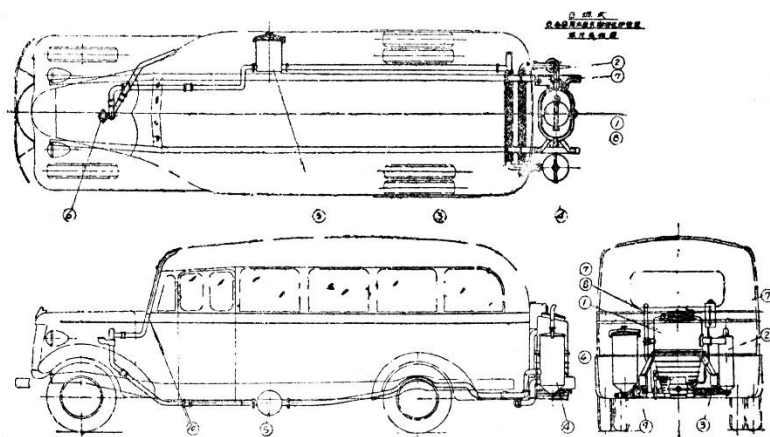
もつとも、遺憾ながら日燃式木炭ガス発生炉については肝心のロストル(火格子:rooster[蘭])の詳細構造を読み取れるような画像情報を見出し得ていない。

図 1-40 日燃式木炭ガス発生装置(乗用車用、乗合自動車用、貨物自動車用)

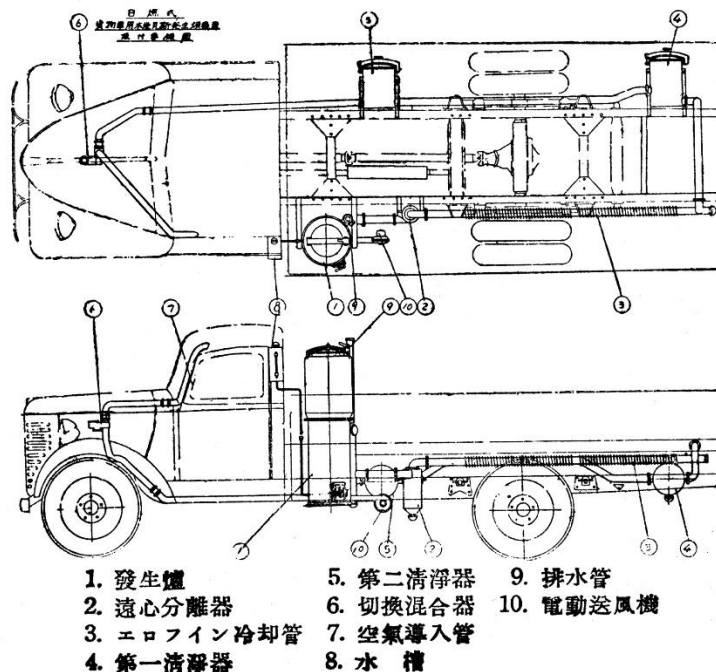
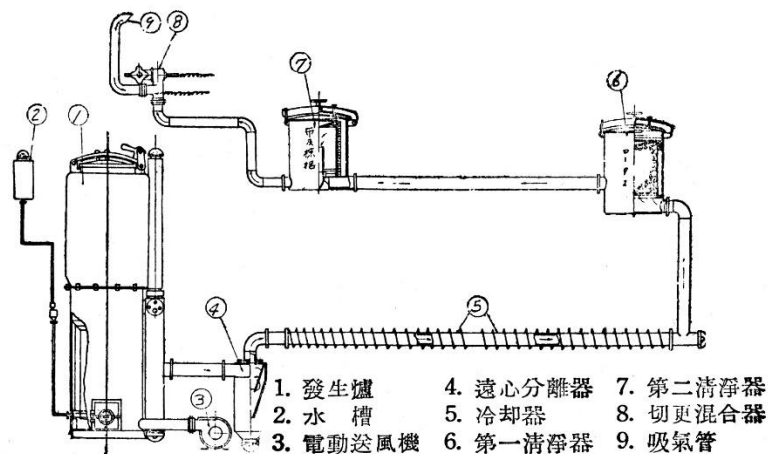




- | | | |
|------------|----------|----------|
| 1. 發生爐 | 5. 遠心分離器 | 9. 切替混合器 |
| 2. 水槽 | 6. 冷却器 | 10. 吸氣管 |
| 3. 電動送風機 | 7. 第一清淨器 | |
| 4. 三方排氣コック | 8. 第二清淨器 | |



- | | | |
|-------------|----------|-----------|
| 1. 發生爐本體 | 5. 第二清淨器 | 9. 電動送風機 |
| 2. 遠心分離器 | 6. 切替混合器 | 10. 空氣導入管 |
| 3. エロフィン冷却管 | 7. 水槽 | |
| 4. 第一清淨器 | 8. 排氣管 | |



同上書、4、13、14 頁、より。

日本燃料機合同の設立と時を同じくして日本瓦斯用木炭(株)なる国策会社が設立され、農林省の管轄下、各府県庁の経済物資統制係から各種営業用自動車の使用組合や自家用自動車燃料組合といった機関によってエンドユーザーへの自動車用木炭の 3 ヶ月毎の配給体制が「確立」された。この所謂、瓦斯用木炭は雑木を原料とする安価かつガス発生能に優れる木炭で家庭用木炭(炊事及び暖房用熱源)とは区別されていた。火着きと火持ちの良さも重視され、今日のバーベキュー用木炭に類する燃料であったかと想われる。無論、家庭用木炭でも最安値の「等外木炭」(規格外れ品)でも木炭車に実用することは可能ではあった(表 1-23)³⁷。

³⁷ 藤本 晟著・日本燃料機合同(株)編『小型瓦斯發生爐自動車 運轉者讀本』自動車青年社、1942

表 1-23 瓦斯用木炭と家庭用木炭

		瓦斯用木炭	家庭用木炭
発熱量 kcal/kg		7,060	6,970
成分 %	水分	9.8	10.4
	灰分	2.3	2.0
	揮発分	4.6	2.6
	固定炭素	83.3	85.0
直比重		1.62	1.61
見掛比重		0.45	0.47
着火温度℃		323	400
硬度(三浦式)		11.6	8.1

「木炭、亜炭、薪、天然ガス等の新燃料を使用する自動車に関する座談會(1939年3月17日)」
における築山閨二の講演、より。

商工省の1941年度の代燃化計画においては表 1-24 の通り大風呂敷の数値目標が掲げられており、この計画が順調に実現した場合のガソリン節約高は木炭に依って 190,000kℓ、無煙炭に依って 68,000kℓ、薪に依って 56,000kℓ、コーライトに依って 33,000kℓ、総計 363,000kℓに達するとの皮算用が描かれていた。無論、実績はこれを遥かに下回ったとされてはいる。もっとも、その具体的到達度については的確な数値が得られないようである³⁸。

表 1-24 商工省に依る 1941 年度の代燃化計画

	保有台数	代燃化	転換比率%
小型貨物自動車	68,251	20,801	30
大型貨物自動車	63,088	40,561	64
大型乗用車	49,057	15,106	30
小型乗用車	23,703	4,903	20
乗合自動車	23,561	18,607	79

年、33~34 頁、参照。著者の藤本は警視庁交通課技師。藤本には藤本著・日本燃料機合同(株)編『瓦斯發生爐自動車運轉者讀本』機甲青年社、1942 年、なる著作もあるが、その叙述の趣旨は上の小型自動車版と同じである。

³⁸ 松本前掲「代燃装置」、中村『代燃苦難時代の素描』50 頁、参照。石炭ガス発生装置、コーライト・ガス発生装置については本稿第 2 章、参照。

なお、1938 年から強化された商工省のガス発生炉奨励策を承け、日本機械學會『機械工學年鑑』昭和 14 年版(1939 年 12 月)、「14 自動車」には薪炭ガス自動車、新燃料自動車(天然ガス、都市ガス、アセチレンガス)の項目が追加され、昭和 15 年版(1940 年 10 月)、「13. 交通」にはコーライトガス自動車、液化ガス自動車、アセチレンガス自動車、都市ガス自動車が電気自動車の項と共に記載項目に並べられている。アセチレン他については本稿第 3 章、参照。

合	計	227,660	99,978	43
---	---	---------	--------	----

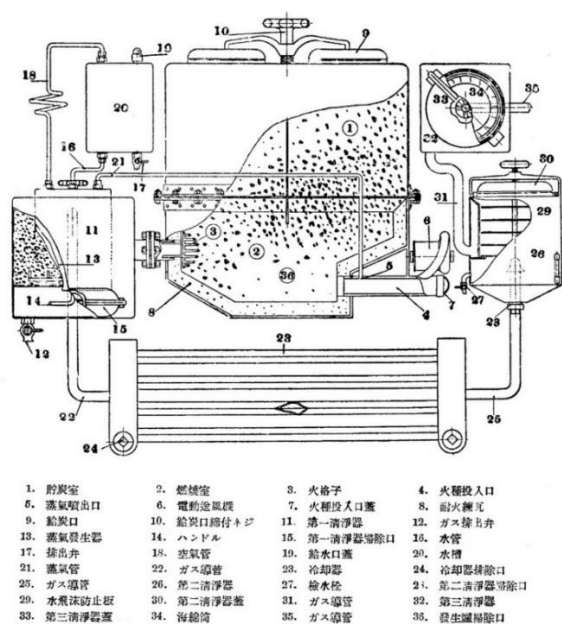
松本「代燃装置」、中村『代燃苦難時代の素描』49 頁、より。

7. 日燃式木炭ガス発生装置の裾野ないしベース技術

1) 愛國式木炭ガス発生装置

続いて、日燃式木炭ガス発生装置のルーツと見做し得るような先行諸型式について縦覧してみよう。先ず、乗用車用の日燃式木炭ガス発生炉は横(斜)流型の湿式で、再三言及して来た愛國式(図 1-41)や上述の鉄道省式、更には東浦式(東浦榮二郎[大阪市旭区]: 図 1-43)を意識した改良・簡略型と位置付けられ得るモノのようである。日燃式においては愛國式における水槽(図 1-41 の 20)及び蒸気発生器(同 13)が別体式からそれぞれ貯炭槽外部、燃焼室外部に一体化されているが、本質的には愛國式と同じである。東浦式においては水槽はそれ自体が蒸気発生器を兼ね、燃焼室の空気取入口側にビルトインされていた。なお、乗用車用日燃式木炭ガス発生装置においては愛國式や東浦式に觀られた耐火煉瓦の使用が極度に制限されており、軽量化が図られていた。

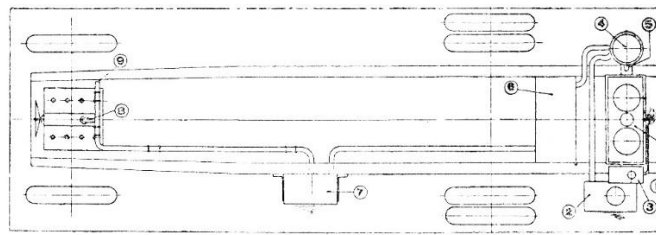
図 1-41 愛國式木炭ガス発生装置



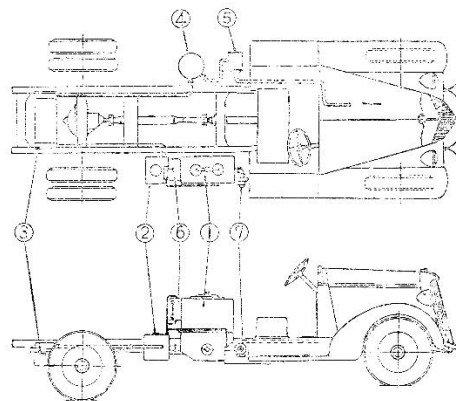
長尾「薪炭ガス自動車(1)」第 2 圖。

蛇足ながら、日燃式はじめ他の諸型式とは異なり、愛國式発生装置においては乗合自動車と貨物自動車用のそれは基本的に同一物で、装備位置が異なるだけであったようである。図 1-42 はそれぞれの車台への艤装状況を示す。

図 1-42 乗合自動車用愛國式木炭ガス発生装置の車台艤装状況



- | | | |
|------------|--------------|--------|
| 1. ガス発生爐 | 2. 第 1 清淨器 | 3. 水槽 |
| 4. 第 2 清淨器 | 5. 電動送風機 | 6. 冷却器 |
| 7. 第 3 清淨器 | 8. 空氣、ガス、調節器 | 9. 空氣口 |



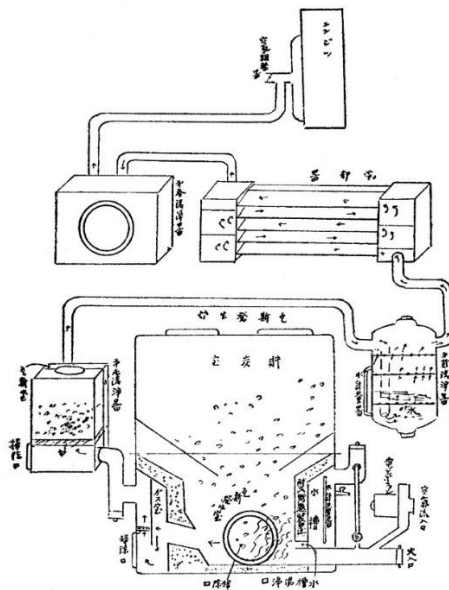
- | |
|---------|
| ① ガス発生爐 |
| ② 第一清淨器 |
| ③ 冷却器 |
| ④ 第二清淨器 |
| ⑤ 第三清淨器 |
| ⑥ 水槽 |
| ⑦ 電動送風機 |

上(乗合自動車)：同上、第 4 圖。

下(貨物自動車)：清水『自動車及各種代燃車』301 頁、第 397 圖。

図 1-43 は東浦式木炭ガス発生装置である。

図 1-43 東浦式木炭ガス発生装置

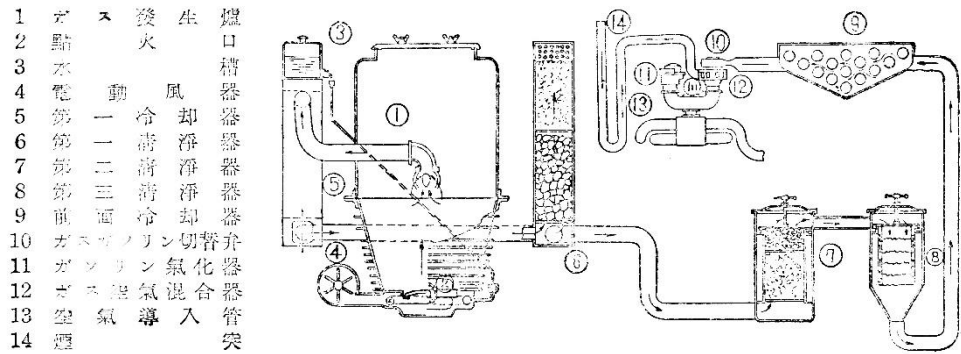


薪炭瓦斯普及協會『木炭自動車』巻末附録。

2) 理研式木炭ガス発生装置

日燃式乗合自動車用木炭ガス発生装置は明らかに上向き通風・湿式の乗合自動車用理研式(図 1-44)を基にするものであった。そこでは耐火煉瓦を全く使用せず、石炭などクリンカを生じ易い燃料との混炭に有利な構造が採用されている。

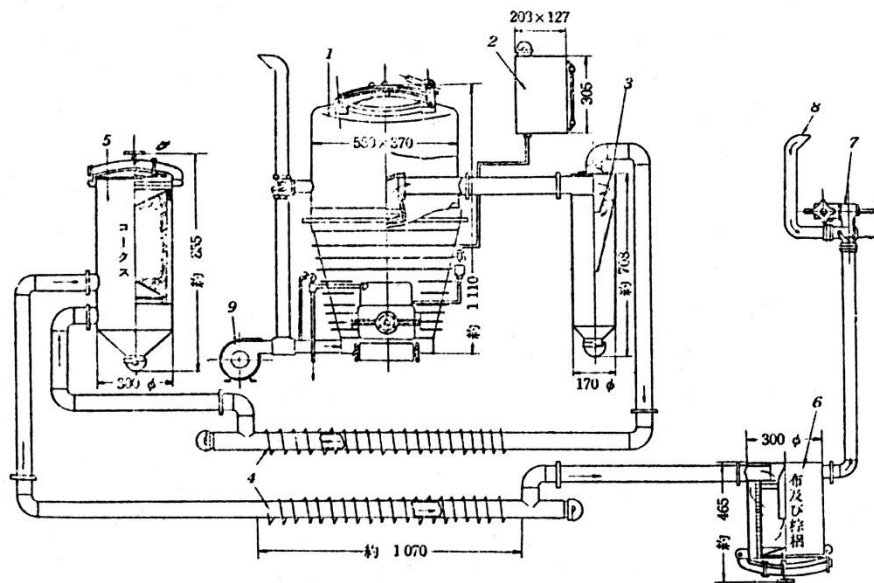
図 1-44 乗合自動車用理研式木炭ガス発生装置



清水『自動車及各種代燃車』305 頁、第 404 図。

上述の乗合自動車用日燃式木炭ガス発生装置は後年、MB 型木炭ガス発生炉装置として主要寸法入りで公開されたものと同じである。MB 型に係わる画像とデータを図 1-45 として掲げておこう。

図 1-45 乗合自動車用 MB 型木炭ガス発生炉装置



構造、機能

発生炉	楕円型で上向通風湿式である
遠心分離器	円筒型で遠心力をもつてガス中の固形物を除去する
第1清浄器	円筒型でコークスを用ひ汜過清浄させる
第2清浄器	円筒型で棕梠を用ひ汜過清浄させる
冷却器	2 1/2" エロフィンパイプを用ひガスを冷却凝縮させる
切換混合器	ガス、ガソリンの切換並に適量の空気と混合させる

容量及び性能

重量	貯炭量	行続力 (1回の装炭にて)	登坂力 1/6 勾配-200 m	燃料消費量 (100 km 走行)	始動時分
130 kg	35 kg	100 km	38 s	16 kg	4~6 mn

- 特徴
1. 発生ガス量多く燃料の消費量が少ない——横流式にして耐火煉瓦を極度に制限しあるため軽量にしてガスの発生多く燃料の消費量も少い
 2. 清浄効果良好である——特殊な遠心分離器によりガス中の炭粉、灰分等を除去した後棕梠、布を用ひ清浄にする

日本機械學會『機械工學年鑑』昭和17年版、'42年12月、325頁、第13圖。

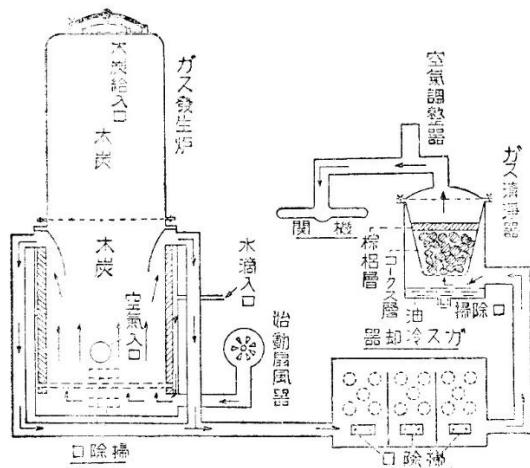
横流式は上向通風式の誤り。

3) 浅川式木炭ガス発生装置

貨物自動車用の日燃式木炭ガス発生装置は吸気管が炉体脇に聳える高い豎管となり、その下半、ガス吸出し管との間に熱交換(吸気予熱)部が設けられた(=炉体の単純化)。また、通風抵抗最小化のためにガス吸出し口高さ自体の引下げが実施された点においてそこには貨物自動車用ミウラ式(東工業㈱:東京市日本橋区:図1-46)への接近の痕が観察される。然しながら、その根本型式において日燃式は上向通風の湿式であり、概ね浅川に依って定礎された型式

の発展型と見做されて大過無かろう³⁹。

図 1-46 貨物自動車用ミウラ式木炭ガス発生装置



清水『自動車及各種代燃車』302 頁、第 399 圖⁴⁰。

薪炭瓦斯普及協會『木炭自動車』巻末附録もほぼ同じ。

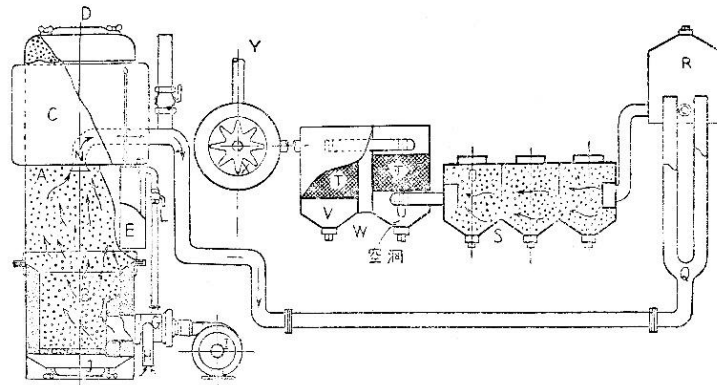
何故なら、1938 年 4 月 11~18 日に商工省が行った第一回性能試験に合格した 9 種の内、上向き通風の湿式円筒炉は浅川式とミウラ式だけだからである。その後、同工の太平式(図 1-47: 太平自動車株: 東京市芝区)が現れた。しかし、これらと日燃式との間に顕著な類似性は観られない⁴¹。

図 1-47 太平式木炭ガス発生装置

³⁹ 日燃機前掲『日燃式 木炭自動車の取扱法に就て』、清水『自動車及各種代燃車』296~309 頁、日本自動車工業会『日本自動車工業史稿(3)』85~86 頁、中村『代燃苦難時代の素描』95 頁、参照。

⁴⁰ 乗合自動車用ミウラ式木炭ガス発生装置については清水『自動車及各種代燃車』303 頁、第 401 圖、参照。

⁴¹ ミウラ式の来歴の一端については本稿第 2 章、参照。



A 貯炭室	B 燃焼室	C 水槽	D 炭投入口
E 蒸気発生器	G 火種投入口	H 空気供給口	I 電動送風器
J 灰掃除口	L 蒸気管	N ガス吸入口	Q 冷却器
R 炭灰粉遠心分離室	S 第一清淨器	T 繊維室	V 水沈澱室
W 第二清淨器			X 第三清淨器綿布
Y ガス吸引管			

清水『自動車及各種代燃車』308 頁、第 408 圖。

なお、木炭車や薪自動車とは別に、'38 年 11 月 1 日、内務省警保局長・鐵道省監督局長連名で発せられた「圧縮瓦斯又ハ液化瓦斯ヲ燃料トシテ使用スル自動車ノ取締ニ關スル件」なる通牒に制度的根拠を有する自動車用圧縮及び液化ガス装置については統制会社として高圧瓦斯機關工業㈱が指定された。しかし、同社は'43 年 4 月、日本燃料機に吸収され、これを以て日燃機は目出度く自動車用代燃装置の一元統制会社となる⁴²。

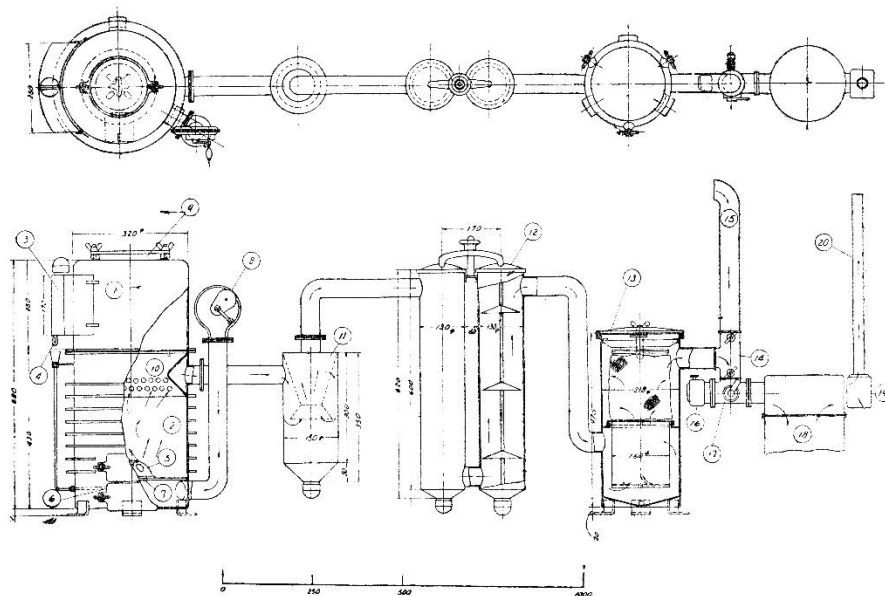
また、委細不明ながら、職掌上、商工省に先んじて薪炭ガス利用を實踐ないし奨励して来た農林省は'37 年より山林局を通じ、「定置式木炭瓦斯發生装置」の導入に関する奨励金交付を含む優遇政策を策定し、その一層の普及を図った⁴³。

更に、同省は'41 年度より電着發動機漁船への木炭ガス發生装置取付に対する補助金交付政策をスタートさせた。その公募を行ったところ、山口式(薪ガス?)、三浦式、理研式、淺川式、松岡式、竹内式、興亜式の応募があり、何れも優秀品と認められたため、補助金交付の対象となった。'42 年度には代燃車の分野と同じく標準型木炭ガス發生装置として 5HP 未満用の 1 号型、5~10HP 級の 2 号型という大小 2 機種が制定された。図 1-48 は 2 号型の概要であり、上向き通風・湿式で凸型ロストル採用の事実が観て取れる。

図 1-48 漁船用 2 号型木炭ガス發生装置

⁴² 松本前掲「代燃装置」、同「戦時中の代燃車政策」、参照。

⁴³ 利用課「定置式木炭瓦斯發生装置の普及奨励」『研修』第 22 卷 第 7 号、熊本営林局、1937 年、小林正一郎「内燃機關の選定一農工用機關一」岩波講座機械工學[VII 熱・燃料・燃焼及び熱機關]、1942 年、23~24、32 頁、本稿第 2 章、参照。因みに、前掲「小林式定置木炭ガス機関」はこの農林省系の流れに属する製品であると想われる。



日本船用発動機学会『日本漁船発動機史』1959年、75頁、図2.39。

’41年から敗戦時点までに本邦小形発動機漁船の甲板上に取付けられたガス発生装置の総台数は15,000基余りに達したと伝えられている⁴⁴。

⁴⁴ 日本船用発動機学会『日本漁船発動機史』74~75頁、参照。但し、標準型の直接的ルーツについては残念ながら不明とせざるを得ない

第2章 戦時期日本の自動車用コーライト並びに石炭ガス発生装置

—— 開発の目的と成果 ——

1. 自動車用発生炉ガス燃料として木炭の次に期待を集めたコーライトと石炭

1) 燃料、とりわけ発生炉燃料としての石炭に注がれた眼

液体燃料不足に呻吟した戦時~復興期の日本においては自動車用機関を発生炉ガスや圧縮ガス、液化ガス、溶解ガスに依って駆動する代燃化が国策として推進され、様々なメーカーに対して不可避の実験・実践テーマとして突き付けられていた。本章においてはこれらのマイナーではあるが真摯な開発行動に係わる事蹟の内、コーライト及び石炭ガス発生装置に係わる局面を取上げる。

石炭、とりわけ陽泉(中国北部、山西省陽泉市の炭鉱)に産する無煙炭や旧満洲の褐炭、ジャライノール炭(内モンゴル)が戦時下のある時期、薪炭に代る代用燃料のエースとして本邦代燃自動車界の期待を一身に担うエネルギー資源であったという事蹟については今やほとんど忘却の彼方に追い遣られた史実であると断じて良からう。

戦時体制下、各種の代燃装置が模倣的に開発され、当初は木炭車がエースとしての地位をほしいままにた。しかし、その実力は統制型日燃式を以てしてもメーカーが喧伝する程ではなかった。統制型の制定に先立つ 1939 年、国産木炭ガス自動車の実力とその行方について、かの長尾不二夫博士は早くも次のように喝破しておられた。

【木炭ガス自動車については】歐州各國に於て多年真摯なる努力を續け研究改良を行つて來た結果を以てしても未だ缺陷なしとは云ひ難く、ガソリン機關の代用物たるを免れないのである。況や我國に於ては使用後日尚淺く製造者側の經驗、研究の不充分、使用者側の未熟練のため幾多の缺點を藏するのは云ふ迄もないことである。その性能に於ても取扱上に於ても又經濟的にも總ての點に於てガソリン自動車に及ばない。然るに製造者のカタログ、試験報告書等を見るに往々燃料費はガソリン自動車よりも經濟であるかの如く記されてゐるが、實際我々の手に入る炭はそんなに廉いものではない。又割れば 2~3 割は必ず粉になる。使用者側の話によれば最善の場合でもやつとガソリンと太刀打ち出来る程度で、結局、償却費、修繕費だけは損である。このことは屢々使用者を落膽せしめる。現在の木炭消費量から計算すれば、ガソリンの値段が高くなるか、或は炭の値が廉くならない以上、ガソリン自動車よりも經濟的であるとは云ひ難いであらう。

然し、ガソリン節約の一助として益々薪炭ガス自動車の研究改善に努力し、その普及發達を望む次第である⁴⁵。

さりながら、ガソリンが不足し高騰して來たのに対して、これを迎え撃つべき木炭の方に

⁴⁵ 長尾不二夫「薪炭ガス自動車(4)」『機械及電氣』第4巻 第4号、1939年4月、「結語」より。一部、表記を改めた。長尾博士のこの解説的記事は同誌の同年1~4月号に連載された。

は一向に廉くなる気配など見受けられなかった。それどころか、前章に観たような木炭自動車の普及→統制化は内地において木炭不足、木炭価格高騰という新たな窮状を醸し出すにさえ至っていた⁴⁶。

因って、発生炉の仕様云々ではなく、木炭から薪、コーライト、石炭等への代用燃料シフトが志向される次第となる。そしてこの際、多量に生成されるタールの処理や急な産出量増大が困難視されていた薪よりも石炭、それも内地には産しない無煙炭に江湖の期待が集中されるという世相が醸し出される帰趨となる⁴⁷。

以下、第1節においては石炭とその燃焼について瞥見し、第2、3節においては日燃式及び中央式双立型自動車用コーライト/石炭ガス発生装置技術の概要を取上げる。第4節においては日燃式石炭ガス発生装置の技術的限界について同時代人に依る批判を紹介し、第5節においては大陸に発したジャライノール炭を燃料とする石炭ガス発生装置に関する紹介を試みる⁴⁸。

石炭はその加熱によって先ず表面の水分、次に内部の水分が飛び、続いて揮発性の気体成分が生成され、これが空気と混合・着火して残余の揮発分を燃焼させ、その熱で固定炭素に火が点くという段階を経て燃焼に入る。但し、ある程度、酸化が進めば元々、それ自身に含まれていた灰分によってその表面が覆われるため、爾後の燃焼は謂わば灰のマスクを通しての反応となる。産地毎の灰分の組成差やその融点の相違を含む品質格差の絶大性は今日においてさえ石炭系燃料の燃焼を液体燃料はもとより他の固体燃料と比較しても殊更、困難にする要因であり続けている⁴⁹。

⁴⁶ 本稿第1章、参照。

⁴⁷ 自動車用代用燃料としての石炭系燃料の処理技術史を扱う本章が主として依拠する資料は日本燃料機(合同)発行の取扱説明書と警視庁交通課技師、藤本 晟の著作、ディーゼル自動車工業(株)設計課員、大森製造所薪ガス発生炉工場管理係長 平子義男の著作、『日本機械学会誌』所載の座談会記録・資料等である。

ほぼ同時代のドイツにおける石炭及び褐炭を原料とするコークスの自動車燃料化の試みについては星野前掲『獨伊に於ける代用燃料車の研究』第1編第4章 石炭及び褐炭乾溜コークスによる自動車用ガス発生器(H., Lutz, Die Vergasung von Steinkohlen- und Braunkohlen-Schwelkoks in Fahrzeuggeneratoren. A.T.Z., Jg. 40, Ht.18, 1937の翻訳)、参照。

⁴⁸ 「自動車用石炭ガス発生装置に関する座談會(41年11月27日)」『日本機械学会誌』第45巻 第308号、1942年11月、308号、「自動車用石炭及びコーライトガス発生装置に関する座談會(43年1月27日)」同誌、第46巻 第319号、1938年10月、日本燃料機(株)『日燃式 石炭 及 半成コークス瓦斯自動車の取扱法に就て』1941年5月、日本燃料機(株)『日燃式 石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』1941年6月(手許の版は43年7月の5版ゆえ、商号に“合同”の二文字は無い)、藤本 晟著・日本燃料機(合同)株『小型瓦斯發生爐自動車 運轉者讀本』自動車青年社、1942年、平子義男『自動車用ガス体燃料とガス機關』(ディーゼル自動車工業(株)、技術部設計第一課、1944年)、参照。なお、藤本には藤本著・日本燃料機(合同)株編『瓦斯發生爐自動車運轉者讀本』機甲青年社、1942年、なる著作もあるが、その叙述の主旨は上の小型自動車版と大同小異である。

⁴⁹ 石炭の燃焼全般について簡単には拙稿「技術史と労働史の相補性について」(大阪市立大学学術機関リポジトリ掲載)、参照。石炭中の灰分(主として SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 。他に微量の金属酸化物等)には石炭化する植物体に初めから含有されていた一次灰分、石炭形成期の土壌由来

日本燃料機(合同)㈱の下での発生炉技術統制は機種数の少ない薪ガス発生装置から始まり、木炭ガス発生装置、コーライト・ガス発生装置へと展開し、最後に 1941 年 2 月 27 日完成の石炭ガス発生装置を以て一応の完結を迎えた。石炭は当時、「固形ガソリン」などと称揚されていた。石炭自動車は「燃料資源及び燃料費の点より考へて、近き将来最も有力なる代用燃料車たるは疑ふ餘地無きもの」などと標榜されていたのはコーライトや石炭が木炭の約 2 倍に当る密度を有し、重量当りガス発生量は後者とほぼ等しかったため、同一発生炉内容積に対するコーライト自動車・石炭自動車の走行距離が木炭自動車の約 2 倍となっていたからである⁵⁰。

ガス発生炉内での燃焼はなべて言えば不完全燃焼である。発生炉に装入される燃料としての石炭は不粘結性ないし弱粘結性のそれが望ましく、揮発分は程々、硫黄分、タール分、灰分が少なく、かつ灰分に関してはその融点の高いモノが使用に適していた。さればこそ往時、発生炉燃料としては無煙炭(表 2-1)、とりわけ揮発分が少なく灰の融点が高い陽泉炭が最良で、朝鮮、樺太産(名好)の無煙炭はこれに劣るものと評価されていた。無論、内地における無煙炭の産出量は取るに足らぬ程度であった⁵¹。

表 2-1 石炭の分類

の二次灰分、石炭生成後ないし採掘時に混入した三次灰分とから成っている。後二者については炭鉱間の格差が甚だ大きい。田中楠彌太「Ⅱ 蒸気原動所の燃焼および燃料」山崎毅六・田中楠彌太・宮川行雄・石井直治郎・若菜 章『燃焼・燃料、潤滑・潤滑油』山海堂、熱機関体系 3、213~214 頁、参照。なお、戦後の公表データではあるが、陽泉炭を含む各種代用燃料の成分比較、陽泉炭を用いた発生炉ガスを含む各種発生炉ガスの性状比較として渡部一郎他『内燃機関』(上巻)、日本機械学会、1956 年、213 頁、第 6・10 表、第 6・12 表、を挙げておく。

⁵⁰ 日本燃料機合同㈱『日燃式 石炭 及 半成コークス瓦斯自動車の取扱法に就て』3、7 頁、日本燃料機㈱『日燃式 石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』、藤本・日本燃料機合同㈱編『小型瓦斯発生爐自動車 運轉者讀本』15~16 頁、参照。

⁵¹ 石炭の種類や性状についてより詳しくは前掲拙稿「技術史と労働史の相補性について」、参照。なお、陽泉炭には機関の硫酸腐食をもたらす S が比較的多く、1%強含まれていた。然しながら、硫黄の含有はほぼ全ての石炭に共通する問題であった。

名 称	燃料比	固定炭素(%)	揮発分(%)	骨 炭	水分(%)
無 煙 炭	12 以上	92.3 以上	3~7	不 粘 結	—
半 無 煙 炭	12~7	92.3~97.5	9~13	”	—
半 泥 青 炭	7~4	87.5~75	14~19	粘 結 又、微 弱	—
高 泥 青 炭	4~1.8	75~65	27~35	粘 結	—
低 泥 青 炭	1.8~1.0	65.7~50	32~52	粘 結 又、微 弱	—
黒 褐 炭	1 以下	50 以下	50 以上	不 粘 結	6 以下
褐 炭	1 以下	5 以下	50 以上	”	6 以上

表中、燃料比、無灰、無水炭、固定炭素/揮発分 デアル。

平子義男『自動車用ガス体燃料とガス機関』7 頁、第四表(諧調反転)。

石炭の性状は産地によって大幅に異った。揮発分が多い石炭はガス熱量も大きい反面、タールに依る装置の内部汚染が酷く、タール分の少ない石炭はガス熱量も低い。また、一般に石炭系燃料は上述の通り灰分を多く含み火床にクリンカーを形成し易いため取扱いが極めて難しい。木炭車や薪自動車の場合、使用状況によって異なるものの、20~30 日に 1 回、週 1、2 回ないし数日毎で済む発生炉の大掃除もコーライト自動車や石炭自動車においては日々、欠かせぬ整備項目をなしていた。曰く：

石炭瓦斯発生爐装置に於いても一應は爐内の燃料を全部掻出して其の状態を毎日調査し充分判るまでは毎日施行して下さい。

そして其の日の運行模様に依り爐内の状況が判る様になれば陽泉炭は灰分が少ないので其都度掻出すこともないでせう⁵²。

ここでも陽泉産無煙炭頼みの構図が如実に示されている。そして、それでもなお木炭を米になぞらえれば石炭やコーライトは総じて麦や芋に喩えられるという状況が在った。即ち、代燃車用燃料としての石炭は木炭に対する劣位の代替財と意識されていた。とりわけ陽泉炭以外の石炭は概ねそうであった。それでも、米が足りぬのであるから如何なる辛抱も致し方なかった⁵³。

自動車燃料としての無煙炭は商工省燃料局と各府県の物資統制係の管轄下に置かれ、配給されていた。エンドユーザーは燃料機販売会社を通じて各府県に登録を行い、その配給を受けた。配給される無煙炭は 10~25cm 程度の均一な粒度にして用いることが通例とされていた⁵⁴。

2) 発生炉燃料としてのコーライト

⁵² 日本燃料機合同(株)同上書、48 頁、より。

⁵³ 藤本『小型瓦斯発生爐自動車 運轉者讀本』18、31 頁、参照。

⁵⁴ 藤本同上書、36~37 頁、参照。

石炭を乾留して得られる二次加工品がコークスであり、両者は恰も薪と木炭とのそれ係に近い関係に在る。コークスの性状を規定する要因は偏に原料炭の品質に在った。そして、コークス製造はタール工業、アセチレン工業等から成る石炭化学工業の劈頭に位置する技術領域をなしており、その技術的・質的展開は戦後の石油化学工業のそれに匹敵する相貌を呈していた⁵⁵。

石炭を原料とする低温乾溜法による人造石油製造過程においては石炭の 500℃前後での低温乾溜によって原料炭重量の約 10%に当る低温タール(石油に類似の脂肪族化合物)、約 7000kcal/m³の石炭ガスと共にコークス状の残留物が得られる。これを半成コークスと称し、火着きが良く発煙せず硫黄も多くは含まず燃焼性良好であるため家庭用燃料として愛好され、イギリスでは 1906 年より“コーライト”の商標で知られていた。低温乾溜によって液体燃料原料と高カロリー・ガスと木炭や無煙炭に似た性質を有する半成コークスとが一挙に得られたワケである⁵⁶。

但し、半成コークスも石炭も灰分を多く含むため、燃焼によりクリンカーが生成され易い。表 2-2 に掲げられているのは空気中における灰の融点、即ち溶融してクリンカーを生成する温度であり、CO ガス・リッチな還元的な雰囲気におけるその融点は表示の値より 40~200℃程も低下することになる⁵⁷。

表 2-2 石炭系燃料各種における灰の空気中での融点

燃料名	半成コークス	半成コークス	半成コークス	無煙炭	無煙炭	無煙炭	有煙炭
産地称号	(味中炭)	(夕張炭)	(高松炭)	(陽泉炭)	(焦作炭)	(名好炭)	(潯陽炭)
灰融点(℃)	1060	1140	1500以上	1500以上	1420	1320	1080

同上資料、10 頁、より(諧調反転)⁵⁸。

⁵⁵ 戦前戦時期の石炭化学工業やコークス炉、工業用石炭ガス発生炉技術の一端について簡単には前掲拙稿「三井鉱山 三池ならびに田川瓦斯発電所について(訂正補足版)」、参照。

⁵⁶ 伊木前掲『人造液体燃料工業』第 4 章、参照。

⁵⁷ 「灰の融点は、粉碎してデキストリン【低分子量の炭水化物：粘結剤】で三角錐(直角三角錐よりもやや傾いているもの)を作り、これを 5~7℃/min の速度で加熱し、先端が変化し始めた温度を軟化点、先端が下についた温度を融点、全く下についた温度を溶流点という」

「灰の融点はその周囲雰囲気組成によって異なり、酸化気流中では高く、還元焰中では低い。その理由は Fe が前者では Fe₂O₃、後者では FeO となり、2 価の塩基性のもの【FeO】と多量にある SiO₂ とのさく塩の融点が低いからである。酸化焰と還元焰による融点の差は 40~200℃位である」田中前掲「Ⅱ 蒸気原動所の燃焼および燃料」214~215 頁、より。

⁵⁸ 平子は元データを『實用燃料便覧』としており、確かにその初版(丸善、1932 年)、「訂正版」(同、1935 年)何れにおいても 146 頁に「石炭灰の成分、耐火度」を示す表が掲げられており、「耐火度等は其相違甚大」などと記されてもいる。然しながら、平子に依って引用された炭種に係わるデータは何れの版の何処にも見当たらない。

酸化帯で生成された CO_2 を CO に還元するには 900°C 以上の温度が必要であるため、石炭ガス発生炉においては可能な限り融点の高い灰を生成する石炭が用いられる必要があった。そして、この点において陽泉炭の優位性は顕著であった。焦作は中国河南省、名好は上述の通り樺太の炭鉱である。

3) 自動車用コーライト・ガス及び石炭ガス

コーライト・ガスは一般に H_2 を含む水性ガスで、その性状は表 2-3 に示される通りである。

表 2-3 自動車用湿式発生炉によるコーライトガスの成分

ガス種類	ガス成分 (%)						発熱量 kcal/m^3
	CO	CO_2	H_2	CH_4	O_2	N_2	
半成コーライト(A)	27.0	4.0	12.0	—	0.4	56.6	1130
" (B)	21.0	6.0	8.0	1.0	2.0	62.0	930

同上資料、10 頁、第六表(諧調反転)。

自動車用石炭ガス発生装置から得られる石炭ガスの性状は表 2-4 に例示される通りである。

表 2-4 自動車用湿式発生炉による石炭ガスの成分

ガス種類	ガス成分 (%)							発熱量 kcal/m^3
	CO	CO_2	CH_4	C_2H_6	H_2	O_2	N_2	
無煙炭(A)	23.0	6.0	1.0	—	15.0	0.4	54.6	1160
" (B)	19.5	5.5	1.6	2.2	0.7	3.5	67.0	1000

同上資料、10 頁、第五表(諧調反転)。

なお、コーライト・ガスや石炭ガスによる理論混合気はそれぞれ 645 及び 610kcal/m^3 程度、即ちガソリン混合気の 7 割程度の低発熱量しか持たぬプアー・ガスであった⁵⁹。

2. 日燃式自動車用コーライト及び石炭ガス発生装置

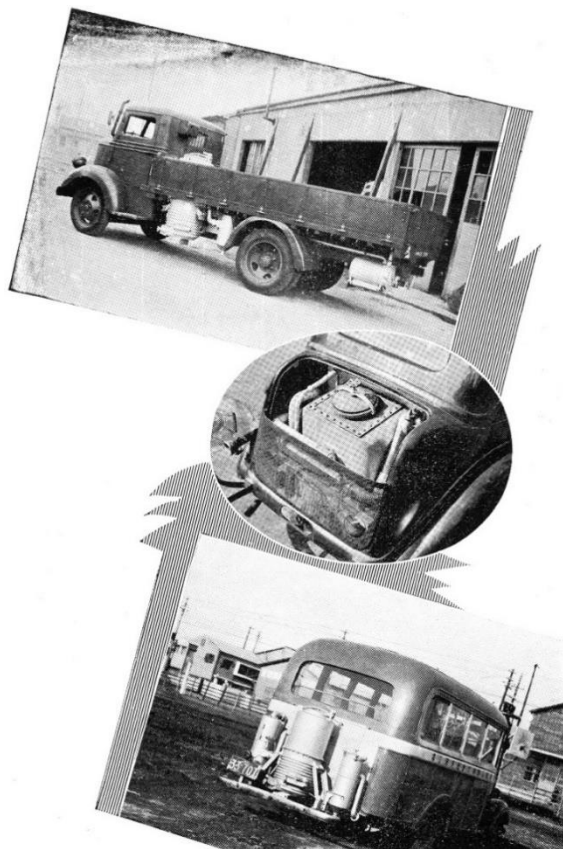
1) 日燃式コーライト・ガス発生装置

日燃式コーライトガス発生装置ないし石炭ガス発生装置の車両装備状況を図 2-1 に示す。車両はフォード V8 乗用車とニッサン 80 型トラック、同バスのようなものであるが、それぞれの発生装置が石炭、コーライト何れであったのかについては判定の手段が得られない。もっとも、後掲、図 2-5 と突き合せば中央の乗用車用は石炭ガス発生装置であったかのように

⁵⁹ 後掲、表 3-4、参照。

見える。

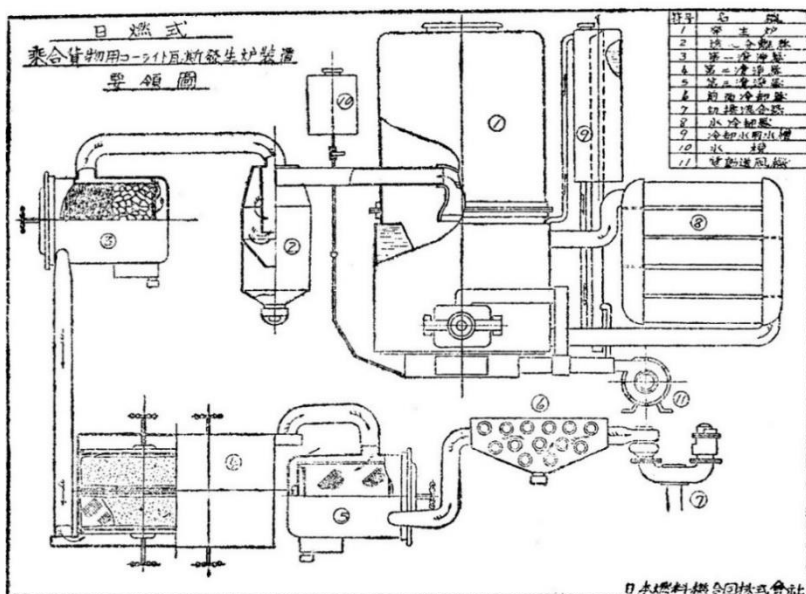
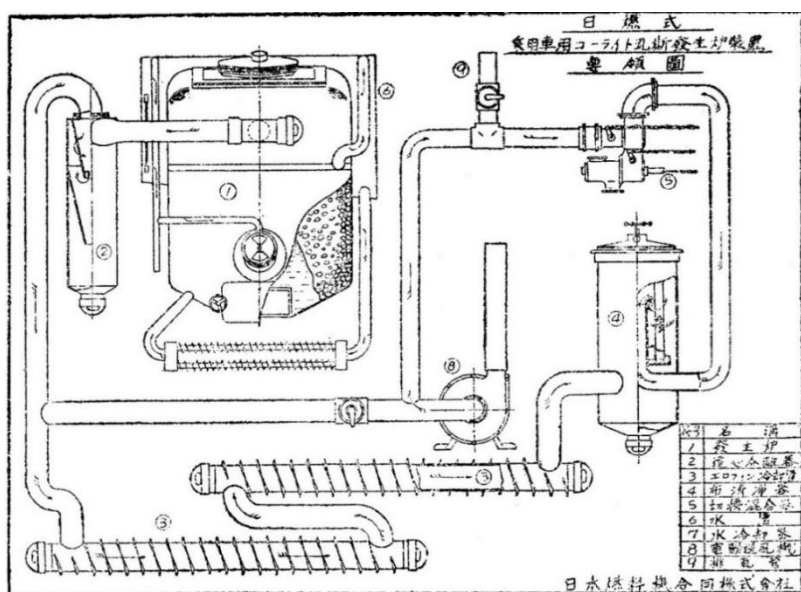
図 2-1 日燃式コーライト・ガス発生装置ないし石炭ガス発生装置の車両装備状況



日本燃料機合同㈱『日燃式 石炭 及 半成コークス瓦斯自動車の取扱法に就て』巻頭グラヴィア。

乗用車用および貨物自動車・乗合自動車用の日燃式コーライト・ガス発生装置の要領図を図 2-2 に示す。何れも湿式である。もっとも、図 2-2 上、図 2-3 の乗用車用・乗合自動車用発生装置における電動送風機回りのガス流を示す矢印はアベコベである。炉に火入れする際は送風機(図 2-2 上、⑧)左のコックを開き送風機上方のコックを閉じて送風機を ON にする。こうして発生炉に通風しつつ、発生ガスを排気管から上方に吐出する。その性状が点検され、十分な熱量が確認されれば左コックは閉じられる。すると、送風機はエロフィン冷却器(同③)、布清浄器(同④)、そして配管内に滞留していた空気を、続いて発生ガスを吸引してそれらを何れも大気中に排出する。これが一通り終われば送風機を OFF し、機関の始動 OK となる。かような使い方をされる送風機は後出の如く、時として吸風機などと呼ばれた。一方、下段の乗合自動車・貨物自動車用コーライト・ガス発生装置においては送風機は押込み送風に用いられていた。

図 2-2 日燃式コーライト・ガス発生装置要領図



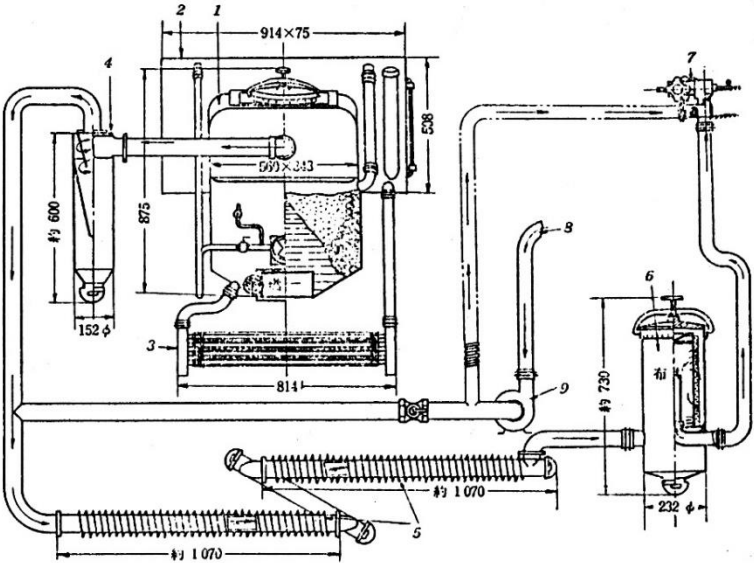
同上書、5 頁、より⁶⁰。

下図③、下部に使用実績を踏まえたダスト排出装置。

60 蛇足ながら、バス用としては日燃機資料に謂う「乗用車用」の拡大コピーのような“乗合自動車用”統制型が新たに開発されたのではないかと推定される(注21、参照)。陸式(自工型)バス用薪ガス発生装置においても発生炉を後部に何の芸も無くぶら下げる旧型に代り、新型として木炭ガス発生炉にしばしば見られたようなコンパクトな「丁字型」薪ガス発生炉を車体後部に後付けトランク様のケーシングに納めた格好で背負わせるややスマートな型式が開発されていたから、統制型コークスガス発生装置もそれらとの相互リプレイス性が与えられた設計でなければ不都合であったと思われるからである。コンパクトな陸式薪ガス発生装置については日本工業新聞社編『標準機械大観』昭和十六年版、510 頁、いすゞ自動車(株)特許・技術情報部『いすゞディーゼル技術 50 年史』1987 年、110 頁、図 3・17、参照。

この内、乗用車用コーライト・ガス発生装置の方は'42年12月に刊行された文献においてほぼ同じスタイルのまま KP 型コーライトガス発生炉装置として主要寸法・諸元入りで公開されているので、これを図 2-3 として掲げておく。格好は似ているが炉容が大きく、こちらはバス用であろう。

図 2-3 KP 型コーライトガス発生炉装置

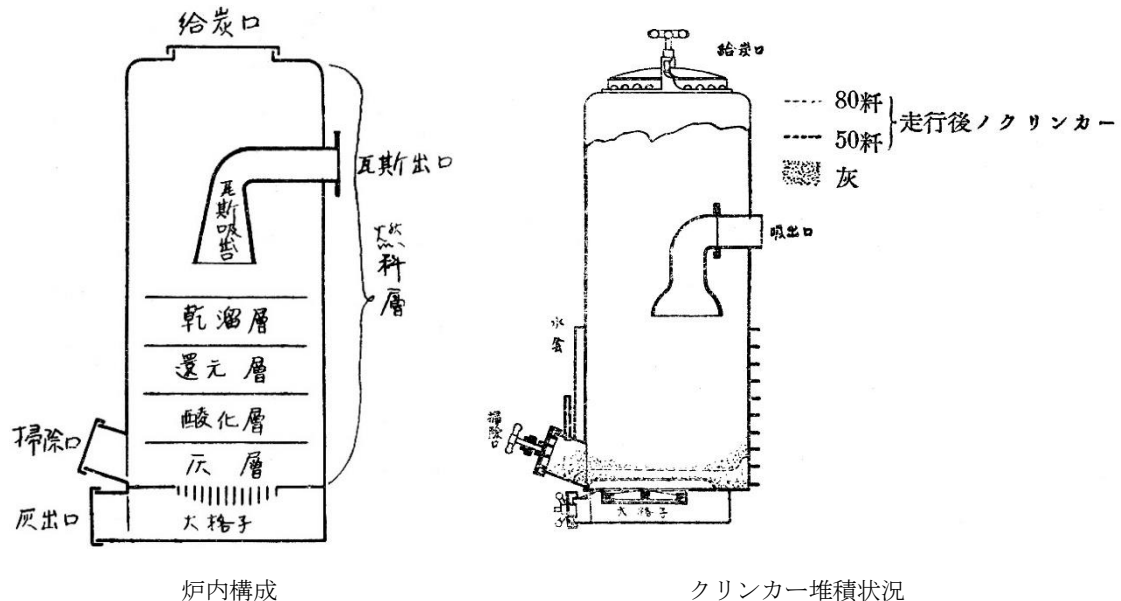


構造、機能					
発 生 炉	角型斜上方湿式で炉体前面に水套及び羽口を有する				
遠 心 分 離 器	円筒型で遠心力を以てガス中の固形分を除去する				
布 清 淨 器	円筒型で棕櫚及び布を用ひ清淨する				
冷 却 器	2 1/2" エロフィンパイプを用ひガスを濃縮冷却させる				
切 換 混 合 器	ガス、ガソリンの切換及び適量の空気と混合させる				
送 風 機	CF—5 型強力電動送風機				
容量及び性能					
重 量	貯炭量	行 続 力 (1 回の貯炭にて)	登 坂 力 1/6 勾配-200 m	燃料消費量 (100 km 走行)	始動時分
220 kg	110 kg	80 km	38 s	22 kg	6~8 mn
特長 1. 耐火煉瓦を使用しない——破損し易い煉瓦を使用しないため発生炉の故障も少く軽量である					
2. 各種燃料の使用が可能である——コーライトは勿論石炭、木炭をも使用し得る					

日本機械學會『機械工學年鑑』昭和 17 年版、324 頁、第 12 圖。

商用車用日燃式コーライトガス発生炉本体の内部構造や反応帯の垂直分布は上向通風・乾式の木炭ガス発生炉とほぼ同様であった(図 2-4)。

図 2-4 日燃式コーライト・ガス発生炉



日本燃料機合同(株)『日燃式』石炭 及 半成コークス瓦斯自動車取扱法に就て』33 頁、第五圖、39 頁、第七圖⁶¹。

冷却器、清浄器、布清浄器や配管、弁、気化器スロットル等に対しては 1~数日毎の清掃が求められていた。この点は然し、木炭ガス発生装置や薪ガス発生装置、次に見る石炭ガス発生装置においても大同小異であり、その実施要領は燃料の品位や運転技量、運行状態によって大きく左右された。

乗用車用日燃式コーライトガス発生炉の仕様は乗用車用日燃式石炭ガス発生炉の場合と同じであったから、これについては次節で取上げる。

2) 日燃式石炭ガス発生装置

石炭は代燃化の初期から斯界の期待を集めていたが、固有の難点の技術的「解消」によって時期エースとしての将来性を確信されるに至っていた。即ち：

石炭自動車 木炭—薪—コーライトを経て石炭に到達した。木炭を自動車に利用した時既に石炭に着目してゐたが、石炭はタール分が多くこれの除去が困難な事と、硫黄分を含み機関各部の鉄部を腐蝕する事、且灰分が多いため悪性クリンカーを発生する所から実用化されなかつた。15 年度において無煙炭を原料としてこれが実用化に成功した。構造は略コーライト ガス自動車と同様であるが、特に燃滓排除を容易にし、ガス

⁶¹ 左図とほぼ同じモノが渡部他『内燃機関』(上巻)、211 頁に第 6・109 図として掲げられている。しかし、それが木炭ガス発生装置に係わる解説図として用いられている点は全くの出鱈目として謗られねばならない。その執筆者にとって対象物がつい十数年前までは現役の技術であつたという事実に鑑みるならば尚更である。

清浄器の性能を増し、脱硫器を新に設備した点が異なる。資源としては最も将来性があるから本自動車の改良発達に期待する処が大きい。無煙炭中北支陽泉炭が最も適してゐる⁶²。

歴史的経過とその技術的背景、そして又もや強調されるのは陽泉炭の品質 !!

自動車用燃料としての石炭の導入はしかし、現実には単体使用の形においてではなく混炭、即ち木炭不足を補うためのブレンド燃料という形で着手されていた。コーライトの導入自体もこのピンチに対する救援物資補給的な側面を有していたが、石炭ガス発生装置の普及に先立ち、コーライト・ガス発生炉ないし木炭ガス発生炉への石炭ブレンドが奨励され、その配給量が決定されたワケである。それはコーライト・ガス自動車に関しては営業用乗用車において月毎にコーライト 1.5 トンに追加して石炭 0.5 トン、貨物自動車においてコーライト 1.5 トンに加え石炭 1.0 トン、乗合自動車において同 1.5 トン、木炭自動車に関しては営業用乗用車に 0.5 トン、貨物・乗合には 1.0 トン、であつた⁶³。

かようなブレンド時代が暫時、経過した後、満を持したかのようにして投入された自動車用石炭ガス発生装置は発生炉各型式を総花的に引継いだ統制会社、日本燃料機(合同)に依る最新の開発成果であり、実質的にはその唯一の開発成果であつたと推論して差支えないように想われる。と同時に、それは「萬能發生爐の卵」と自称される程の優れモノであると喧伝されてもいた。曰く：

瓦斯發生爐の進歩發達は日毎に向上しつゝあると共に業者の望む性能への注文も大きくなつて参りまして、其の一つに何んでも焚ける萬能發生爐、即ち同一の發生爐に木炭、コーライト、無煙炭、有煙炭、亜炭コーライトは勿論、薪も使へたらと云う注文を聞くのでありますが、之れは少し注文が大き過ぎますが、現在の日燃式石炭瓦斯發生爐が此の萬能發生爐の卵程度まで進んで居ります⁶⁴。

換言すれば、日燃式石炭ガス発生装置は表 5 に掲げられた燃料の内、薪を除けばほぼ何でも焚くことが可能という点がウリであつた⁶⁵。

⁶² 日本機械學會『機械工學年鑑』昭和 17 年版、316 頁、より。

⁶³ 日本機械學會『機械工學年鑑』昭和 16 年版(1941 年 10 月)、299~300 頁、参照。

日本燃料機(株)『日燃式 石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』1~4 頁にもこの「混炭」についての記述が見られる。曰く、揮発分の少ない朝鮮の三陟炭、鳳泉炭と天然木炭や褐炭との混炭、陽泉炭と木炭との混炭で、後者の場合、石炭の比率は 30~50%、発生炉は湿式木炭ガス発生装置で給水点滴量はエネルギー密度の増大に応じて木炭の時よりも 15%増し。燃料充填法としては多層法、混合法、二層法があつた。

戦後、出版された記録として中村『代燃苦難時代の素描』44~48 頁にはバスの混炭試験('41 年 6~7 月)に係わるやや詳しい成績が採録されている。

⁶⁴ 日本燃料機(合同)『日燃式 石炭 及 半成コークス瓦斯自動車の取扱法に就て』46 頁、より。

⁶⁵ 同上書、9 頁、日本燃料機(株)『日燃式 石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』4 頁、にも「其他薪を除きては成分さへ條件に合へばなんでも使用出来ます」といった表現が見出される。

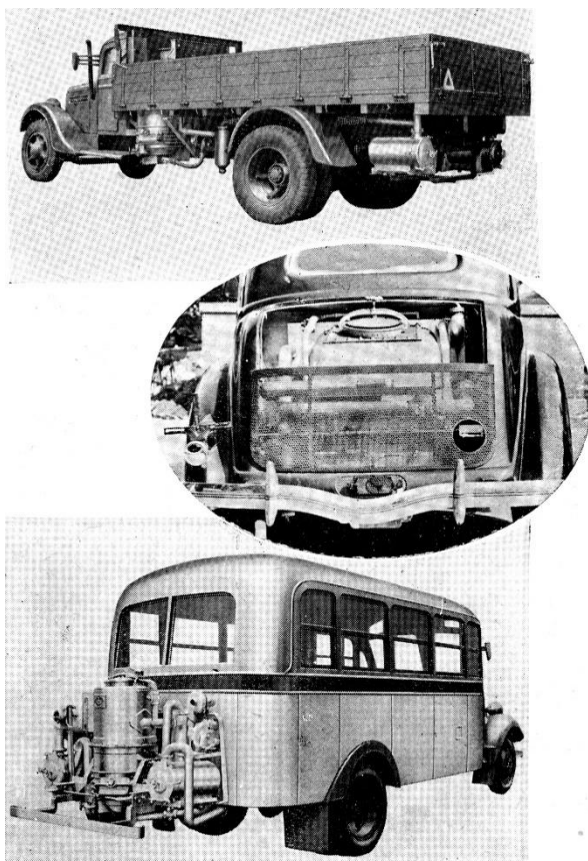
[illegible]

日本燃料機(株)『日燃式 石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』4~6 頁も同じ。

陽泉炭に觀る塊等は石炭の粒度で、大きい方から切込(採炭状態)、塊、中塊、小塊、粉(1in.以下)となる。

図 2-5 目燃式石炭ガス発生装置の車両装備状況

76



日本燃料機(株)『日燃式 石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』巻頭グラヴィア。

これらの内、フォード V8 とトラックの燃料別試験成績は表 2-6 にまとめられている通りである。残念ながら乗用車とトラックとではテスト条件の同一性が担保されておらず、敢えて燃料別とした意義さえ品揃えが不同であるため、かなり損なわれてしまっている。

表 2-6 日燃式石炭ガス発生装置装備車両の燃料別試験成績

(A) 日燃式乗用車型石炭瓦斯自動車 (三八年V8式フォード三〇馬力箱型)

燃料	貯炭量	行續力	荷重	初始動	大垂水峠登坂 浅川側 與瀬側	平均速度	最大速度	走行燃料 當リ	施行期日
木炭(八丈島産) コークライト (三菱内幌産) 炭化亜炭	四五 二〇 五	六 二〇 一〇〇	四名 四 四	四・三 四・六 四・〇	九・三 九・五 八・五	七・五 七・五 七・五	七・五 七・五 七・五	四・四 三・四 四・八	一六、五、三 一六、五、三 一六、一〇、元

(B) 日燃式トラック型石炭瓦斯自動車 (ニッサン號貨物車)

燃料	貯炭量	行續力	荷重	初始動	平均速度	最大速度	燃料消費 量	走行燃料 當リ	走行燃料 當リ	施行期日
石炭(陽泉炭) 天然木炭	二〇 一〇〇	二〇〇 一五	四 一五	五・五 七・五	八・四 八・七	六・五 七・三	四・七 三・八	七・〇 七・〇	五・五 二・七	一六、五、五 一六、四、三

〔註〕 (A)(B) 表共木挽町日燃本社前より甲州街道八王子を経て大垂水峠及與瀬に至る往復一三〇軒にて施行

燃料	貯炭量	行續力	荷重	初始動	再始動	平均速度	最大速度	燃料消費 量	走行燃料 當リ	走行燃料 當リ	施行期日
石炭(陽泉炭) 同(名好炭) 同(焦作炭) コークライト (三菱内幌産) 木炭	一四 一四 一四 一五 五	一四 一四 一四 一五 二、〇〇〇	一四 一四 一四 一五 二、〇〇〇	七分	七分	二・〇 二・〇 二・〇 二・〇 二・二	五・〇 六・〇 六・〇 五・〇 五・〇	六・八 四・七 四・七 三・八 三・八	一・三 二・六 二・六 二・六 二・六	二・六 二・六 二・六 二・六 二・六	一五、七、六 一五、二、〇 一五、二、〇 一五、二、〇 一五、二、〇

日本燃料機(株)『日燃式 石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』43~44 頁より。

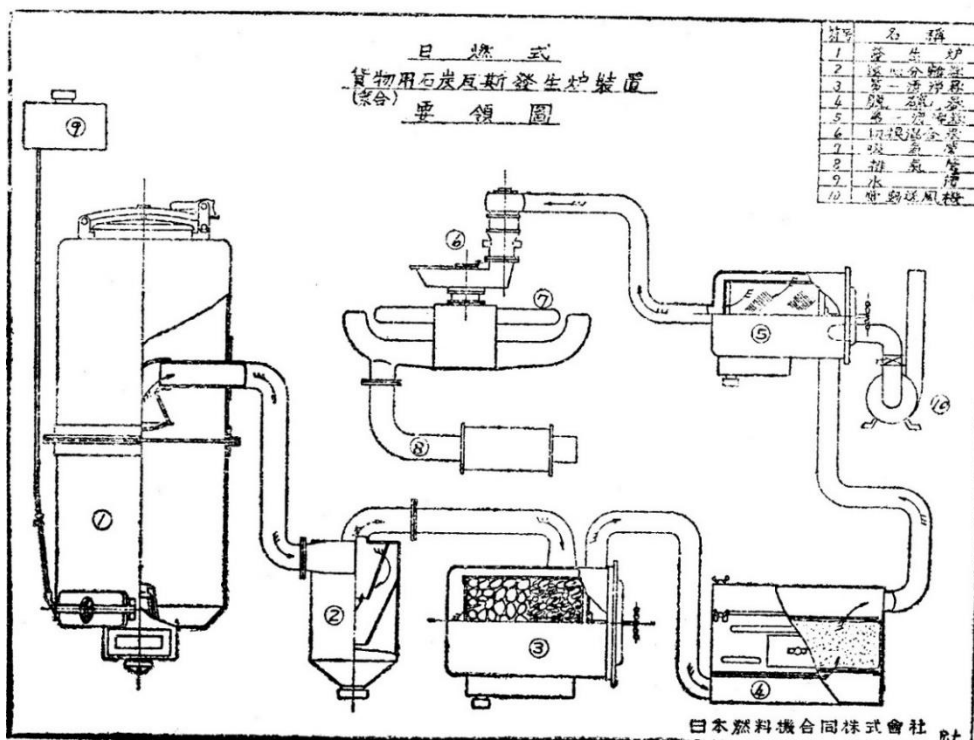
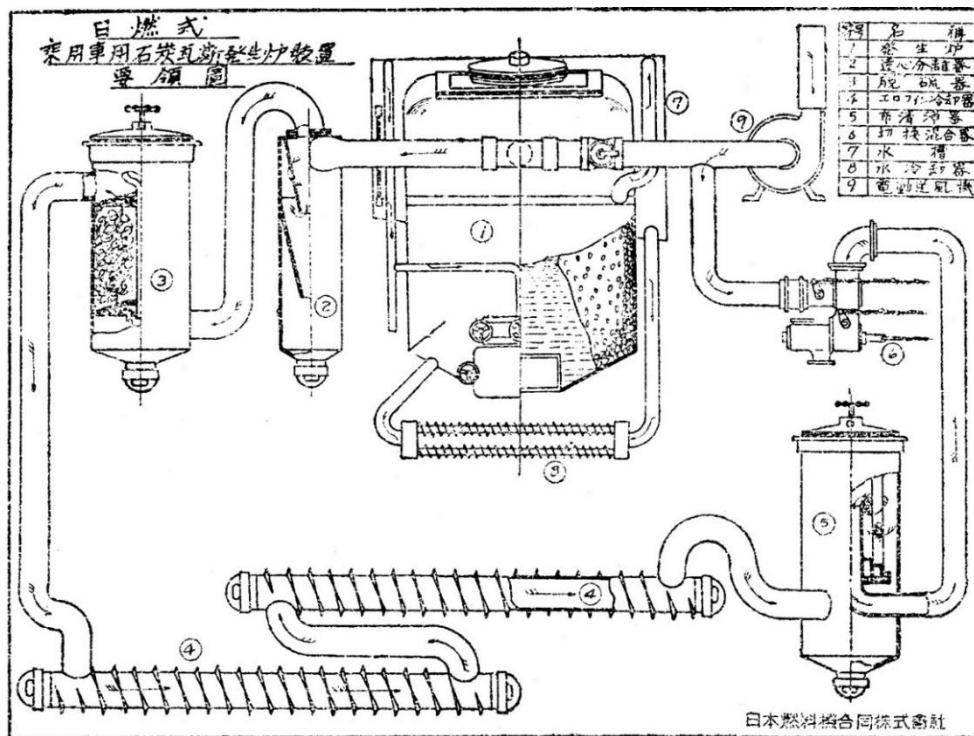
日本燃料機合同(株)『日燃式 石炭 及 半成コークス瓦斯自動車の取扱法に就て』47 頁も

ほぼ同じであるが、乗用車の炭化亜炭の列に大幅な脱漏があるので採らない。

薪以外、どんな固体燃料でも供し得るとされた乗用車用および貨物自動車・乗合自動車用の日燃式石炭ガス発生装置の要領図を図 2-6 に示す。こちらは上向通風・湿式の木炭ガス発生装置と類似の構成を有する発生装置であった。なお、ここでも上図、⑨電動送風機回りの矢印はアベコベである。火入れに際しては送風機左のコックを開き、吸風して上方に短絡排気する。その後、コックを閉じれば発生ガスは吐き出される空気を追うようにして②→③→④→⑤を経て大気中へと排出されるから、その終了後、機関をクランキングする。乗用車用石炭ガス発生装置においても貨物自動車・乗合自動車用のそれにおいても送風機は吸風機

として機能せしめられていた。下図⑤に観る改良点も図 2-2 に同じ。

図 2-6 日燃式石炭ガス発生装置の要領図(その 1)

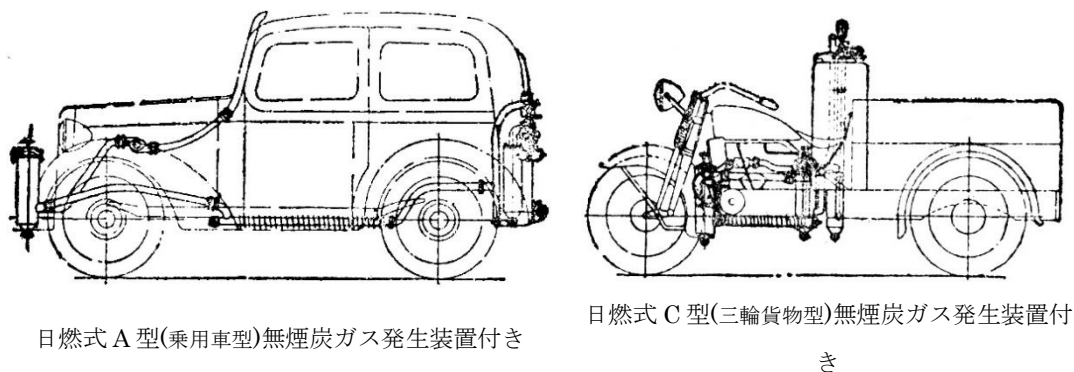


日本燃料機合同(株)『日燃式 石炭 及 半成コークス瓦斯自動車の取扱法に就て』6 頁、より。

3) 小型自動車用日燃式石炭ガス発生装置

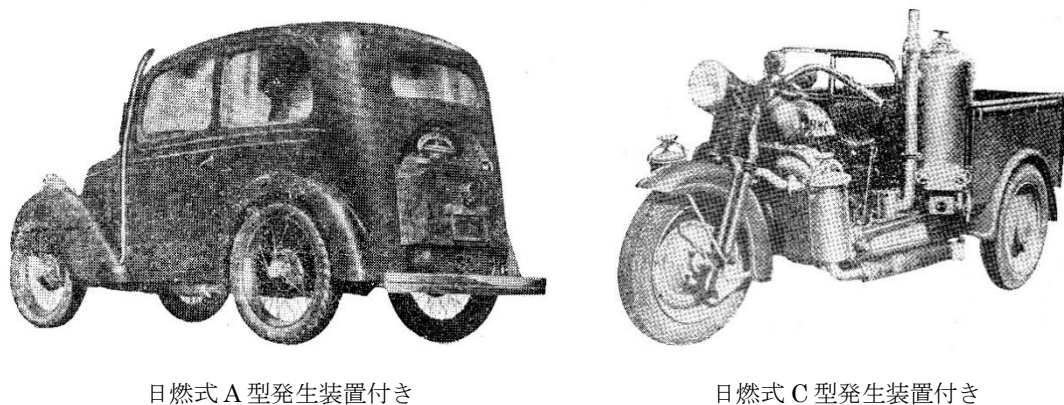
日燃式石炭ガス発生装置には木炭ガス発生装置と同様、小型自動車用の発生装置も存在した。それらは「萬能發生爐の卵」と位置付けられていた筈でありながら、この統制会社自身に依って「無煙炭瓦斯發生爐装置」などと呼称されていた。その装備図、外観写真、装置要領図を図 2-7~9 として掲げておく。小型 4 輪車用発生装置に見るシュノーケル状の管は空気吸入管である。吹き返しに因って有毒ガスが運転室内に進入するのを防ぐため、高所に開口せしめられていたワケである。

図 2-7 小型自動車における日燃式無煙炭ガス発生装置の装備図



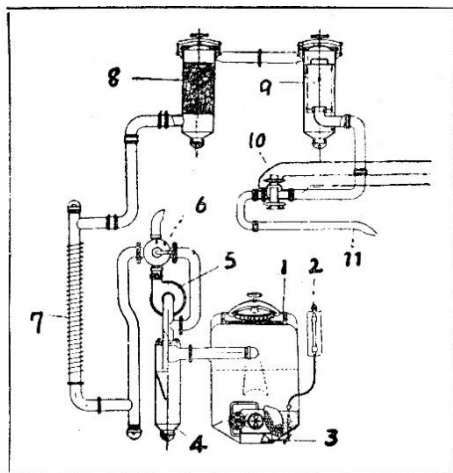
藤本 晟・日本燃料機合同『小型瓦斯發生爐自動車 運轉者讀本』表紙イラスト。

図 2-8 日燃式無煙炭ガス発生装置を有する小型自動車の外観



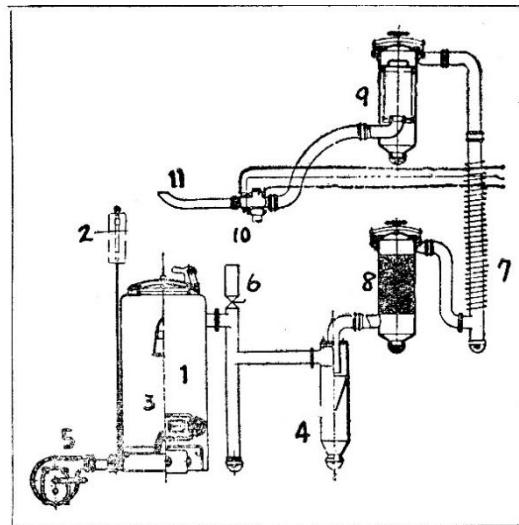
同上書、七頁、第一圖、一〇頁、第四圖。

図 2-9 日燃式 A 型・C 型無煙炭ガス発生装置要領図



- | | |
|-----------|--------------|
| 1 發生爐本體 | 7 エロフィン冷却管 |
| 2 水 槽 | 8 第二清淨器 |
| 3 水 套 | 9 布清淨器 |
| 4 遠心分離器 | 10 切換弁、空氣混合器 |
| 5 電動吸風機 | 11 空氣吸入管 |
| 6 四方切換コック | |

日燃式 A 型



- | | |
|-----------|--------------|
| 1 發生爐本體 | 7 エロフィン冷却管 |
| 2 水 槽 | 8 第二清淨器 |
| 3 掃除 11 蓋 | 9 布清淨器 |
| 4 遠心分離器 | 10 切換弁、空氣混合器 |
| 5 手動送風機 | 11 空氣吸入管 |
| 6 排氣コック | |

日燃式 C 型

同上書、四三頁、第十圖、四五頁、第十二圖。

これらの他、小型車用として同じ文献には「日燃式 I 型(貨物型)木炭瓦斯發生爐装置自動車」(4 輪用)以外にも「津田式乗用車型木炭瓦斯發生爐装置自動車」や「東亜式 D 型(貨物型)木炭瓦斯發生爐装置自動車」(3 輪用)、「中央式双立 A 型(貨物型)木炭瓦斯發生爐装置自動車」(同)といった非・日燃式の諸型式が紹介されている。マイナーなアセチレン自動車界にまで視野を広げれば「トーヨー式(3 輪用：東洋工業[マツダ])」、「ダイハツ式(3 輪用：発動機製造)」といったブランドの存在が知られていた。下からのモータリゼーションの主役、小型自動車界は日燃式統制型の普及が殊更、間に合い難い隙間領域をなしていたものかとも想われる⁶⁷。

なお、以上の小型車用ガス発生装置の内、中央式双立型の概要と来歴、展開については商工省と農林省という所轄官庁のズレを反映した統制の微妙な実態を垣間見させる格好の補足情報であるから、別途、次節にてやや具体的に取上げることとする。

4) 日燃式石炭ガス発生装置の技術

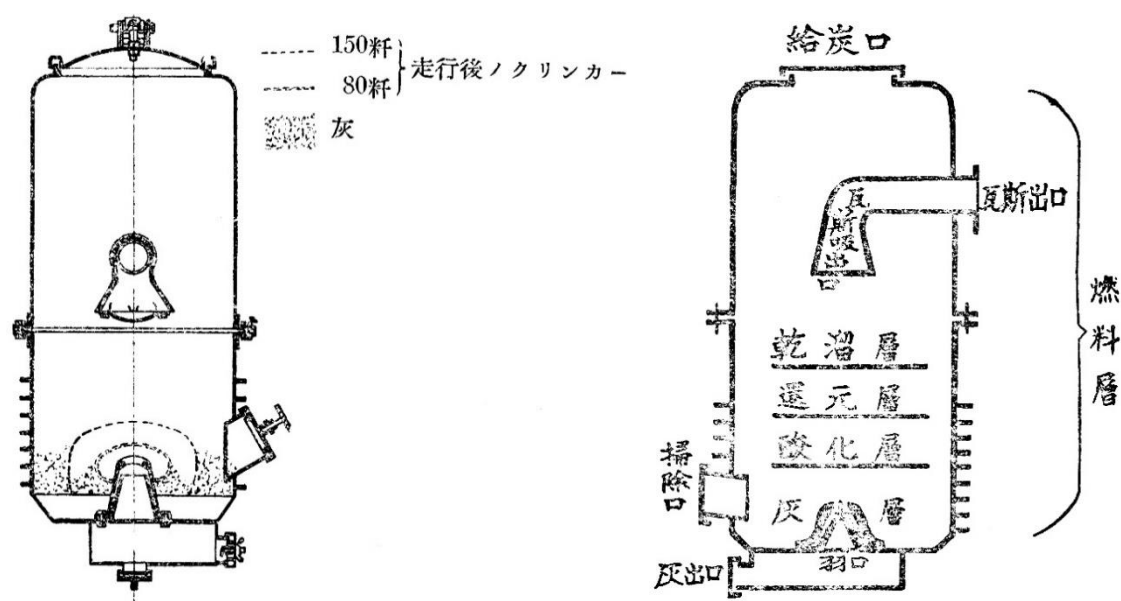
日燃式石炭ガス発生装置に論を戻せば、商用車用のその特色は通常のロストルを持た

⁶⁷ 藤本 晟・日本燃料機合同『小型瓦斯發生爐自動車 運轉者讀本』、藤本 晟著・日本アセチレン瓦斯發生機工業組合編『アセチレン自動車讀本』機甲青年社、1942 年、本稿第 3 章、参照。小型自動車界における低い代燃化率を示す数値断片については本稿、表 1-21、参照。

小型自動車用の各種国産ガス発生装置、圧縮ガス装置、液化ガス装置については日本機械學會『機械工學年鑑』昭和 17 年版、326 頁、第 13 表、参照。

ず、空気吐出し口を炉底中央に突出させたその発生炉構造にあった。図 2-10 は貨物自動車・乗合自動車用の日燃式石炭ガス発生炉のそれである。炉底の真ん中にご注目頂きたい。その絵柄はさしずめクリンカーの山並みの中央に位置する独立峰といった趣であるが、実際のそれは勿論、石炭の海の底での状景である。その開発に当って参考にされたモデルは Hinterberg の Gusttloffwerke Otto E.P. に依って開発された円錐ロストル(Kegelrost)を特徴とする Ostmark 薪ガス発生炉辺りに存ったのかとも想われるが、残念ながら確証はない(図 2-11)⁶⁸。

図 2-10 バス・トラック用日燃式石炭ガス発生炉とクリンカー生成状況



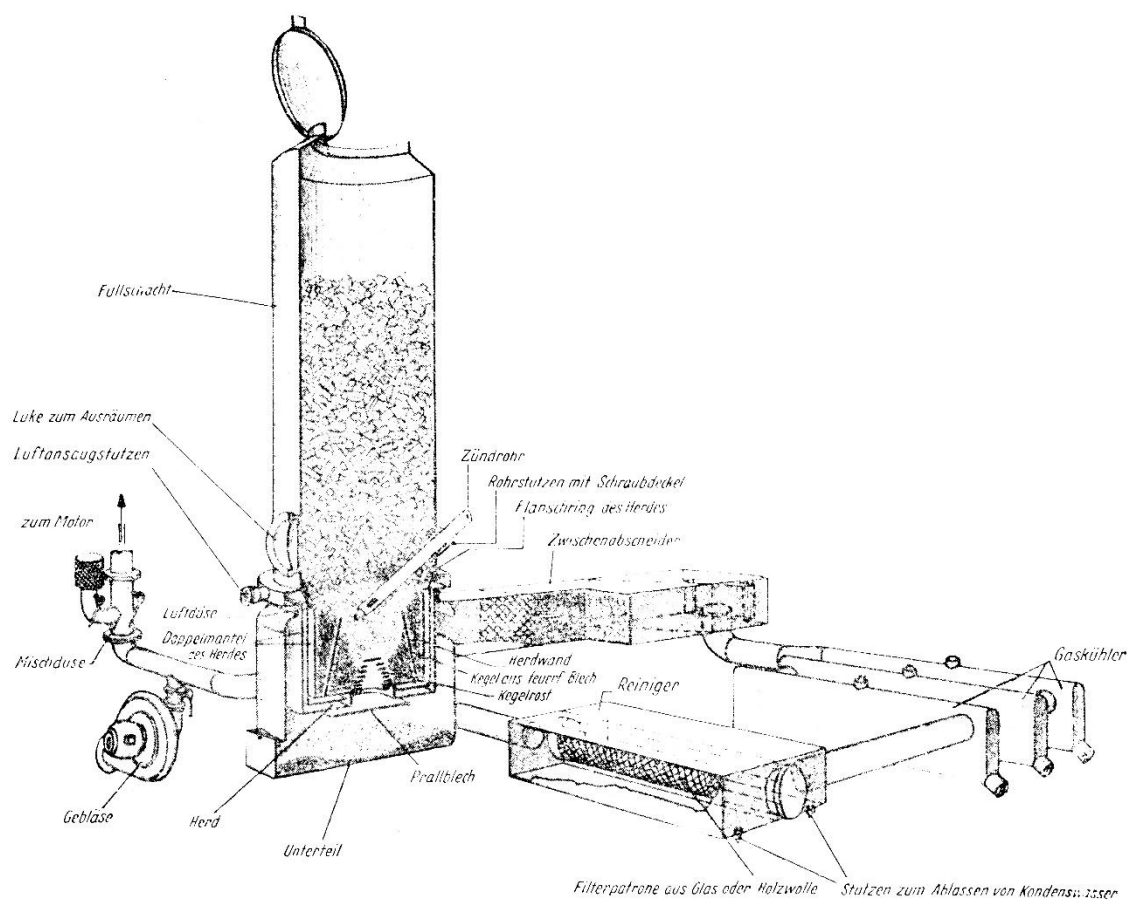
左：日本燃料機合同(株)『日燃式 石炭 及 半成コークス瓦斯自動車の取扱法に就て』40 頁、第八圖。

右：日本燃料機(株)『日燃式 石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』29 頁、第五圖。

左図については日本燃料機(株)『日燃式 石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』30 頁、第八圖もほぼ同じ。

図 2-11 円錐ロストル付き Ostmark 薪ガス発生装置

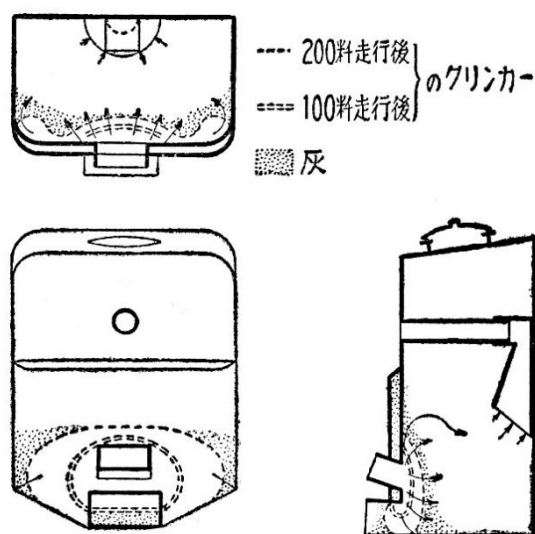
⁶⁸ オストマルク・ガス発生器については星野前掲『獨伊に於ける代用燃料車の研究』第 1 編第 3 章 獨逸に於ける自動車用最新ガス発生器(W., Hellen, Neuzeitliche Generatoranlagen für Kraftfahrzeuge. A.T.Z., Jg.43, Ht.2, 1940 の翻訳)、参照。但し、その通風は下向きである。



星野『獨伊に於ける代用燃料車の研究』38頁、第1編 第3章 第7圖。

同じく、乗用車用のその特徴もロストル無しであったが、通風は横からであった。こちらはコーライトにも石炭にも同じものが供された(図 2-12)。もっとも、商用車であれ乗用車であれ、日燃式石炭ガス発生装置における無ロストル構造を支えた、あるいはそれを可能にした要因は灰分が 7%程度に過ぎぬ上、灰の融点が高いためクリンカ生成が少なく、かつその形状も多孔質の板状とはならず小塊に分離する傾向を有するが故に通気を妨げぬという陽泉炭の誠に優れた性質にあった。この意味において、日燃式石炭ガス発生装置は偏食という根本的な脆弱性を有する戦時不適応的戦時技術の域を脱してはいなかった。

図 2-12 乗用車用日燃式石炭ガス発生炉とクリンカ生成状況



日本燃料機(株)『日燃式 石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』33 頁、第七圖。

日本燃料機合同(株)『日燃式 石炭 及 半成コークス瓦斯自動車の取扱法に就て』

37 頁、第六圖は一部の図が天地逆になっているので採らない。

日燃式石炭ガス発生装置の投入直後、即ち 1941 年上半期時点における日燃式薪・木炭・コーライト・石炭ガス発生装置のラインナップと各種日燃式ガス発生装置から得られる発生炉ガスの平均的成分は表 2-7 の通りであった。発熱量などについて観れば、此処には非常に良好な数値が掲げられており、むしろ優良データの陳列ではないかと訝られるが、ともかく、商用車用石炭ガス発生装置を装備したトラック、バスの燃費は 0.463kg/km (2.16km/kg) であった。

表 2-7 '41 年上半期時点における日燃式薪・木炭・コーライト・石炭ガス発生装置の諸元
ならびに各種日燃式ガス発生装置から得られる発生炉ガスの平均的成分

表 2-8 日燃式木炭・薪・コーライト・石炭ガス発生装置付き自動車の走行試験成績

試験車輛	荷重	燃料	地 形	運行距離	最高時速	平均時速	消費量	初 動
フォード乗用車	五人	木炭	平坦地	一五・七 軒	五五・〇	二七・〇	五・一七	五分〓五分 一時間後 二分〓四分
同	五人	同	坂路	七・四	三三・〇	三三・二	三・二六	
同	同	同	同	同	同	同	同	
ユツサントラックス	二〇〇 軒	同	平坦地	一五・七	三〇・六	四八・五	二・八八	四分半〓六分 五分〓五分
同	同	同	山岳地(御坂峠)	七・四	三三・九	三四・三	二・二一	
同	同	薪	平坦地	一五・五	二九・五	八九・五	一・五六	六分〓十分 五分〓七分
同	同	同	山岳地(御坂峠)	七・四	二〇・三	六九・〇	一・〇五	
フォード乗用車	五人	コー イト	平坦地	八六・八	九六	四三・八	一九・八	四分半〓五分 四分〓七分
同	同	同	山岳地(御坂峠)	七・四	三四・八	二〇・四	三・五	
同	同	同	同	同	同	同	同	
ニツサントラック	二〇〇 軒	同	平坦地	一〇三・〇	六〇	三八・〇	四三・〇	二分〓七分 七分〓十分
同	同	同	山岳地(長尾峠)	一三・一	三三・五	九七・五	一・三四	
同	同	同	平坦地	一〇一・〇	七三	四三・〇	二五・〇	四分〓四分
フォード乗用車	五人	石炭	平坦地	一〇一・〇	七三	四三・〇	二五・〇	四分〓四分
同	同	同	山岳地(和歌山峠)	一九・〇	六六	三八・〇	三・一三	五分〓七分 七分〓九分
同	同	同	平坦地(箱根ヲ含)	一五・四	六〇	二六・五	二・三三	
ユツサントラック	一七〇 軒	同	山岳地(御坂峠)	一四・〇	四三	二〇・〇	七三・〇	一分〓五分 五分〓八分 七分〓十分
同	同	同	同	同	同	同	同	

日本燃料機合同(株)『日燃式』石炭 及 半成コークス瓦斯自動車の取扱法に就て』50~51 頁、より。

日本燃料機(株)『日燃式』石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』48~49 頁も同じ。

消費量の項、「秆/時」(km/h)は“秆/珎”(km/kg)の誤り。

とまれ、表 2-8 に拠る限り、石炭トラックの場合、単純平均 1.96km/kg で、総じて 2.0km/kg 前後という燃費が相場であったと理解して良さそうである。表 2-7 に掲げられた値は 2.16km/kg であったから、当然ながら表 2-7 と表 2-8 に観るメーカー発表値の間に大きな齟齬は無い。

なお、日本燃料機合同は当該資料の中で：

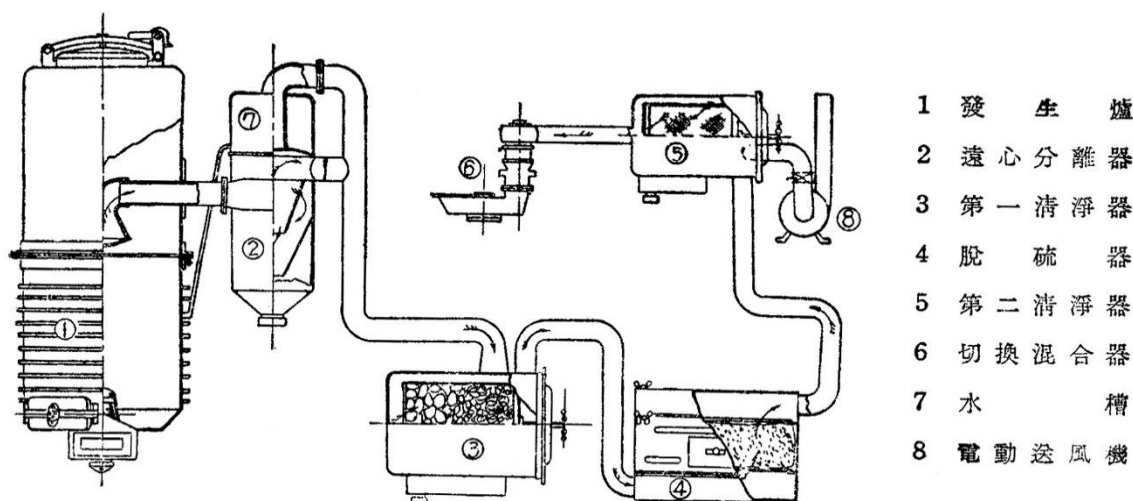
以上之等燃料別使用法と各種の燃料を混合して使用する際の取扱法と注意要項及び
本社に於いて実験せる各種のデータに就いては別冊を以て發表することゝし省略致し

ます⁶⁹。

と述べている。遺憾ながら左様な詳細資料が公刊されたのか否かについては今のところ不明とせざるを得ない。

他方、東京鐵道局の技術者、清水甲三はその著書の中で「最近に至り、實用の自動車用石炭ガス發生裝置として出現した日本燃料機合同株式會社の、所謂日燃式裝置」について紹介・解説しつつ、省営スミダ大型バスの日燃式發生裝置による石炭ガス自動車としての運行試験成績を紹介している。これを図 2-13 及び表 2-9 として掲げておこう。図 2-13 は比較的初期の日燃式石炭ガス發生裝置の姿を伝えている筈である。

図 2-13 清水の掲げた初期の日燃式石炭ガス發生裝置



清水甲三『自動車及各種代燃車』山海堂、1942 年、348 頁、第 432 圖。

表 2-9 に観られるように、運行試験における供試燃料は果せるかな陽泉炭であり、中々好調な $0.71\text{kg/km}=1.41\text{km/kg}$ なる総平均燃料消費率が掲げられている。僅か 10 人乗車、総重量約 6.5t の状態であったとは言え、供試車両が時の最重量級国産バスであったことを勘案すれば、これは表 7, 8 掲載の 2.0km/kg 前後とも齟齬しない良好な値であると言えよう。

因みに、供試車両「C 型」は鉄道省大型乗合自動車の規格呼称であり、省営大型バスの車体重量は 3.5t、商工省標準形式自動車系の省営中型バスのそれは 2.10~2.15t であったから、大形は中型の+65%という自重を有していたことになる。許容総重量も 7.7t 対 5.2t 程度で約 5 割増しであった。なお、スミダ大型バスのメーカー車型呼称はスミダ R 型、機関はかゝるスミダ D6 型であった⁷⁰。

⁶⁹ 『日燃式』石炭及半成コークス瓦斯自動車の取扱法に就て』48 頁、より。

⁷⁰ 車両については梶浦浩二郎他『電氣鐵道・自動車・船舶・電氣通信』鐵道常識叢書 第六篇、鐵道研究社、1934 年、二 - 八三~二 - 九三頁、スミダ D6 型について簡単には拙著『鐵道車輛工業と自動車工業』日本經濟評論社、2005 年、59~63 頁、前掲『ある鐵道事故の構図』44、47~48 頁、参照。

表 2-9 スミダ大型バスの石炭自動車としての運行試験成績

運 行 区 間		箱根——東京			運 行 料 程		100.3 料		
試 験 車 輻		省營自動車スミダ大形乗合自動車			C 402216				
軸 距(耗)		4,700	車 長(耗)		7,490	車體重量		約 6,500 匁	
機 關		D6 形	シリンダ數——直徑(耗)×行程(耗)			6—110×135			
機 關 壓 縮 比			4.8		シリンダ排氣量		7,700C.C.		
最 高 出 力 (IP)			100		最 高 廻 轉 數		2,800/毎分		
ガス發生裝置形式			日燃式		發生裝置重量(匁)		約 400		
積 載 荷 重(匁)		1,750	乗 員		10 人	全 荷 重(匁)		約 2,300	
地 名	發 着 時 分	運轉 時分	區 間 料	平均 速度 (料/時)	燃料消費量		溫度 (°C)		摘 要
					(匁)	(匁/料)	冷却水	外氣	
湯 本	發 9-16	36	6.0	10.0			55	26	第 1 及第 2 速度ニテ登 坂途中ガス切レナシ
宮 ノ 下	着 9-52						75	24	
	發 9-54								
湯 本	着 10-10	16	6.0	22.5	16.3	1.49	48	24	
合計及平均		52	12.0	13.8	16.3	1.49			
湯 本	發 10-21	15	7.7	30.8			48	24	No4. 5, 點火栓汚 損替再始動 5 分
小 田 原	着 10-36								
	發 10-58								
大 磯	着 11-21	23	15.2	39.7					
江 ノ 島	發 11-22	24	17.2	43.0	33.0	0.825	68	26	灰及クリンカー除去 約 2 匁再始動 10 分
	着 11-46						55	28	
保 土 ケ 谷	發 1-38						46	22.2	
	着 2-24	60	26.0	26.0	29.5	0.61	71	29	
發 2-42									
品 川	着 3-42								
合計及平均		168	88.3	31.7	62.5	0.71			
記 事									
1. 出發前點火ガス發生迄 5 分 機關起動迄 2 分 計 7 分									
2. 機關始動にガソリンを使用せず									
3. 運轉最高速度 65 料/時 大磯海岸道路平塚附近									
4. クリンカーの發生は蜂巢狀にて極めて脆き結晶となり除去容易なり									
使用石炭 北支産 陽泉炭									

同上書、350 頁、より。

3. 代燃統制の境界領域と中央貿易の中央式双立型ガス發生裝置

小型自動車界における代燃裝置が必ずしも日燃式に帰一していなかった点については上

にも触れた通りである。非・日燃式代燃装置の素性についての体系的理解は困難を極めようが、その一つ、中央貿易合資会社によって開発された中央式双立型ガス発生装置の来歴についてはかなり良質な情報の提示が可能となっているので、この場を借りて紹介を試みておくことにしたい。

香川常吉(1884~1975)によって創業された中央貿易合資会社は 1915 年、サンフランシスコに中央貿易(株)として誕生し、'20 年、排日運動激化の煽りで本拠地を大阪市西区江戸堀に移転した。'27 年、中央貿易合資会社へと商号を変更し、一時期、合資会社中央機械農工場を名乗ったものの、戦後、再び中央貿易合資会社となった。同社は戦前期、“スミスモーター”その他ガソリン機関の輸入元として、戦後は農業機械輸出・農業技術移転事業の分野において広く知られ、斯界に一定の地歩を築いていた会社である⁷¹。

創業者香川常吉はまた大日本農機具協會、全日本小型自動車協會、薪炭瓦斯普及協會、日本軽自動車發生爐工業組合等の設立に関与し、それらの要職を歴任した。その過程で開発されたのが中央式双立型ガス発生装置であり、燃料としては主として木炭が供されたが、最終的にそれは石炭、コーライトのブレンドにも堪えるモノとなって行った。

香川と木炭ガス発生装置との出会いは彼が'34 年 9 月、東京に大日本農機具協會を設立した時にあった。香川がその初代理事長に推した人物はミウラ式木炭ガス発生装置で知られる三浦 実であった。ミウラ式発生装置は東工業(株)(日本橋區大傳馬町)によって工業化されていた。香川はその農業用トラクタへの応用の必要性を説き、満鉄開拓部と交渉の上、農業用トラクタにミウラ式木炭ガス発生装置を装備して大連農場にて実証実験を行い、内地各所においてもデモンストレーションを実施した。

'35 年 2 月、全日本小型自動車協會の創設に係わった香川は翌年 2 月、大日本山林會内に薪炭瓦斯普及協會を設立し、薪炭ガス発生装置と薪炭ガス専用発動機に係わる啓蒙・普及活動に努めた。もっとも、この薪炭瓦斯普及協會は'40 年 5 月の日本燃料機合同創立を前にその役割を終え、解散に至っている。

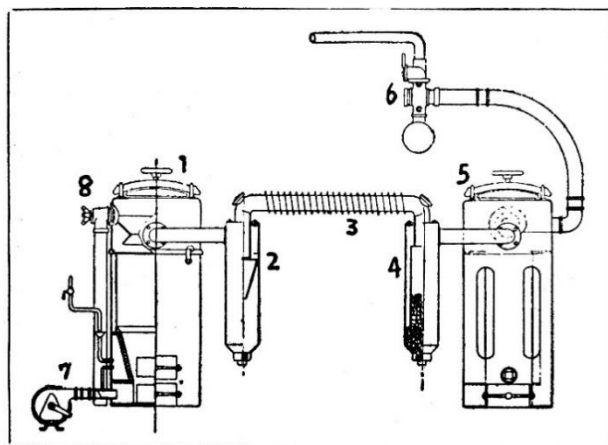
香川はまた自らガス発生装置を考案し、これを自動三輪車に装備し、大阪から箱根を越えて東京へと走らせ、その宣伝活動を行った。「木材及び木炭使用によるガス発生機」(52 頁)に係わる香川の技術は'38 年 1 月、何故か時の杉山陸軍大臣の名義で陸軍省特許を下付された。もっとも、薪を燃料とし得る装置が本当に開発されていたのか否かについては定かではない。

中央式双立型木炭ガス発生装置(図 2-14)は'40 年 6 月 23 日に考案され、農林省主催の性能試験に合格、農林省告示第 27 号の指定を受けた。翌年 8 月 16 日、中央式双立型木炭ガス発生装置は漸く商工省認定機種となり、代燃車に係わる奨励補助金の交付対象に指定された。統制は農林省管轄下の農業機械と商工省管轄下の自動車とでは行政的に別系統となっ

⁷¹ 香川常吉『発展途上国の開発に五十年』私家版、1975 年、拙稿「スミスモーター再論」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載)、参照。以下、香川の足跡については『発展途上国の開発に五十年』48~50、52、54 頁、に拠る。

ており、装備対象車種である自動三輪車は謂わば自動車の辺境辺りに位置付けられていたものと見え、恐らく、小型 4 輪車用ガス発生装置の場合も状況は類似ではなかったかと想われる。

図 2-14 中央式双立 A 型(三輪貨物)木炭ガス発生炉装置要領図

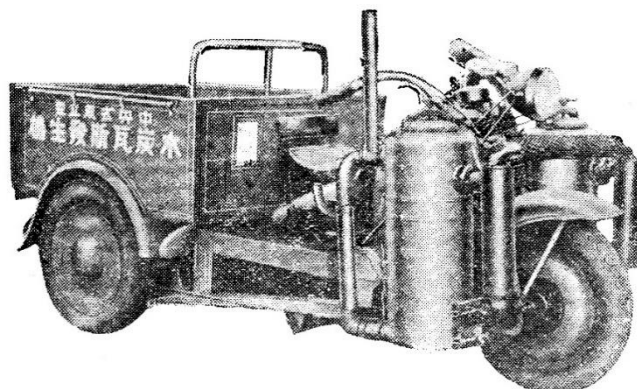


- | | |
|-------------|-------------------|
| 1 發 生 爐 本 體 | 5 瓦 斯 冷 却 兼 清 淨 器 |
| 2 遠 心 分 離 器 | 6 空 氣 混 合 器 |
| 3 エロフィン冷却管 | 7 手 動 送 風 機 |
| 4 第 二 清 淨 器 | 8 排 氣 コ ッ ク |

藤本 晟・日本燃料機合同『小型瓦斯發生爐自動車 運轉者讀本』四十八頁、第十五圖。

もつとも、図 2-15 の如き自動三輪車では前輪操向角度が制約されたであろうし、軽積載時であってもドライバーがその過大な前輪荷重に悩まされたであろうことは必定である。

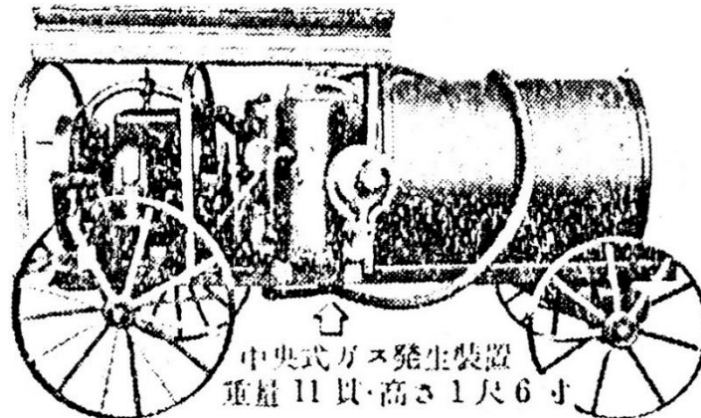
図 2-15 中央式双立 A 型(貨物型)木炭ガス発生炉装置自動車



同上書、十二頁、より。

なお、中央式双立型発生装置は自動三輪車のみならず同社本来の農業機械分野、即ち耕耘機や動力噴霧器にも装備されている(図 2-16)。

図 2-16 中央式双立可搬型ガス発生装置・機関ユニット(動力噴霧器?)



日本機械學會『機械工學年鑑』昭和 18 年版、1944 年 8 月、252 頁、第 14 図。

注記の高さは台車を含め装置単体のそれであろう。

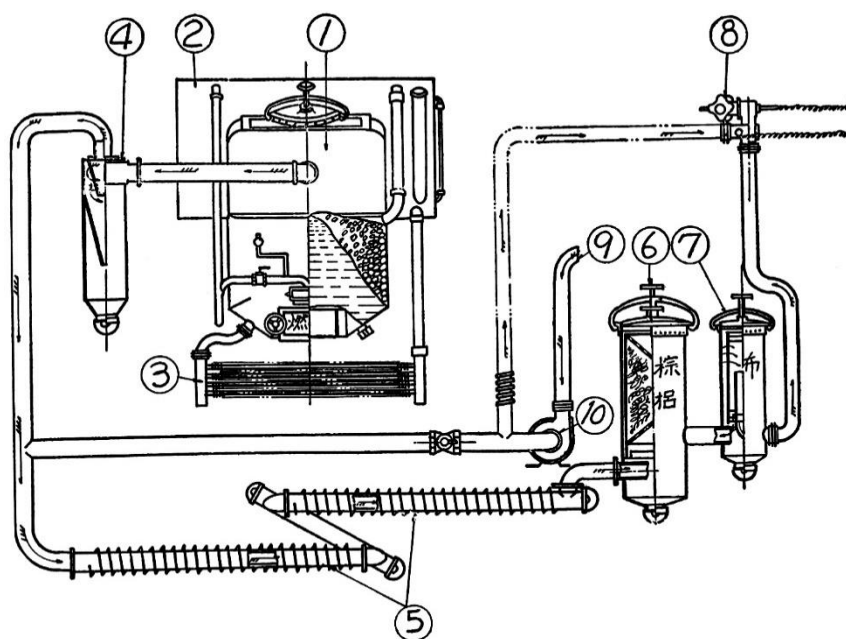
図 2-16 に示す可搬式ユニットの発生炉は木炭を主燃料としつつ石炭、コーライトのブレンドにも対応可能と謳われている。もっとも、この点は同時代の木炭ガス発生炉においてはごく普通の特性となっていた。

4. 日燃式石炭ガス発生装置の技術的限界

1) 日燃式石炭ガス発生装置の熟成

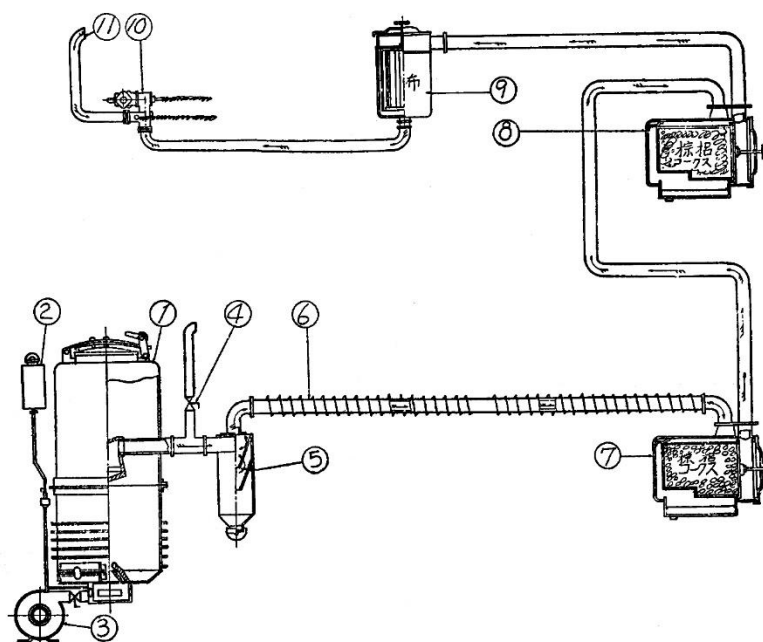
図 2-17 は図 2-6 を得た日本燃料機合同(株)『日燃式 石炭 及 半成コークス瓦斯自動車の取扱法に就て』が現れたほんの翌月に発行された同じ日燃機の取説から採った乗用車用・トラック用日燃式石炭ガス発生装置の作動要領図である。僅か 1 か月の間に乗用車用では脱硫器の位置変更と布清浄器のコンパクト化が、トラック用では吸風機の押込み送風機への切替えがそれぞれ実施されている。

図 2-17 日燃式石炭ガス発生装置の要領図(その 2)



C-P 石炭乗用車用
日燃式瓦斯發生爐装置
要領圖

符號	名 稱
1	發 生 爐
2	水 槽
3	水 冷 却 器
4	遠 心 分 離 器
5	冷 却 器
6	脫 硫 器
7	布 清 淨 器
8	切 換 混 合 器
9	吸 氣 管
10	吸 風 機



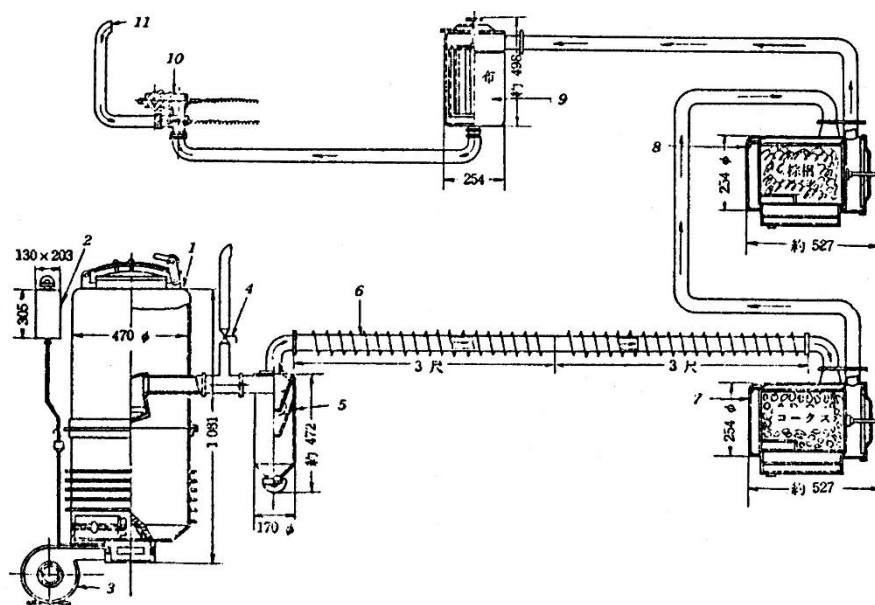
C-T 石炭貨物車用
日燃式瓦斯發生爐装置
要領圖

符號	名 稱
1	發 生 爐
2	水 槽
3	電 動 送 風 機
4	排 氣 コ ッ ク
5	遠 心 分 離 器
6	冷 却 器
7	第 一 清 淨 器
8	脫 硫 器
9	第 二 清 淨 器
10	切 換 混 合 機
11	吸 氣 管

日本燃料機(株)『日燃式 石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』巻頭グラヴィア。

図 2-18 は更にその約 1 年半後、1942 年 12 月に公開されたトラック用石炭ガス発生炉装置“CT”型の主要寸法入りの要領図と諸元表である。前図の C-T 型と比べても変更点はないから、日燃式石炭ガス発生装置は『日燃式 石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』の発行時点、'41 年 6 月でほぼ完成していたと推察されて良からう。

図 2-18 CT 型石炭ガス発生炉装置



構造、機能

発 生 炉	丸型上向通風湿式で炉底中央に特殊な羽口を有する
遠 心 分 離 器	円筒型で遠心力を利用し、ガス中の固形分を除去する
第 1 清 浄 器	円筒型でコークスを用ひ炉過清浄させる
脱 硫 器	円筒型で棕櫚、木毛等を用ひ炉過清浄させる
布 清 浄 器	円筒型で布を用ひ炉過清浄させる
冷 却 器	2 1/2' エロフィンパイプを用ひガスを濃縮冷却させる
混 合 器	適量の空気と混合させて爆発圧力を増大させる
送 風 機	CF-5 型強力電動送風機

容量及び性能

重 量	貯炭量	行 続 力 (1 回の貯炭にて)	登 坂 力 1/6 勾配-200 m	燃料消費量 (100 km 走行)	始動時分
250 kg	140 kg	120 km	1 mn 8 s	48 kg	8~12 mn

- 特長
1. 耐火煉瓦を使用しない——破損し易い耐火煉瓦を使用しないため発生炉の故障が少い
 2. 各種の燃料を使用し得る——石炭は勿論コーライト、木炭、亜炭等の各種燃料を使用し得る

日本機械學會『機械工學年鑑』昭和 17 年版、325 頁、第 13 圖。

2) 運行試験成績から

1942 年 9 月、陸軍技術本部は日燃式石炭ガス発生装置を装備した 2t 積載のニッサン・トラックを用い、関東方面にて 5 日間、延べ走行距離 625km、実走行時間 34 時間 40 分、平均速度 18km/h の路上試験を実施した。使用炭は陽泉炭で、その消費量は 495kg であった。

この試験からは日燃式石炭ガス発生装置の欠点が如実に示された⁷²。

朝イチの始動には 8~50 分、概ね 20 分程度を要した。然るに、1 時間以上停車すると再始動は概してもたつき、最短でも 12 分を要した。その後の加速力も劣り、上り坂、更に坂道発進には難渋した。また、2 時間以上の連続走行では出力の減退が著しかった。これは炉内温度が上昇しガス成分が変化(CO_2 が増加)するからと考えられた。石炭の粒度が大きいほどこの傾向は著しかった。水を増してやれば水性ガスの発生が活発化してガスの性状はやや改善された。本来なら石炭の 20% 程度の水を供給したい処ではあるが、実用上、14% を超えれば炉内温度の低下が招来されるため、それが精一杯であった。

3~4 時間走行するとクリンカが発生し、ガス清浄器にも詰りを生じて出力減退は一層、顕著となった。更に、都合 5 日間の試験ではあったが、後になるほど成績は不良化した。即ち、2 日目に 5 時間 50 分でカバーした同じ道程に 3 日目には 6 時間 25 分程度、4 日目には 7 時間 20 分を要した。平均速度はそれぞれ 20.3km/h、17.9km/h、15.7km/h と低下しており、石炭消費量は 78.7kg、99kg、99.4kg と推移した。

5 日間の試験終了後、分解検査が実施された。機関内部は炭粉やタール、灰分、潤滑油が混じった黒い燃性物質でベトベトという状況であった。軽負荷運転ならこれほど汚染が進むことはなかったというが、所詮、トラックを軽荷重でばかり走らせておくワケには行かなかった。

日本燃料機の技術者、佐野卯三吉からは自動車ではなく鉄道車両、即ちガソリン動車の代燃化に係わる実情が報告された。同社は東京近郊の 8 私鉄、50~100 人乗りのガソリン動車総計 10 両の代燃化を手掛けており、発生炉燃料は木炭、薪、及び石炭であった。石炭ガス発生装置装備車両としての報告例は常総鉄道と五日市鉄道の動車であった⁷³。

常総鉄道(現・関東鉄道常総線)の動車はウォークシャ機関(70 馬力/2000rpm.とあり、6SRLらしい)付きの 70 人乗り。発生炉の貯炭量は日燃式トラック用石炭ガス発生炉の 2 倍近い 240~250kg、炉は車端部、反運転席側に据付けられ、対称位置の反対車端にはサイクロン集塵機が据付けられ、長い配管はそのまま冷却器として機能した。路線の距離は 50km ほどで、その間、2km ほどの 10% 勾配区間が存在した。石炭ガスでの機関出力はガソリン運転時の 50% 程度であったが、この路線での運転時分はガソリンと対等であり、かつ、燃料消費率は鉄道車両らしく自動車の半分程度に過ぎなかった。燃料も炉も異なるとはいえ、これは恰も熊林 3 型豆機関車のそれを髣髴させる好成績である。

五日市鉄道(現・JR 東日本五日市線)の動車(キハ 501 ないし 502)は新潟鐵工所製 80 馬力機関(鉄道省制式 GMF13)付きの 100 人乗りであった。路線の距離は 20km であったが、その半分が 10% 区間で 12% 区間もあり、最大の難所は 1km に亘る 30% 勾配区間であった。上り勾配ではガソリン運転の 6~7 割の速度しか出せず、上り勾配発進は最も難関であった。そこで

⁷² 「自動車用石炭ガス発生装置に関する座談會(41 年 11 月 27 日)」兼重大佐、平林中尉の発言より。

⁷³ 同上、佐野卯三吉の発言より。

止む無く、日本燃料機は運転台にガソリントankを据え、運転士が点滴コックを操作して上り勾配に差し掛かると 80 滴/分のガソリンを吸気管に垂らしてやるという手法に訴えた。

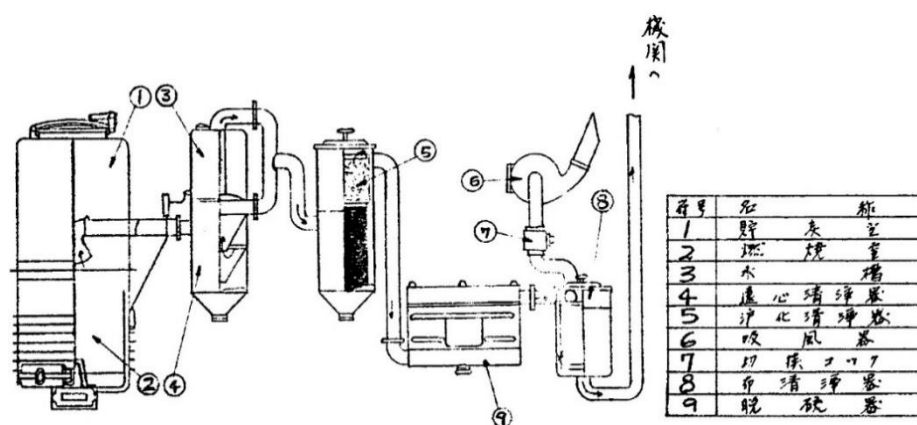
この所作は鉄道省型木炭ガス発生装置に関して先に紹介されたアルコール点滴法を髣髴させるが、佐野はこのガソリンないしアルコール点滴方式に依ればガソリン運転の 75~80% に相当する出力を得ることは容易であり、代燃用ガス発生炉の遣い方としては自動車よりも鉄道車両、単独よりも点滴併用法がむしろ有意義であり実用的であると述べている。これはやや開き直りとも響く発言ではあるが、補足すれば炉容が大きいいためか停車後の再始動も自動車の場合よりも代燃自動車の方が迅速に行われたということである。また、先に言及されたような制御面から観た鉄道車両と自動車との相違を反映した命題とも解釈可能である。

メーカーの日本燃料機ではベンチテストを重ねて発生装置に関する性能解析が繰返されていた。開発改良の目標はクリンカ生成の防止、クリンカの簡単な除去法、炉の温度維持法と過熱防止法、有効な耐火物の開発、水蒸気発生能力の改善、始動性向上(燃焼室の 2 重壁化と壁隙間の空気予熱器としての活用)、等々であった⁷⁴

3) 平子義男に依るベンチテストから

図 2-19 は 1944 年に平子義男が掲げた自動車用日燃式石炭ガス発生装置の要領図である。先に観た何れの日燃式トラック用石炭ガス発生装置とも若干、異なっており、統制型とは言え不断の改良が続行されていた状況が認められる。但し、肝心要をなす発生炉の根幹的機構は同一であるようにしか見受けられないのはやや肩透かしである。

図 2-19 自動車用石炭ガス発生装置の要領図



平子『自動車用ガス体燃料とガス機関』9 頁、第 3 圖(諸調反転)。

平子はしかし、'44 年当時における自動車用日燃式石炭ガス発生装置について：

自動車用発生炉ニ於テハ炉内ノ温度ハ機関ノ回転数ト共ニ常ニ不定ナル為、燃焼部

⁷⁴ 「自動車用石炭及びコーライトガス発生装置に関する座談會('43 年 1 月 27 日)」における宅和厚徳(日本燃料機)の発言、参照。

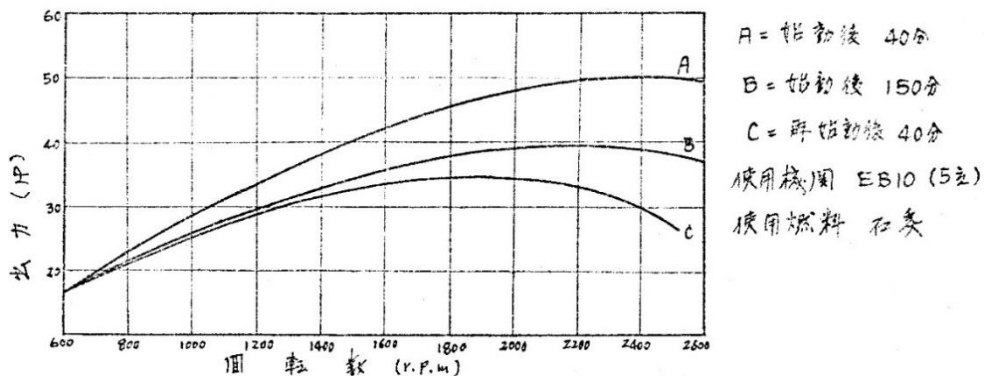
ニ水蒸気ヲ供給シ温度ノ調節ヲナスト共ニガスノ水性化ヲ計ル様ニシテ居ルガ、其ノ構造ハ未ダ不完全デ効果ハ充分デ無イ。

と手厳しく括っている。

因みに平子は自動車用石炭ガス発生装置用燃料について「陽泉、焦作、名好等ノ無煙炭ヲ 10~25cm 粒ニ選炭シ使用スルヲ可トシ自動車用トシテ供サレテ居ル」と述べているが、肝心要の技術的ポイント、即ち実験に用いられた無煙炭の産地、銘柄についての記述は見られない。日本燃料機合同の関係者なら間違い無く陽泉炭を使用していたのであろうが、既にそれは調達され難くなっていたのかも知れない。

平子が指摘する石炭ガス発生装置の欠点は彼の著作の「三. ガス機関」の機関性能の項にて詳述されている。そこから得た図 2-20 に示されているように、石炭ガス発生装置はクリンカーの形成に因り 2 時間半後には顕著なガス切れ状況を現出させている(A→B)。更に、停止後、蒸気機関車で謂う罐替えを行いクリンカーを掻き出した後に再始動しても石炭の表面を覆っているクリンカーの一部に禍され、却って機関出力は大幅な減退を示している(B→C)。これは機関助手に依る直接的・継続的な火床管理が効果的に行われる一般的な蒸気機関車や、代燃装置に近い燃焼・ガス発生機構を有する石炭ガス化燃焼法を採る蒸気機関車との大きな違いであった⁷⁵。

図 2-20 時間経過と EB10 型機関の出力推移(A→B→C)



同上、60 頁、第 46 圖(諧調反転)。

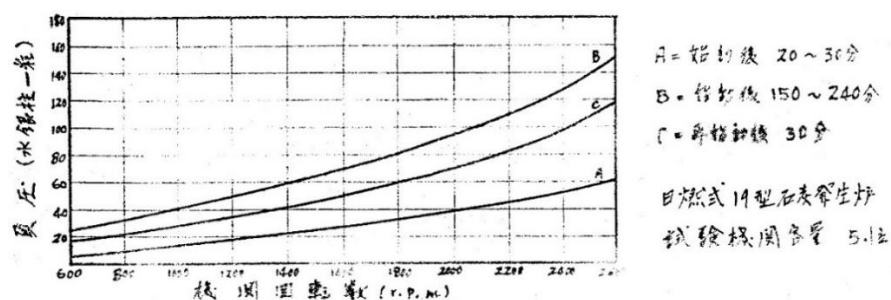
この出力減退の背景を為す大きな要因はクリンカーの生成と清浄器の汚損に起因する吸

⁷⁵ 蒸気機関車における石炭ガス化燃焼法について簡単には拙稿「技術史と労働史の相補性について」、「蒸気動力技術略史：潤滑と気密の問題に留意しつつ」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載)、参照。ヨリ詳しくは開発者自身による著作を見よ。cf., Livio Dante Porta, *Advanced Steam Locomotive Development, Three Technical Papers*. Somerset, 2006.

なお、航空発動機工学の大家、富塚 清は学生時代の 1916 年、蒸気機関車の炭水車にガス発生炉を装備する石炭ガス化燃焼法を提案したが、八幡製鉄所においてガス発生炉の繊細な運用実態を聴かされ、機関車上での実用化を諦めたと述べている。何故、ボイラの火室の改造に想到しなかったのか、やや不思議ではある。富塚『明治生れのわが生い立』私家版、1977 年、315~316 頁、参照。

入負圧(機関吸入抵抗)の増大であった。図 2-21 の曲線 B はこの状況を示す。同曲線 C は羽口附近のクリンカーを除去後、再始動した場合を示す。両者を対照してみれば、火床整理の通風改善効果が極めて限定的であったことは明らかである。

図 2-21 時間経過と混合器入口吸入負圧(A→B→C: EB10 型機関)

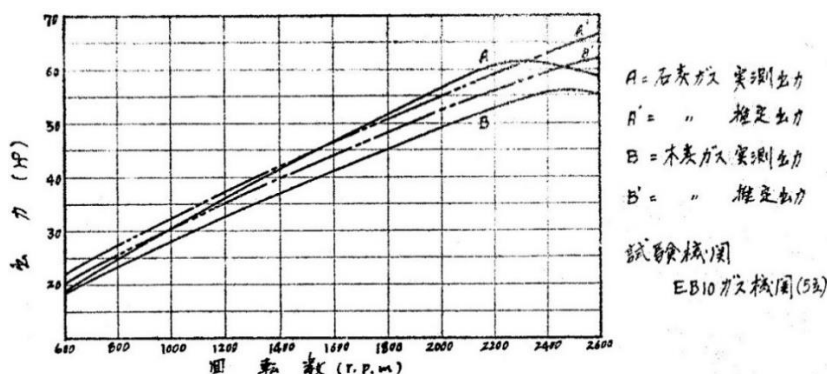


同上、62 頁、第 47 圖(諧調反転)。

即ち、図 2-20, 21 を比較すれば、羽口附近のクリンカーに由来するマクロ的な通風阻害のみならず、表面クリンカーの残存に因る燃焼場の局所的燃焼不良が大きな影を落していたという事実が明らかとなる。石炭ないしコーライトを狭隘極まる炉内に充填しつ放しであった以上、これは回避不可能な現象であった。

図 2-22 は平子が掲げたチャートの内、我々が見ることの出来る最後の 1 点である。A を A' に、B を B' にシフトさせる発生装置の改良が為されれば木炭ガスでも石炭ガスでも同一仕様の専用機関で効率良く焚くことが可能となるとの趣旨であろうが、頁の欠落のため、これ以上、踏み込んだ考察を試みることは困難である。

図 2-22 発生炉改良の方向性？



同上、62 頁、第 48 圖(諧調反転)。

5. 大陸科学院・富士工業系の石炭ガス発生装置

1) 大陸科学院のジャライノール炭用ガス発生装置

我国における自動車用石炭ガス発生装置の系譜としては今一つ、旧満洲系の技術も存在しており、あるいはこちらが国産石炭ガス発生装置の嚆矢であったのかも知れない。その担い手は大陸科学院と富士工業、代表的技術者は当時、大陸科学院に在った多方面に亘る才人、浅川勇吉(1898~1986)であった。この技術は日本機械學會が注目する処となったため、その普及度からすれば不釣り合いな知名度を得るに至っていた⁷⁶。

「満洲國」政府は'40年11月16日、代用燃料対策要綱を定め、入手難の木炭は避けて3年計画で薪自動車化を推進する計画を打ち出した。しかし、この計画は一向に進捗せず、技術的実効策の策定が焦眉の課題となった。大陸科学院では在り合わせの農業用の上向き通風式木炭ガス発生炉を車載し実験を開始した。その過程において西北部国境近くに豊富に産するジャライノール褐炭を原料とする豆炭の利用可能性を見出した科学院はジャライノール炭を直接焚く実験を企画、'42年1月、発生装置を試作してトラックに装備し好成績を得た。

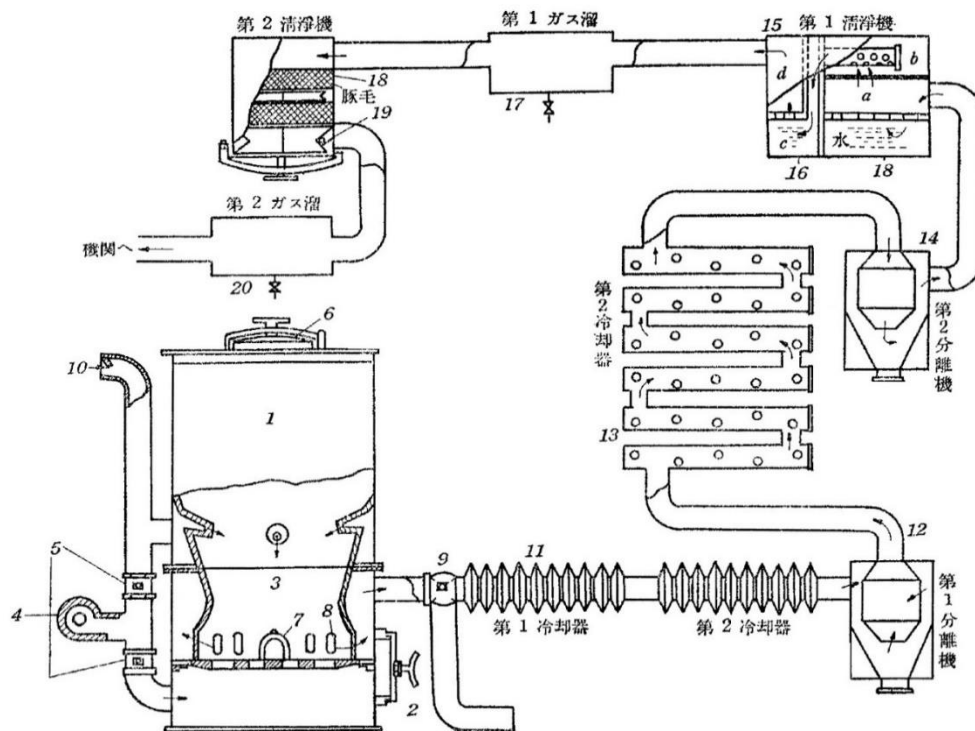
ジャライノール炭は水分30%、揮発分30~38%、タール分3%、灰分3%を含む褐炭ないし亜炭系の粗悪炭で利用価値が低く、従前、安価に取引されてはいたが、時恰もこれを低温乾溜し、「硬化炭」として内地に送る会社が創立されるに至っていた。その詳細については不明ながら、表2-10 掲示データの背後にこの会社が在ったことは十分に確からしкаろう。

表 2-10 ジャライノール硬化炭を含む代用燃料の着火温度表

⁷⁶ 以下、「自動車用石炭ガス発生装置に関する座談會('41年11月27日)」、同「座談會資料1、2」、「自動車用石炭及びコーライトガス発生装置に関する座談會('43年1月27日)」における浅川勇吉の発言、参照。大陸科学院は内地の理化学研究所の対応物たらんとして'35年に設置された「満洲国」の科学研究機関。

薪	木	練	豆	コ	皇	天	同	ジ ホ ラ イ ノ ル 楊 炭	炭	陽	同	大	無	炭	炭	牛成	ア ル コ ー ス	ガ ソ ン	ア セ テ レ ン	氷	一	
炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭		
二八〇—三〇〇	二三〇—三二〇	三五〇—三五五	三四八	四五〇—五五〇	四〇六	三〇〇	二七三—三一〇	三四〇	四五〇	五三〇	四五〇	四四六	三五〇	二四三	四〇〇	三〇〇	三一一	三〇〇—三二〇	四一〇—四四〇	六五〇—七五〇	三八〇—五九〇	六四四—六五六
	市販品	同	同	(貝島コークス)	(北支那山西省A)	(同 B)	(硬化炭)	(A)	(B)				(三炭)	(白炭化學)	(東京瓦斯)	(新潟油化)						

大陸科学院で試作された発生装置は図 2-22 に示されるような下向き通風の乾式炉(内径 460φ、全高 1200mm)を基幹とするプラントであり、これにジャライノール炭を供することによって得られる発生炉ガスはメタン 15.3%と CO 10.2%を含んでいた。下向き通風とした意図は陸式薪ガス発生炉を開発した時の三木嘉平の思惑と同じく、発生ガス中のタールを酸化帯で焼き切ってしまうことに在った。



浅川勇吉「座談會資料 1. 大陸科学院試作石炭自動車の概要」より。

その開発に係わった富士工業(株)(東京市品川区)は前章でも観た通り、元々、日本交通工業(株)の日工式木炭ガス発生装置のメーカーとして知られていた。日工式は上向き通風の乾式発生炉を特徴とするプラントであった。富士工業はこの炉で石炭を焚く試験を行った。一応、石炭焚は可能であったが、クリンカに因って耐火煉瓦が損傷を被った⁷⁷。

その後、会社はコーライトガス発生装置を試作、'39年2月、商工省性能試験に5型式を出品し2型式が合格、これがバス用国産コーライトガス発生装置の嚆矢となった。'39年5月、それらの市販が開始され、会社は更に無煙炭の燃料化を模索した。11月、会社から新京(長春)にコーライトガス発生装置を手土産に池田をはじめとする総勢8名の技術者が派遣される。これは大陸科学院の招聘に因る応援の旅であったらしい。

もっとも、派遣技術者の班長は日本燃料機の佐野卯三吉であったという。これが当該派遣の国策性、即ち単なる一会社の事業ではなかったことの証左なのか、日燃機設立の立役者、池田・富士工業社長に対する報恩行為程度に理解されるべきであるのかについて筆者は判断の材料を手にしていない。

とまれ、彼らを中心として急遽、開発されたのがこの下向き通風の乾式発生炉であった。大陸科学院ではこの発生炉に依ってジャライノール炭や陽泉炭のみならず、その他の大陸産粗悪炭使用の可能性にも目途をつけている。陽泉炭を焚く実験では発生炉の外部側面に

⁷⁷ 「自動車用石炭ガス発生装置に関する座談會('41年11月27日)」浅川勇吉、池田權次郎(富士工業社長)の発言、参照。

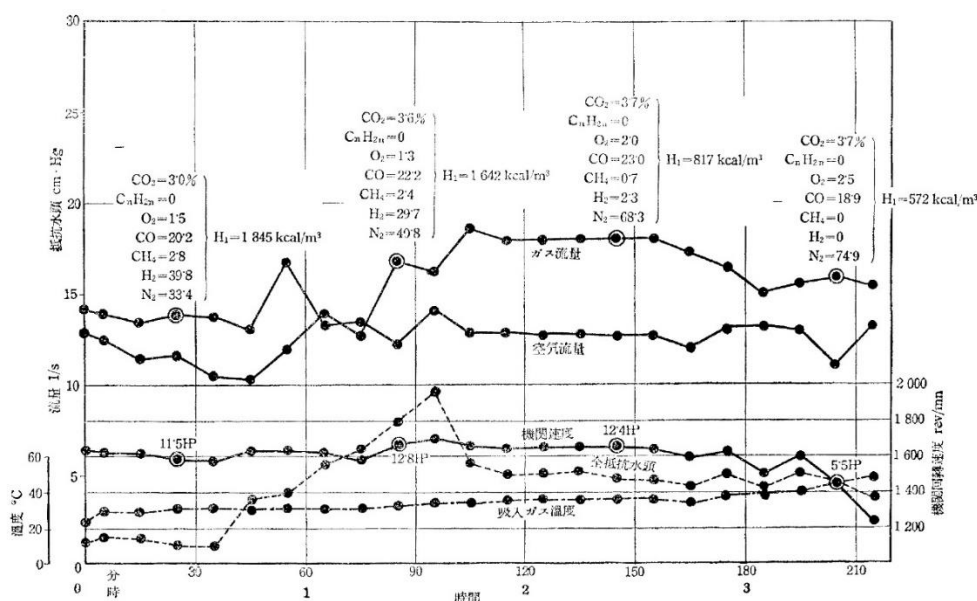
水槽を設け、蒸発蒸気を吸入させるだけの改造で湿式発生炉に転換したものが充当された。一方、会社に戻った池田らは'42年春、乗用車用石炭ガス発生装置を開発している。

他方、大陸に渡った富士工業のコーライトガス発生装置をモデルとして、無論、件の応援技術者達の指導を受けて新京自動車会社では“京タク式”と呼ばれる上向き通風式発生装置を開発、これを'39年型フォード・セダンに装備してジャライノール炭と陽泉炭との比較試験が行われた。ジャライノール炭は遥かに廉価であるにも拘らず、互角の出力を発揮し、一旦、停止した後の再始動においてはより優れた性能を顕した。“京タク式”発生炉付きタクシーは彼の地で相当数、営業運転に供されたと伝えられているが、残念ながらその構造的詳細を伝える画像情報は管見の限りとはなっていない。

図 2-24~26 は「座談會資料 2. 石炭ガス発生炉試験成績」として添付されているチャート 3 葉で、提供者は日産の前田利一である。しかし、どのような発生炉で如何なる石炭を焚いたのか、機関のスペックは……といった附帯情報は一切示されていない。発生炉は大陸科学院のモノかとも想われるが臆断の域を出ない。機関も当時のニッサン機関ならガソリンで最大 85HP/3400rpm.、2400rpm.でも 63HP 程は出ていたからマークされている全開出力 24HP/2400rpm.(図 24)は 38%程度であって低きに過ぎる。同様に、ダットサン機関にしては高きに過ぎる。

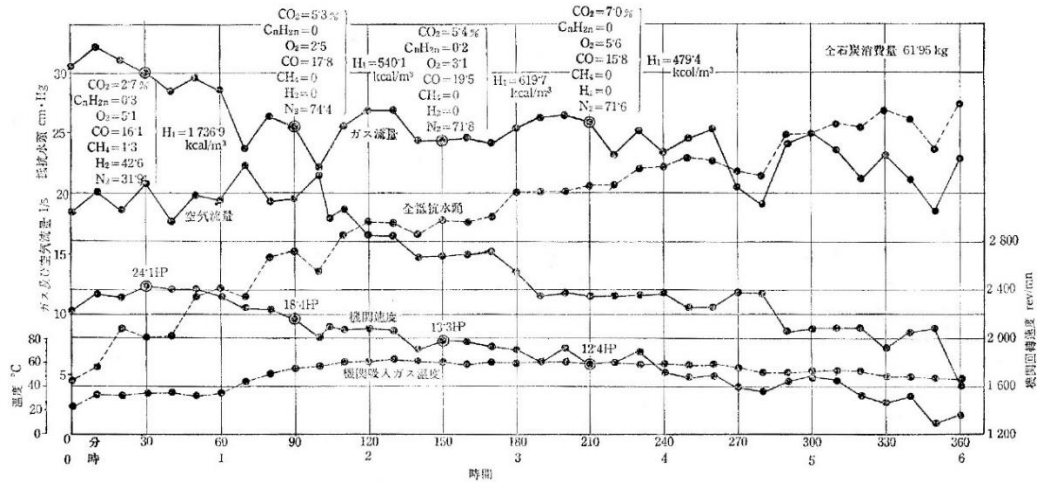
それはともかく、以下の 3 葉から読み取れるのは高負荷運転時には時間経過と共に CO_2 濃度の上昇が認められること、全負荷運転においてはガス温度がやや高く推移しており吸入抵抗の増大、出力の減退が著しいこと、何れの運転条件においてもガス流量と CO 濃度の変動が大きいこと、である。

図 2-24 石炭ガス発生炉性能試験(機関回転数一定、'41 年 11 月 9 日)



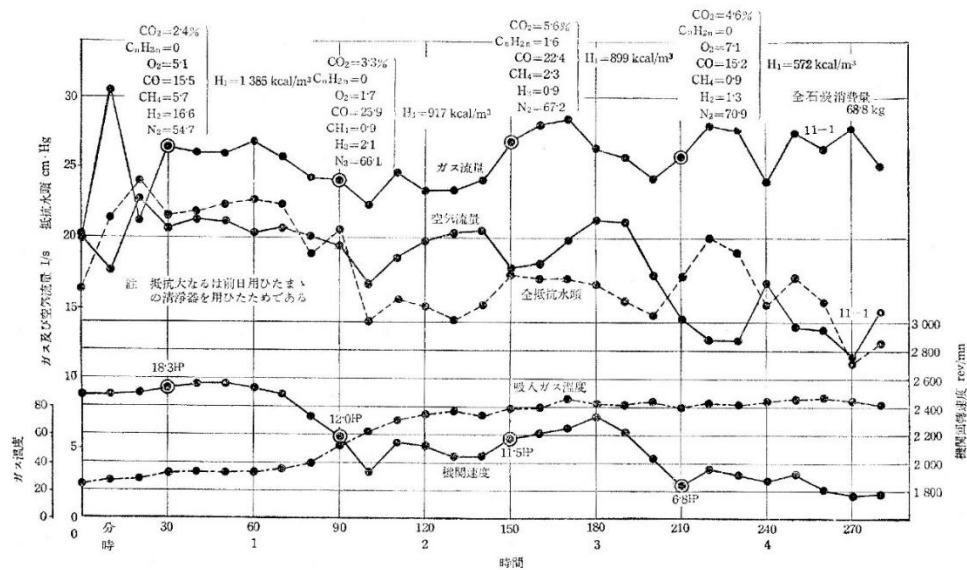
前田利一「座談會資料 2. 石炭ガス発生炉試験成績」より。

図 2-25 石炭ガス発生炉性能試験(全負荷、'41 年 10 月 25 日)



同上。

図 2-26 石炭ガス発生炉性能試験(3/4 負荷、'41 年 11 月 1 日)

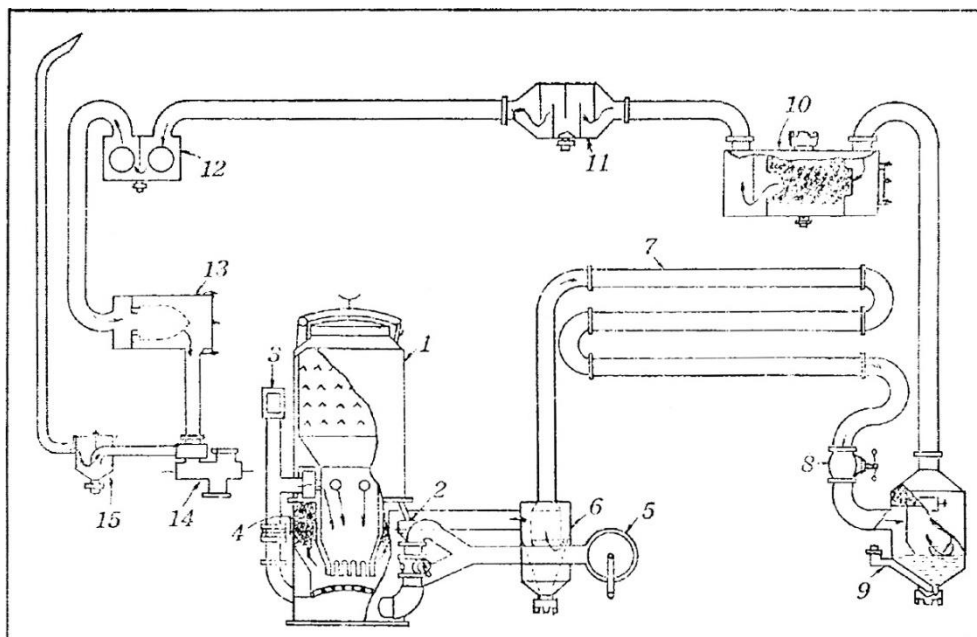


同上。

2) 大陸科学院のジャライノール炭用改良型ガス発生装置

図 2-27 は引続き大陸科学院で改良・開発された石炭ガス発生装置である。炉本体における旧型からの主な改良点は空気噴口を 3~4 本のグロテスク・ノズルから円周上に単列 8 個展開する孔へと変更すると共に燃烧室の鼓型狭窄部を廃して円筒に円錐を繋いだ素直な縦断面形状として燃烧の均一化が図られていることにあった。

図 2-27 大陸科学院で開発された改良型石炭ガス発生装置

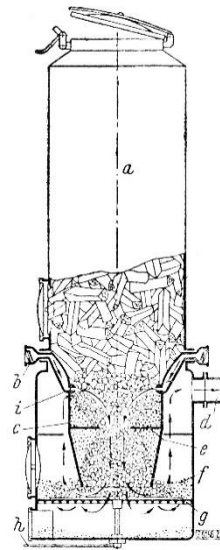


「自動車用石炭及びピークスガス発生装置に関する座談會(’43年1月27日)」第2図。

そのプロフィールは円盤状の振動(首振り旋回)ロストルを有するタイプの下向き通風型オストマルク薪ガス発生炉(図2-28)にかなり似たものとなっている⁷⁸。

図 2-28 振動ロストル付き Ostmark 薪ガス発生炉

⁷⁸ 星野前掲『獨伊に於ける代用燃料車の研究』第1編第5章 貨物自動車用薪ガス発生器(H., Finkbeiner, Holzgaserzeuger für Lastwagenantrieb. ZVDI, Ht.29, 1940 の翻訳)、参照。



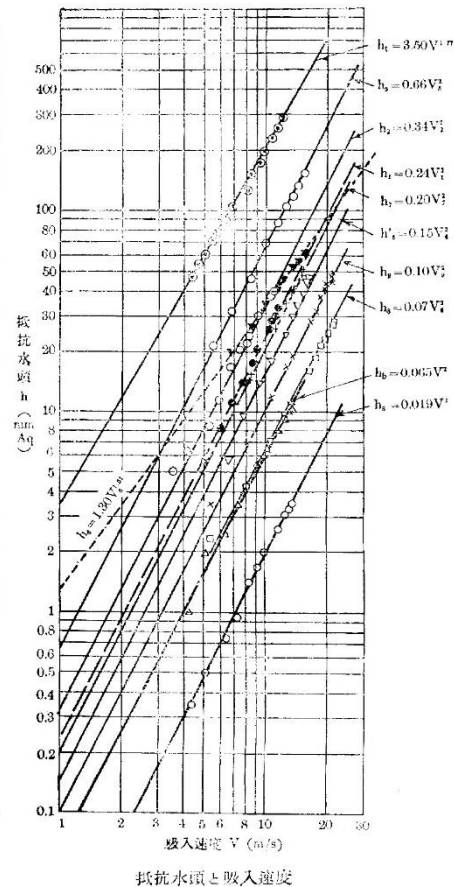
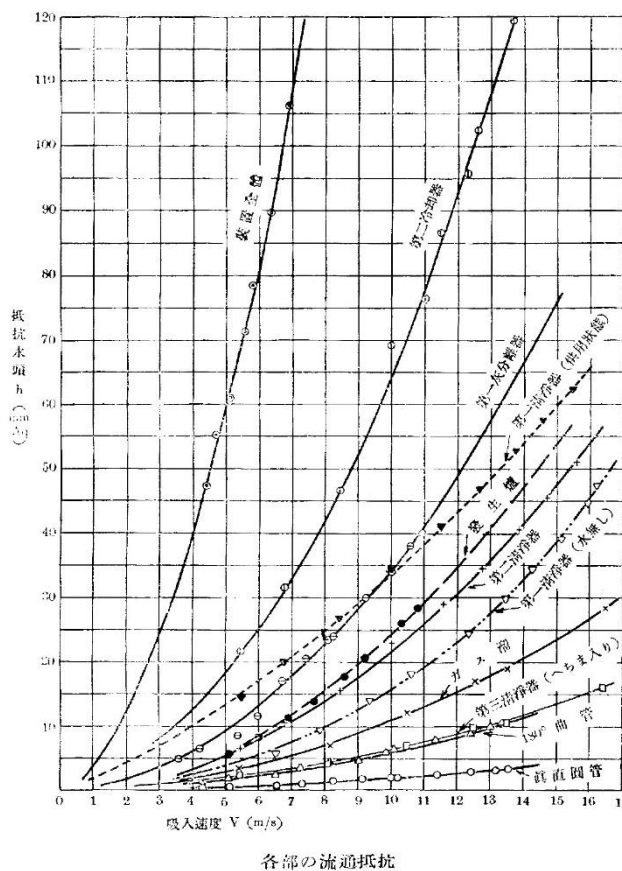
a. 薪室, b. 空気導入口,
c. 火爐, d. ガス出口, e.
絞り板, f. 木炭, g. 振動
ロストル, h. ロストル作
動桿, i. ノズル

星野『獨伊に於ける代用燃料車の研究』67 頁、第 1 編 第 5 章第 2 圖。

更に、大陸科学院では炉に石炭を通常通りに装入し、装置のガス出口から機関ならぬポンプで空気を引き、各部における流通抵抗(圧力損失)の割合、吸入速度と抵抗との相関を測定する実験が行われた(図 2-29)⁷⁹。

図 2-29 プラント各部の流通抵抗勘定ならびに抵抗と流速との相関

⁷⁹ この種の測定は先に観た鉄道省型木炭ガス発生装置の開発に際して築山が行ったものと同工である。但し、その測定と改良事蹟との具体的関連性は明らかにされていない。「木炭、亜炭、薪、天然ガス等の新燃料を使用する自動車に関する座談會(1939 年 3 月 17 日)」『日本機械學會誌』、第 43 卷 第 278 号、1940 年 5 月における築山閏二の講演、参照。



同上、第3、第4図。

この実験を通じて従来用いられていた2段階^{エアレーション・タンク}気槽式の第1清浄器は抵抗過大として廃止され、ガスを液面に接触させる^{オイルバス}油槽式の清浄器“9”に置換えられた。中に溜めておく液体としては水で事足りたものの、冬季の凍結を考慮して字義通りのモビール油が用いられた。

更に、大陸科学院では炉で火を焚いてポンプで引き、各部の表面温度を測定する実験を行った。この実験を通じて冷却への寄与度の低い第2冷却器は廃止され、管の長さを短縮した冷却器1個を炉体の可及的近傍に設置するレイアウトが選ばれた。

この装置は'42年8~9月に試作され、10月30、31日に公式試運転に供された。この公試成績から紹介すれば、30日には新京~吉林間、坂道の多い118.3kmを走行し、所要時間は3時間46分、平均速度31.4km/hをマークした。これに対して、旧型炉での平均速度は29.7km/hであった。31日には復路を薪焚きで走行し、3時間51分、30.7km/hの好成績を示し、本炉がジャライノール炭にも薪にも対応出来ることが立証され、しかも薪運転時の性能は耐寒仕様の陸式発生装置のそれよりも相当に優っていたと伝えられている。ジャライノール炭にも薪にも、あるいは簡単な改造で無煙炭等にも対応出来ることはこの炉の大き

なメリットであった⁸⁰。

なお、かような改良事蹟を横目に、海上輸送能力の低下に苦しむ内地では鉄道大臣官房研究所、商工省燃料局を拠点として発生炉ガス燃料に内地に産する有煙炭を活用する途が模索されていた。国産粗悪炭の活用も課題とされていた⁸¹。

これに加え、政策の流れとしては今一つ、石炭からコーライトへのシフトという別の看板が掲げられねばならなかった。結局、この途も行き止まりに終ることとなるのではあるが、コーライト重視は R. ディーゼルが 1911 年に語ったような石炭資源を粗野に直焚きするのではなく、一般熱源、冶金原料、有機化学工業原料、ディーゼル燃料等、多面的に有効活用するという手練手管が戦時下日本の機械工学界においても一応、重視されていた状況の反映である⁸²。

コーライト・ガス発生装置はかなりの程度、実用性を備えた装置ではあった。しかし、コーライトを副産物として生み出すべき国産人造石油製造工業は大して発展せず、その生産量も燃料というよりは潤滑油に回すのが得策かという程度の達成水準に止まった。コーライト・ガス発生装置に代って首座を射止めるかに観えた日燃式石炭ガス発生装置の方は「萬能發生爐の卵」と僭称された技術でありながら、その実態は正しく“羊頭狗肉”、“看板に偽りあり”であった。とりわけ、本務である石炭の使用に係わるその性能や偏食性において日燃式石炭ガス発生装置は大きな弱点を抱えていた。

それが最も好む燃料は無煙炭であった。しかし、等しく無煙炭と称されていても、銘柄毎に性状、とりわけ灰分の含有率とその融点に大きな懸隔が観られ、これが発生炉の活性に致命的な影響力を与えていた。この点において中国産の陽泉炭は、これにも品質のバラツキがあったとは言え、筆者には特定出来ないある時点までは、この国の勢力圏内で得られる最良の無煙炭であった。日燃式石炭ガス発生装置を辛うじて成立させた鍵は何よりも石炭の存在であり、日燃式石炭ガス発生装置がその機能を曲りなりにも全うし得たのは陽泉炭を潤

⁸⁰ 「自動車用石炭及びコークスガス発生装置に関する座談會(43年1月27日)」外木有光(大陸科学院)、浅川勇吉(燃料研究所)の報告、参照。

⁸¹ 理化学研究所の大河内正敏は特殊な発生炉を用いた亜炭の直焚きに依って得たガスで中古自動車機関を工場動力用据付機関として成功裏に運転していると述べている。この亜炭用発生炉はガス中のタールを触媒を用いてガス化する装置を備えていた。「木炭、亜炭、薪、天然ガス等の新燃料を使用する自動車に関する座談會(1939年3月17日)」における大河内の講演、参照。

⁸² 「自動車用石炭ガス発生装置に関する座談會」野澤房敏、松本熊吉の発言、参照。

ディーゼルが渡米直前に *Institute of Mechanical Engineers in London* にて行った講演、参照。その要旨は *Scientific American* 誌の 1912 年 4 月 20 日号に掲載されている。また、この講演原稿そのものと思しき文章(ミュンヘン、1911 年 12 月執筆)は A., P., Chalkley, *Diesel Engines for Land and Marine Work*. N.Y., 1912 に INTRODUCTION BY DR. RUDOLF DIEEL として採録されている。簡単には拙訳・解説『ディーゼルエンジンはいかにして生み出されたか』山海堂、1993 年、266 頁、参照。なお、そこで「野蛮な」と訳した原語は “barbarously” であるが、*Scientific American* 誌では編集者の好みに依ってか、当該部分の表記が実は “in a wasteful way” へと改められている。

沢かつ廉価に供される状況下に限られていたのではないかと推論せざるを得ない。

一方、大陸科学院が重視したジャライノール褐炭については他に実用データも無く、何とも判断しかねるが、既に制空権・制海権共に無く船腹不足で樺太炭や北海道炭の本州への輸送さえままならなくなっていた状況下においてはその直接的な、あるいはコーライト化を経た内地への安定供給には陽泉炭の場合と同様、極めて大きな困難を生じていたことであろう。それにしても、我国の作品としては最後の頼みである薪にも対応可能な、つまり言葉の真の意味における方能代燃炉に最も近かったその褐炭・薪共用ガス発生装置に内地で十分な活躍の場が与えられなかったことは甚だ残念ではある。

とは言え、燃料が何であれ発生炉式代燃装置普及策は所詮、小規模・非効率な発生炉(反応装置)を多数、乱立させようという政策なのであるから、全体としてその資源利用効率や発生ガスの品位が低位に推移する事態は本質的に回避されようも無かった。目先の利く技術者は圧縮ないし液化ガスの集中生産・ポンペに依る分配方式にこそ将来性ありと見做していた。本物の技術者は所詮、マトモな自動車を志向するということであろう⁸³。

大型据付ガス機関プラントにおける押込み式発生炉に依る石炭瓦斯生成や蒸気機関車における石炭ガス化燃焼法は強力な通風や機関助士に依って随時為される適切な火床整理を前提として成功した技術である。然しながら、移動型の吸込みガス機関用石炭ガス発生装置においてはかような技術的前提が二つながらに欠けており、併せて移動型には据付型におけるような高いダスト捕捉率を発揮するガス清浄装置も具備され難かった。それだけに、自動車用石炭及びコーライトガス発生装置の類が石炭の性状に概して過敏となった結果は蓋し当然とせざるを得ない⁸⁴。

代燃車一般については復興期においても学識ある人士より、それは「燃料事情に左右され、戦後の今日においても液体燃料の不足せる折りからけつしてその存在価値は減少していない」などと評されていたものである⁸⁵。

さりながら、結局のところ初代エース＝木炭自動車、看板倒れに終わった二代目＝石炭自動

⁸³ 「自動車用石炭ガス発生装置に関する座談会」野澤敏房、荒牧寅雄(ディーゼル自工)の発言、参照。

なお、液化ガスの内燃機関燃料としての使用はドイツのツェッペリン飛行船を嚆矢とする。これは液化されたメタン、ブタン、プロパンを気化・配合して空気と比重の等しいガスを調製し、ガスバッグに充填する格好で使用された。瓦斯が消費された分、ガスバッグの周りに空気を導入してやれば船体重量も変わらず、内外圧力差を増すことも無い。W., Kamm/中澤達二訳『高等自動車工学』コロナ社、1942(原著1936)年、20頁、参照。但し、軽油を約600℃で分解製造した空気とほぼ同比重の“Blaugas”や天然ガスと水素との混合物を使用したとの記述も観られる。永井雄三郎「燃料及燃焼」共立社内燃機関工学講座第3巻『燃料噴射及燃料ポンプ 燃料・燃焼及潤滑油』1936年、245頁、参照。

⁸⁴ 大河内正敏は小形発生炉ガス・プラントは木炭式であれ亜炭式であれ据付用としては良好に機能していると強調している。大河内は将来的には自動車用代用燃料として圧縮ガスや液化ガスに見込みがあると踏んでいたようである。「木炭、亜炭、薪、天然ガス等の新燃料を使用する自動車に関する座談会(1939年3月17日)」における大河内の講演、参照。

⁸⁵ 引用は前田利一他『自動車』(上巻)、日本機械学会、1950年、97頁、より。

車、雌伏の時を経て辛くも三代目を襲名し得た薪自動車をはじめとする各種発生炉型代燃車は戦後世界における怒濤の如き石油文明大衆化を前に須らくフェイド・アウトを余儀無くされた。コーライト・ガス発生装置も石炭の低温乾溜に依る人造石油製造事業の戦後世界における衰退と運命を共にした。

石炭ガス発生装置が復興期、一顧だにされなかったのはそれが抱える本質的な技術上の難点からしてもこの国に固有の要素賦存状況という側面から考えても当然の帰結であった。とりわけ陽泉炭やジャライノール炭などはこの国にとって久しく高嶺の花でしかなくなっていたことであろう。

往時の代燃車用機関はガソリン運転への随時切替えやガソリン運転への速やかな復帰をその成立要件として課せられていた。このため、ガス体燃料に適した圧縮比の設定は不可能となっていたから、性能上、それらは不自然なハンディキャップを背負わされていた。しかし、戦争の長期化と石油資源払底を背景としてこの国に永続的な自動車用ガス体燃料機関開発を求める風が吹き始めるまでにさしたる時間はかからなかった。

次章においては発生炉式代燃装置の最終ランナー、薪ガス発生炉における技術の進化や圧縮ガス・液化ガス・溶解ガス自動車、長期戦化の時流に棹差して鉄道省やいすゞに依って開発された発生炉ガス専用高圧縮比型オットー機関等についてやや詳しく立ち入ることとする。

第3章 戦時～復興期日本における自動車用代燃装置

—— 木炭から薪への転換、圧縮・液化・溶解ガス、アルコール、代燃専用機関 ——

1. 木炭から薪へ……統制前後における自動車用薪炭ガス発生装置の転換

1) 代燃政策転換の基本構造

本章第1～3節はガス発生装置ないし代用燃料に重きを置いた記述となっている。即ち、第1節は薪炭ガス発生炉燃料における木炭から薪への転換、第2節は戦時下、我国において試みられたその他各種の代燃装置に係わる補足的紹介、第3節は戦後における薪自動車等、代燃車開発への回顧。

後半部、第4及び第5節ではエンジン側の話題が取り上げられる。第4節の焦点はディーゼル自動車工業(いすゞ)におけるガソリン及びディーゼル機関のガス(オットー)転換を通じた代燃専用機関プラントの開発実験である。ディーゼル自工における当該実験の輪郭については拙著ならびに拙稿の中でも軽く言及したことがあるものの、まとまった資料紹介に裏付けられた論述は本章が初めてとなる⁸⁶。

第5節ではこのEB10型開発の戦後におけるリバイバルとも形容されるべきエピソードが紹介される。第5節は戦後におけるいすゞディーゼル機関のオットー転換事例についての挿話である。

液体燃料不足を一つの特徴とする戦時～復興期日本の社会情勢の下、自動車用機関を発生炉ガスや圧縮ガス、液化ガス、溶解ガスに依って駆動する代燃化が国策となり、様々なメーカーの手でその開発実験・実践が為された。この内、吸込みガス機関の一種であり小形分野ではその典型をなす発生炉ガス代燃プラントは始動性劣悪にして発生装置の追加重量・コストと裏腹な低出力を託ち、勾配には殊更弱かった上、ガス性状が運転状況と共に変化するため混合空気量や湿式なら水添加の調量が不断に求められたから運転操作はガソリン車より格段に面倒であった。運転を続ければ燃料再装入や灰落とし等の発生炉整備が欠かせなかった。それでも、石油資源払底下とあらば、それら一切は受忍されるべき欠点でしかなかった。

所謂“代燃車”の横綱、木炭車と薪自動車、半成コークス・ガス自動車及び一時期、代燃の次期エースと目された石炭ガス自動車……それぞれのガス発生装置の技術的来歴や展開一般については木炭自動車、コーライト・ガス及び石炭ガス自動車を主題とする前章において論じておいたのでここで繰返す煩は避ける⁸⁷。

但し、敢えて総括すれば、代燃車の双璧にして初代エース、木炭自動車は乗合自動車を先達として普及した。これは主体的要因としてはバス事業者の「燃料報國」意識の高さ、客観

⁸⁶ 拙著『伊藤正男 トップエンジニアと仲間たち』日本経済評論社、1998年、149～150頁、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掲載)、参照。

⁸⁷ 本稿第1章、第2章、参照。

的背景としてはガソリン配給の傾斜性に裏付けられた経過であったが、穿った見方をすればトラックの積み荷は上り勾配で木炭車が音を上げていてもバスの乗客のように車両を後押しなど決してしてくれないが故であったとも言えよう⁸⁸。

商工省は1940年、木炭ガス発生炉メーカーを統合させて日本燃料機合同(株)を設立せしめ、日燃式木炭ガス発生装置基本3型式を製造させると共に、農林省の管轄下、日本瓦斯用木炭(株)なる国策会社を設立させ、エンドユーザーへの自動車用木炭の3ヶ月毎の配給体制を「確立」させた。

しかし、木炭車の普及と共に木炭不足が深刻化し、その体制は敢え無く瓦解する。その結果、代用燃料不足解消策として大陸の無煙炭、とりわけ陽泉炭に期待が寄せられたものの、こちらも安定供給の持続が困難となって看板倒れに陥ってしまう。そこで改めて、初期にはタールの処理が面倒視されていた薪ガス発生装置の浮上を見る……これがコトの次第である⁸⁹。

戦前の本邦薪ガス発生装置界においては東京自動車工業(株)(いすゞ)による陸式自工型及びマキ自動車製造(株)(東京都板橋区志村前野町)による陸式マキ型発生装置が代表的型式であり、陸式自工型は造り手を替えながら陸式を基礎とする統制型の確立期まで暫時製造された。前章にも見たマキ自動車製造の製品については後に再び取上げるが、同社の企業実態と陸式マキ型の盛衰については残念ながら詳らかになし得てない⁹⁰。

日本燃料機合同成立以後は同社が陸式自工型等を「接收し」、「従来の型式に一大改良を加へ」陸式日燃型薪ガス発生装置とし、これが商工省の性能試験を経て標準型として指定される運びとなった⁹¹。

その後、戦時下においてゼーゼル自工はトヨタ、日産と共に軍需省の命を受け、陸式自工型を簡略小形化した許可三社共通仕様の薪ガス発生炉を開発せしめられ、出来上った薪ガス発生炉は日燃式統制型として日本燃料機により日燃式薪ガス発生炉の名の下に提供された。

陸式マキ型が孤高を護って立ち枯れたのか最終的に日燃機へと統合されたのかについては不明であり、この件については後程、一定の推測を述べるに止めざるを得ない。然しながら、以上の経過概要に示される通り、代燃化を巡る統制は陸軍統制発動機におけるような技術的・工学的に意を尽した厳格な最適化とは全く次元を異にする整理統合の過程として進

⁸⁸ バス業界の代燃化への積極的対応の一端については先にも述べた通り、表1-21における転換比率からも窺われた処である。

⁸⁹ 無煙炭を燃料とする代燃装置の顛末については本稿第2章、参照。

⁹⁰ マキ自動車製造については情報に乏しい。その事業所所在地について、マキ自動車製造(株)『マキ自動車早わかり』1939年2月、には東京市板橋区志村前野町八九五の新工場内に営業所を移転とある。また、同社発行の絵葉書(後出)の会社住所欄には営業所と第一工場が東京市蒲田区東六郷二丁目一四番地、第二工場が東京市板橋区志村前野町八九五、と記されている。

⁹¹ 日本燃料機(株)『日燃式 薪自動車の取扱法に就て』1941年10月、2頁、参照。

展したことは明らかである⁹²。

即ち、復興期、最も安価な燃料である薪を焚く薪ガス発生装置は代燃のエースとして木炭車に代り社会の期待を一身に担うことになるが、その改良への社会的期待は又しても工学的最適化といったシステム総体の洗練・高度化の側面ではなく、何よりも乾燥度の低い薪、即ち劣悪・最安価な燃料を処理し得る特性を如何にしてこれに具備させ高めるか、つまり“間に合う”技術を如何にして捻り出すかという実用面の一点に置かれ、かつ、ある程度の成果が挙げられることとなる。復興期、新たに開発された日通式(ミナト式)薪ガス発生炉といった個性派技術にも眼を配ることを通じ、そこでの記述は永きに亘った代燃車研究開発の終楽章に係わる全般的脈絡をも可能な限りにおいて浮き彫りにする試みとなろう⁹³。

2) 木炭ガス・プラント

『自動車用ガス体燃料とガス機関』の「一．緒言」において平子は長期戦の下、自動車の代燃化が応急的段階から恒久的段階に推転したことを述べ、この変化への対応に向けた具体的指針確立が急務であることを述べている。これは専用機関開発への序曲である。

同「二．自動車用ガス体燃料」の章の叙述はガス発生源としての木炭の性状解説を以て始められている。表 3-1 に見る「白炭」は櫟等を原料とする所謂“堅炭”であり着火性に劣る反面、火持ちは良い。「黒炭」は櫟、クヌギ等を原料とし、堅炭と逆の性質を有する。加工炭は幼樹、枝條、^{おがくず}大鋸屑等を炭化、粉末化し粘結剤で固めたものであり、その燃料としての性質は優れているものの、生産量は僅少であった。

⁹² 陸軍統制発動機への技術統合については拙著『日本のディーゼル自動車』日本経済評論社、1988 年、『伊藤正男 トップエンジニアと仲間たち』等々において論じて来た。

同時代のドイツにおける薪ガス発生装置については星野前掲『獨逸に於ける代用燃料車の研究』第 1 編 第 3 章 獨逸に於ける自動車用最新ガス発生器(W., Hellen, Neuzeitliche Generatoranlagen für Kraftfahrzeuge. A.T.Z., Jg.43, Ht.2, 1940 の翻訳)、第 5 章 貨物自動車用薪ガス発生器(H., Finkbeiner, Holzgaserzeuger für Lastwagenantrieb. Z. VDL, Ht.29, 1940 の翻訳)、参照。

⁹³ 戦後のいすゞにおける薪ガス発生炉開発については柳原喜代司・荻野 勇・吉川 博・那須邦夫「薪自動車の性能向上について」『いすゞ技報』第 7 号、1950 年、参照。その他については後述。

因みに、いすゞの社史には EB10 型が「ディーゼルガス駆動」であったかのような記述やこれに相応するデータが麗々しく掲げられている。然しながら、EB10 型の ε は上述の通り 8.4 に過ぎず、かかる低い ε 値ではディーゼル着火など不可能であるからディーゼルガス運転も不可能である。要するに、EB10 型はオットー転換された DA40 であり、純然たる火花点火式ガス機関であった。いすゞ自動車(株)『いすゞ自動車史』1957 年、76、197 頁、参照。『いすゞ自動車 50 年史』1988 年、89-90 頁の記述はこれを水割りしたモノに過ぎない。但し、遺憾ながら EB10 型の燃焼室の詳細については不明である。その後身に当る GD150 型はバスタブであったが、時代背景が全く異なる。

正史の記述が右のような有様である以上、この期に及んでなお事実検証と訂正が不可欠となるワケである。

表 3-1 本邦産木炭の一般的性質

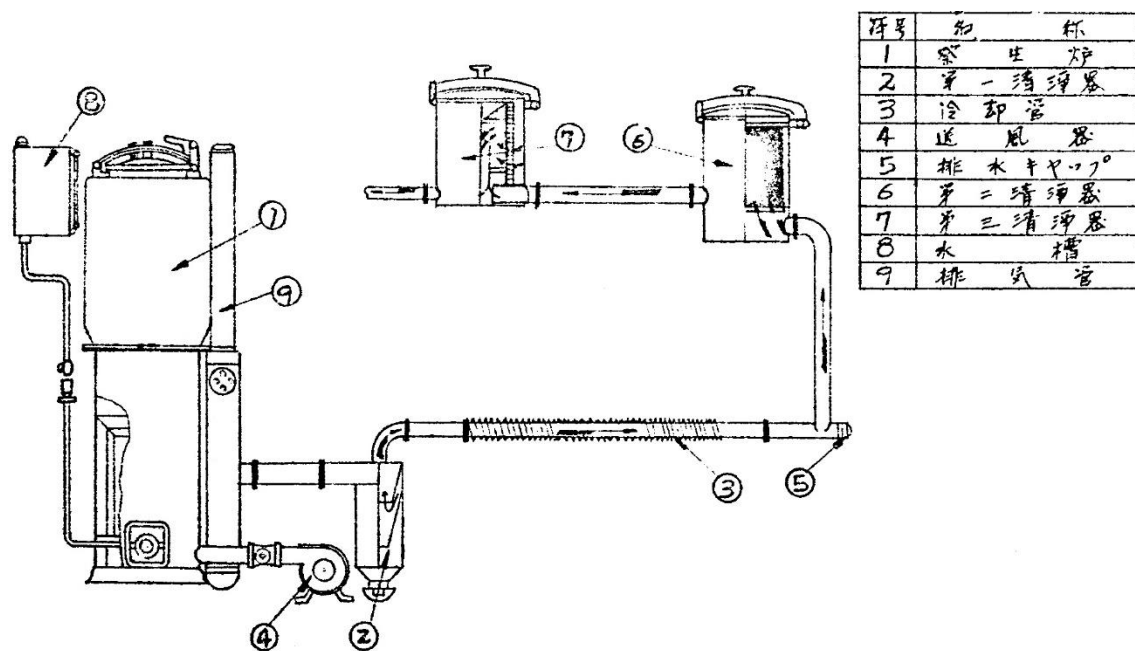
種 類	産 地	水分(%)	灰分(%)	炭素(%)	発熱量 Kcal/kg	着火温度 (C)
櫻白炭	和歌山	7.23	2.8	92.13	7690	350~400
楠黒炭	名 手	6.7	3.4	88.6	7780	320~370
川太黒炭	北海道	8.2	1.7	92.0	7930	320~360
松 炭	茂 城	8.16	1.69	91.96	7935	250~300
軽黒炭	長野	7.94	2.53	90.45	7820	—
加王炭	林業試験場	1.7	4.4	86.8	7910	300~350

平子義男『自動車用ガス体燃料とガス機関』5頁、第一表⁹⁴。

諧調反転。元資料は『燃料便覧』とある。

図 3-1 はトラック用の日燃式木炭ガス発生装置の要領図で、前章に観たモノと基本的に同一物である。日燃式木炭ガス発生装置としては、これ以外に、乗用車用、乗合自動車用、小型自動車用の 3 系列が存在した。

図 3-1 日燃式木炭ガス発生装置(湿式)要領図



同上資料、5頁、第1圖(諧調反転)。

⁹⁴ 戦後、発表された類似データとして渡部一郎他『内燃機関』(上巻)、日本機械学会、1956年、213頁、第6・11表、を挙げておく。因みに、第6・10表は薪、木炭、亜炭コークス、コーライト、陽泉炭(無煙炭)、仏印産無煙炭、国内産有煙炭の成分分析、熱量ならびに性状比較表となっている。

始動に際しては点火蓋を開け、炉床に適当な焚き付けを、その上部に炉頂より燃料の木炭を装入し、点火を行う。点火蓋を閉めて送風機④を作動させてやれば、やがて排気管⑨の先端からガスが噴き出す。これにマッチ等により火を点けてみて青白い炎が出る時は未だガスはプアである。炎が橙黄色を呈するようになればガス性状は始動に堪えるレベルとなっている。そこで回路を切替え、発生炉ガスによって集塵機、清浄器、冷却器及び配管内の空気を駆出する。これが完了すれば、ガス混合弁を操作し、機関のスロットルを半開して点火スイッチを入れ始動電動機をスタートさせる。燃料が余すところ $\frac{1}{3}$ となった辺りが再装入の潮時で、装入燃料の $\frac{2}{3}$ による走行距離が発生炉ガス自動車の実質的航続距離ということになる。燃料が何であれ、かような事柄は発生炉ガス自動車の共通点であり、この間に最も注意されるべきは運転手の CO 中毒である。

湿式及び乾式木炭ガス発生装置から得られる木炭ガスの性状は表 3-2 に示される通りであった。

表 3-2 自動車用ガス発生装置による木炭ガス成分

発生炉型式 ガス種類	ガス成分 (%)					発熱量 Kcal/m ³
	CO	O ₂	H ₂	CO ₂	N ₂	
湿式	28.0	2.0	11.0	1.5	57.5	1130
乾式	31.0	0.6	—	1.2	67.2	940

平子『自動車用ガス体燃料とガス機関』5 頁、第二表(諧調反転)。

3) 薪ガス・プラント……陸式自工型と陸式マキ型

言うまでも無く、当時、自動車燃料として最も安価であったのは木炭の原料たる薪である。薪は木炭とは異なり、相当の水分を含むため、薪ガスは表 3-3 に示されるように巧まずして湿式木炭ガスに似た水性ガスとなる。

表 3-3 自動車用発生炉による薪ガス成分

ガス種類	ガス成分 (%)							発熱量 Kcal/m ³
	CO	CO ₂	CH ₄	C _n H _m	H ₂	O ₂	N ₂	
薪ガス (A)	13.4	9.4	2.2	0.2	17.1	1.2	66.5	1080
" (B)	13.9	9.2	1.4	5.9	14.2	2.7	52.7	1720

同上資料、7 頁、第三表(諧調反転)。

また、東京市電気局自動車課の報告に拠れば、東京市バスの走行 1km 当り燃料費は：

ガソリン 3.5 銭 木炭 5.0 銭 薪 1.5 銭

であり、調査時点において木炭は実のところガソリンよりも高価であった。

大阪工大(大阪帝国大学工学部?)と、大阪市電気局の発表に拠れば、ガソリン 1 ガロン相当

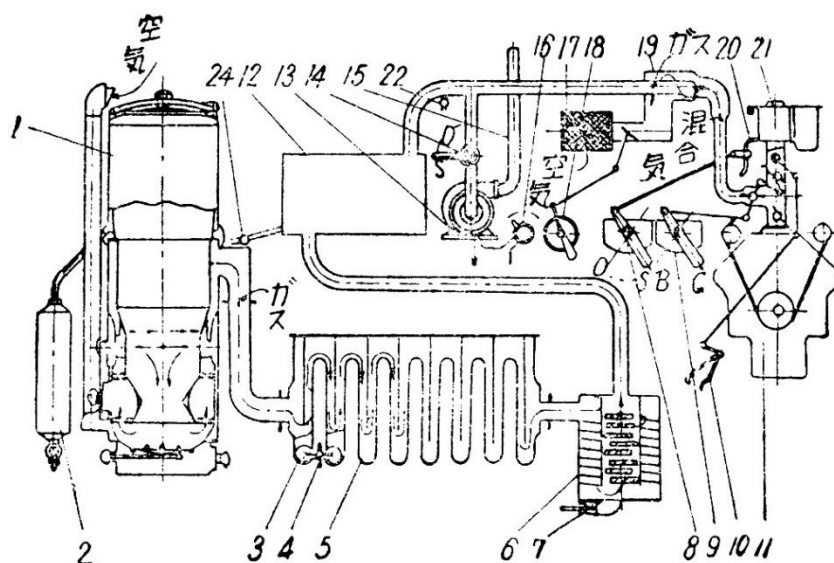
の走行距離(概ね 16km/U.S. Gal.[4.2km/l])に対する燃料費は：

ガソリン 64.0 銭 専用木炭 72.5 銭 アセチレンガス 144.4 銭 薪 32.0 銭
であった。但し、専用木炭は供給不足のため、木炭車は事実上、これより 2 割程度高価な家庭用木炭を焚くことを余儀無くされていたから一層不経済な存在であった⁹⁵。

つまり、最も安価な自動車燃料は薪であった。その最も安価な燃料たる薪の樹種に着目すれば、檜、クヌギ等の広葉樹は着火性に劣るが火持ちの良い、針葉樹はその逆の特性を有する薪となった。よって、両者の薪を適宜混合して使用するのが当時の通則であり、発生炉に装入される薪は長さ 10~12cm に切られていた。

これを焚く本邦薪ガス・プラントの代名詞、陸式自工型薪ガス発生装置は図 3-2 のようなモノで、ドイツ Köln-Braunsfeld の Imbert Generatoren G.m.b.H. による *Imbert Holzvergaser*(図 3-3)にシステム構成上、類似であった。但し、インバート発生炉における火炉内筒(鼓型狭窄部)の材料は「耐熱性の合金鑄物」、Cr-Ni 耐熱鋼鑄物等と解説されている。因って、使用材料的にそれは国産品より格段に高級なものであった⁹⁶。

図 3-2 陸式自工型薪ガス発生装置要領図



益田 申『薪自動車』山海堂理工学論叢(31)、1943 年、2 頁、第 1 圖。

益田は東京自動車工業(株)(いすゞ)技師。

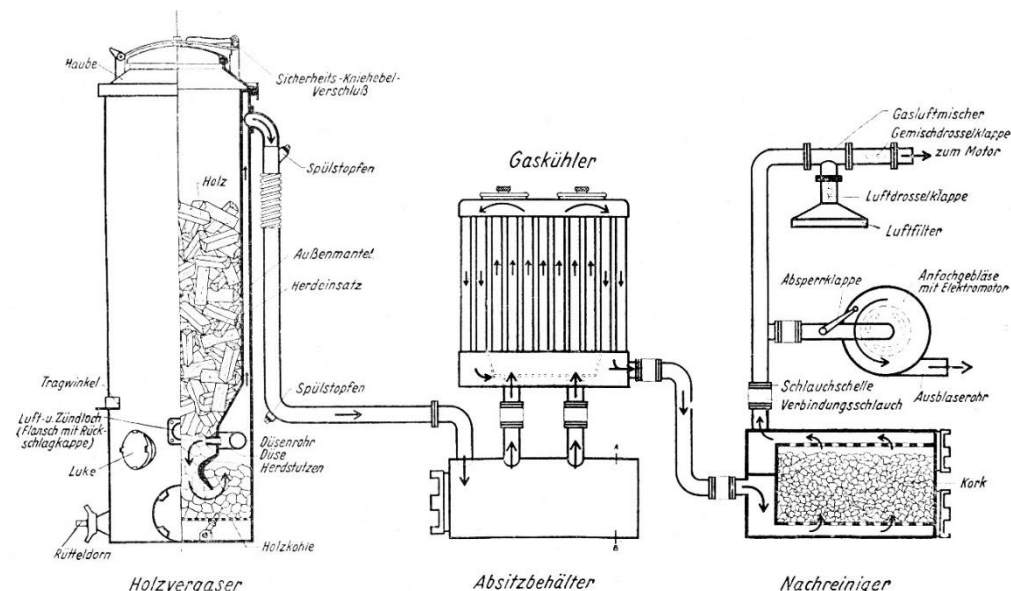
図 3-2 の番号は一部推定ではあるが、それぞれ、1：薪ガス発生炉、2：タール槽、3~5：冷却器(粗い塵埃の除去機能兼併)、6, 7：ガス清浄器(一種のサイクロン集塵器とシュロ入りフィルタの合体物)、8：ガス・ガソリン切替えコック、9：混合ガス弁、10：チョーク・レバー、11：機関、

⁹⁵ マキ自動車製造(株)『マキ自動車早わかり』二~三頁、参照。

⁹⁶ 星野前掲『獨伊に於ける代用燃料車の研究』34 頁、参照。インバート薪ガス発生装置と国産標準品との係わりについては注 98 の辺りの本文も参照。

12 : ガス槽(負荷変動に対応)、13 : 送風機、14 : コック、15 : 排気管、16 : 送風機スイッチ、17 : 空気清浄器、18 : 空気加減弁、19 : 混合器、20 : ガス・ガソリン切替え弁、21 : 気化器、22 : タール・トラップ、23 : ドレイン・コック、である⁹⁷。

図 3-3 Imbert 薪ガス発生装置



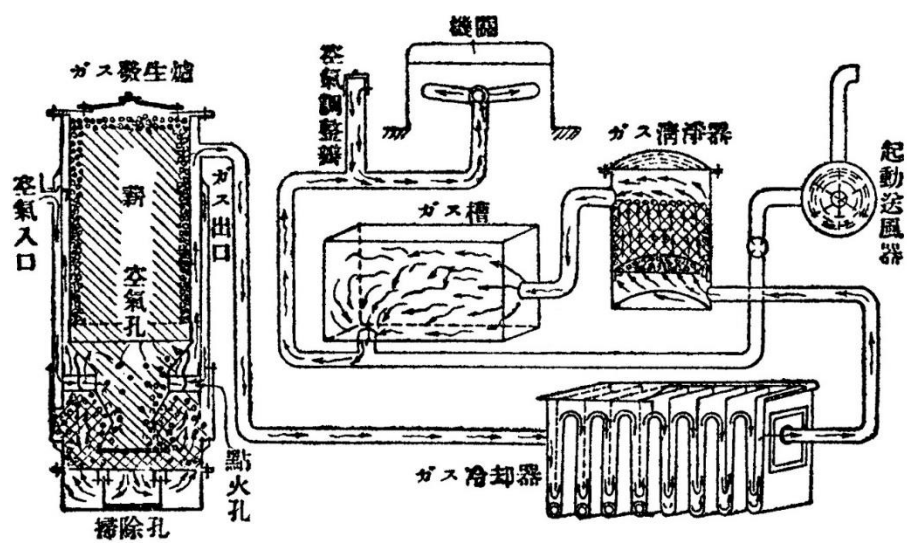
Holzver gaser 薪ガス発生器, Absatzbehälter 中間筒, Nachreiniger 第2清浄器, Sicherheits-Kniehebel-Verschluß 安全筒蓋締付桿, Haube 筒蓋, Spülstopfen 掃気栓, Außenmantel 外筒, Herdeinsatz 内筒, Tragwinkel 取付用アングル, Luft u. Zündloch, (Flansch mit Rückschlagkappe) 空気及び焚火口(逆止弁付フランジ), Luke 跳ね蓋, Rütteldorn 振動桿, Düsenrohr ノズル管, Düse ノズル, Herdstutzen 火爐波狀部, Holzkohle 木炭, Gaskühler ガス冷却器, Gasluftmischer ガス及空気混合器, Gemischdrosselklappe 混合気絞り弁, zum Motor 機関へ, Luftdrosselklappe 空気絞り弁, Luftfilter 空気濾過器, Absperriklappe 逆止弁, Anfachgebläse mit Elektromotor 電動機付吸風器, Schlauchschelle 接合管締め, Verbindungsschlauch 接合導管, Ausblaserohr 放出管, Kork コルク

星野『獨伊に於ける代用燃料車の研究』34頁、第1編 第3章 第2圖。

なお、文献によってはこのガス槽を有する陸式自工型薪ガス発生装置ではあっても、図3-2とはやや異なるものを掲げる例を見受けるので、これを図3-4として示しておく。元キャプションに謂う「乾式」は誤りでもないが、土台、薪ガス発生炉に湿式など有るワケがないのである。

図 3-4 陸式薪ガス発生装置

⁹⁷ ガス塞止弁が見当たらないのは意外である。18を全閉すれば空気清浄器を通じた環境中への毒ガス流出は阻止可能ではあるが……。

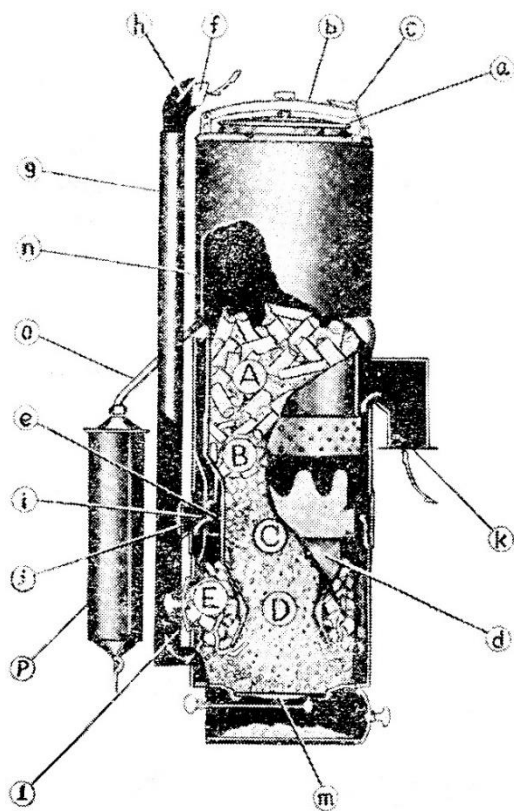


下向通風乾式爐(陸式)

長尾不二夫『新撰 内燃機關講義』下卷、養賢堂、1943年、542頁、第521圖。

陸式自工型薪ガス発生炉の実体形姿は図 3-5 の通りである。

図 3-5 陸式自工型薪ガス発生炉



益田『薪自動車』、5頁、第2圖。

図 3-5 の各部については、A：貯薪室、B：火室、C：空気通過室(酸化層)、D：ガス通過室(還元層)、E：ガス濾過室(木炭入り)、a：蓋、b：同クランプ、c：同左、d：鼓状鋳物(火室ないし燃焼室)、e：空気導入孔(2 個→2 列 16 個の空気噴孔)、f：空気取入口、g：空気導管、h：逆止弁、i：点火孔、j：同ネジ蓋、k：ガス出口、l：手入口、m：ロストル、n：凝集室、o：パイプ、p：タール槽、である。

なお、上述の通り、陸式薪ガス発生装置にはこの陸式自工型とは別に、日燃機統制に独り反旗を翻した業界の異端児、マキ自動車製造(株)による陸式マキ型発生装置があった。同社はこれについて：

「陸式マキ」こそ陸軍が過去十年に亘り大抱負の下に研究し實用に適する迄に漸く完成したものである。吾社は數年來此の製作と實用化の研究に努めてゐる中、陸軍當局の「陸式」特許の使用許可を得て進歩せる設備と深い研究により製作に當つてゐる⁹⁸。と述べているが、同じ「陸式」ではあつても、それが改良型であつたのか反主流派であつたのかについては不明である。

図 3-6 はマキ自動車が 1940 年 7 月末以降に発行した“”を謳う絵葉書である。そこには：

スペイン國經濟使節團陸軍技術官ラ・クルス氏ノ御熱望ニ依リ吾ガ外務省、日本商工會議所ノ御慫慂ヲ得テ當社製品ノ嚴密試験ヲ受タル結果其ノ性能ニ感歎セラレ賣買手續完了シ昭和十五年七月廿八日横濱港解纜ノ伏見丸ニテ、全代燃界ノ榮譽ヲ獨リ擔ヒテ遙カ西歐ノ地へ飛躍ノ旅立ヲセリ

と記されている。確かに、識者の中には代燃車を我国の輸出產品に、などという妄想を口にする向きもあつたのではあるが……⁹⁹。

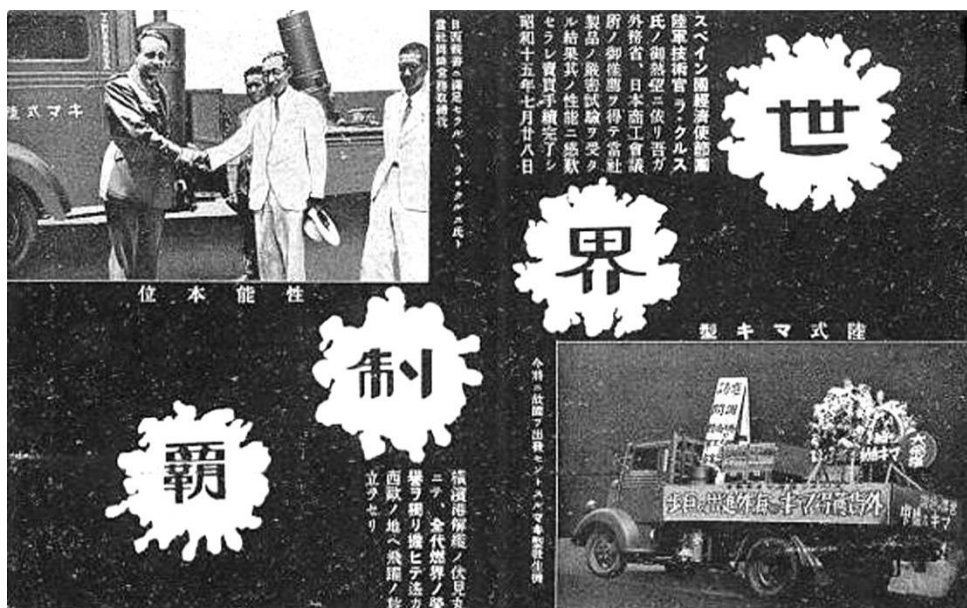
図 3-6 マキ自動車発行の絵葉書

⁹⁸ マキ自動車製造(株)『マキ自動車早わかり』一〜二頁、より。この冊子は発生炉についてもごく大雑把に：

瓦斯發生爐の外観は直經約四〇糎より四五糎、長さ約一・三米厚さ約二〇糎の圓筒型鐵板製で内部は上下二室に分れ上部は薪貯藏室、下部はガス發生室である。下部の二個所の口の上の方から鼓型の燃焼釜の周圍の空所に木炭をつめて發生瓦斯を一酸化炭素に變化させ且つ清淨濾過に役立たしめる。發生爐の外部にはガス取出口、空氣吸入パイプ、タール取りパイプが附着してゐる(七頁)

と述べるのみであり、何れのユニットについても画像情報は皆無である。

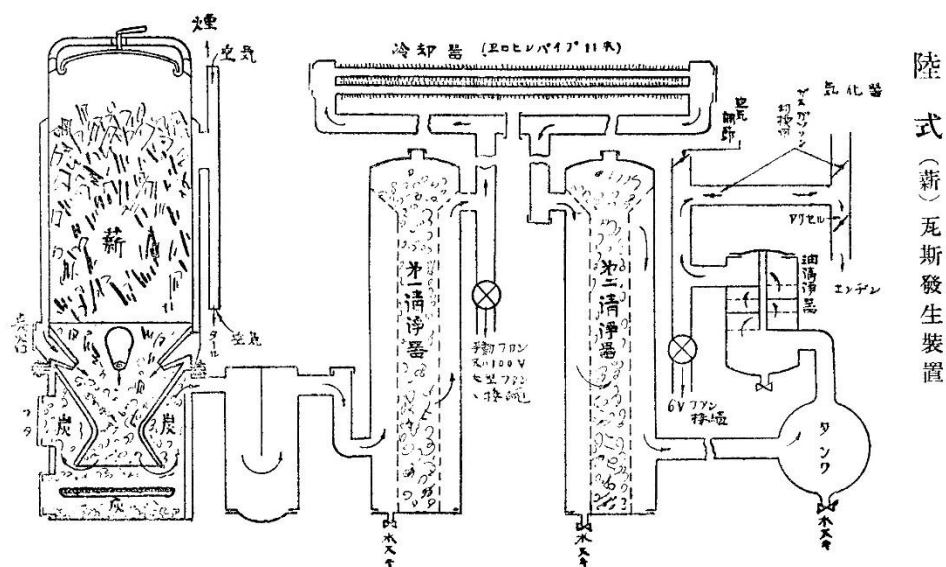
⁹⁹ 「自動車用石炭ガス発生装置に関する座談會(41 年 11 月 27 日)」冒頭、後藤 尚 燃料と燃焼部門委員会委員長の冒頭挨拶、参照。



現物は青と白のモノトーン。

とまれ、マキ型の発生炉においては図 3-7 に示されるように空気噴孔の形状、配置が自工型と全く異なるややグロテスクなモノとなっており、後続の冷却・清浄装置の各ユニットも別物尽くしであった¹⁰⁰。

図 3-7 陸式マキ型薪ガス発生装置要領図



上：薪炭瓦斯普及協會『木炭自動車』1940 年、巻末附録、より。

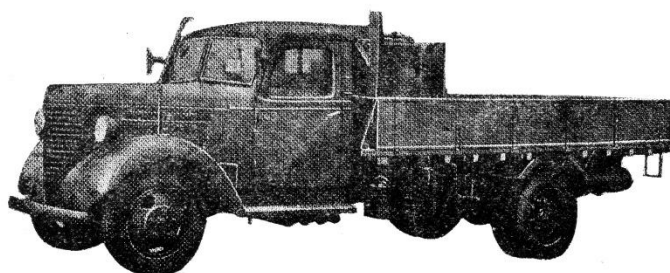
¹⁰⁰ この空気噴口形状は本稿第 2 章に観た富士工業・大陸科学院の石炭ガス発生装置初期型のそれとも似ているが、両者の関係については不明である。

問題の空気噴孔の形状について海外に先行モデルが存在したのか否か、それが陸軍オリジナルであるのか否か等については一切不明であり、このマキ型発生装置なるものが何時頃までこの形で製造され続け、どれ程普及し影響力を行使していたのかについてさえ管見の限りではない。但し、奇しくも正系と称されるべき商工省標準型や統制型日燃式への継承性が認められぬこの種の空気噴孔ではあるが、何故か後年の軍需省統制型日燃式 XQ11 型薪ガス発生炉(本章後掲図 3-12 右)においてはその採用を見る結果となっている。してみれば、そこにまで^な済し崩し的な統合が及んだということであろうか？

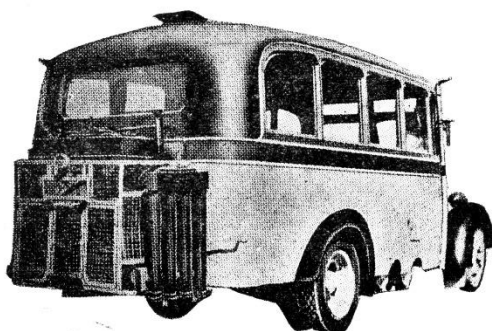
4) 日燃式薪ガス発生装置

では、日燃機の製品は……となるが、図 3-8, 9 に示されるものこそが日燃機に依る陸式日燃型薪ガス発生装置である。陸式日燃型は陸式自工型薪ガス発生装置をベースとするモノであり、その簡略版であった。即ち、日燃型においては自工型を特徴付けた 3 重炉壁部は 2 重化され、冷却器も短小化されていた。図 3-9 の⑨：水槽は水トラップである。

図 3-8 陸式日燃型薪ガス発生装置の車両装備状況



S - T 型

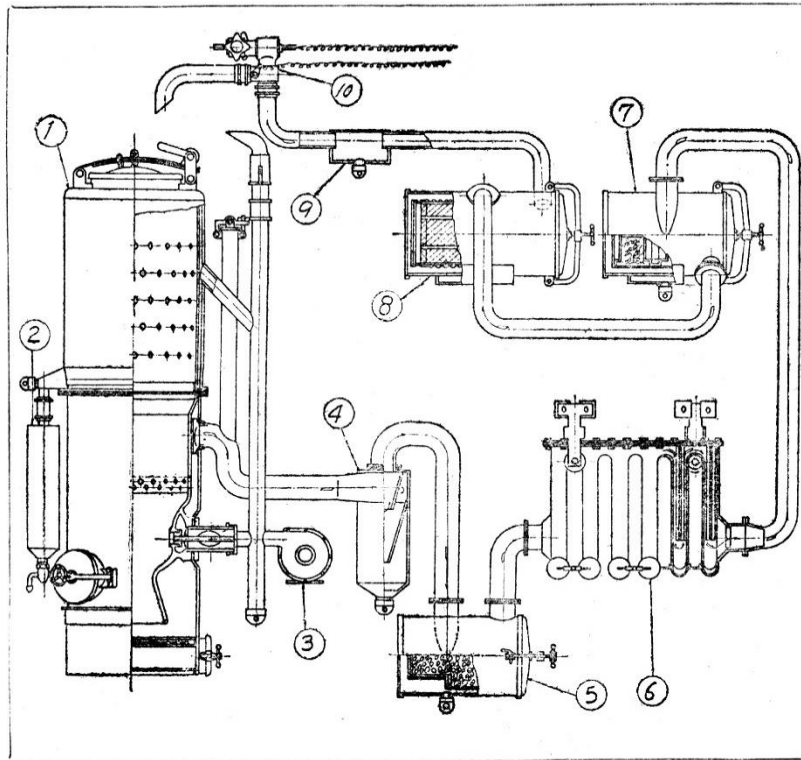


S - B 型

日本燃料機(株)『日燃式 薪自動車の取扱法に就て』巻頭グラヴィア。
車両はニッサン車。

図 3-9 陸式日燃型薪ガス発生装置の要領図

貨物・乗合車用型



- | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 10. | 9. | 8. | 7. | 6. | 5. | 4. | 3. | 2. | 1. |
| 機 | 水 | 第 | 第 | 冷 | 第 | 遠 | 電 | タ | 發 |
| 關 | 三 | 清 | 清 | 却 | 清 | 分 | 送 | 風 | 生 |
| 部 | 淨 | 淨 | 淨 | 淨 | 淨 | 離 | 機 | 槽 | 爐 |
| 裝 | 槽 | 器 | 器 | 器 | 器 | 器 | 器 | 器 | 器 |
| 置 | 置 | 置 | 置 | 置 | 置 | 置 | 置 | 置 | 置 |

日本燃料機(株)『日燃式 薪自動車の取扱法に就て』3 頁、より。

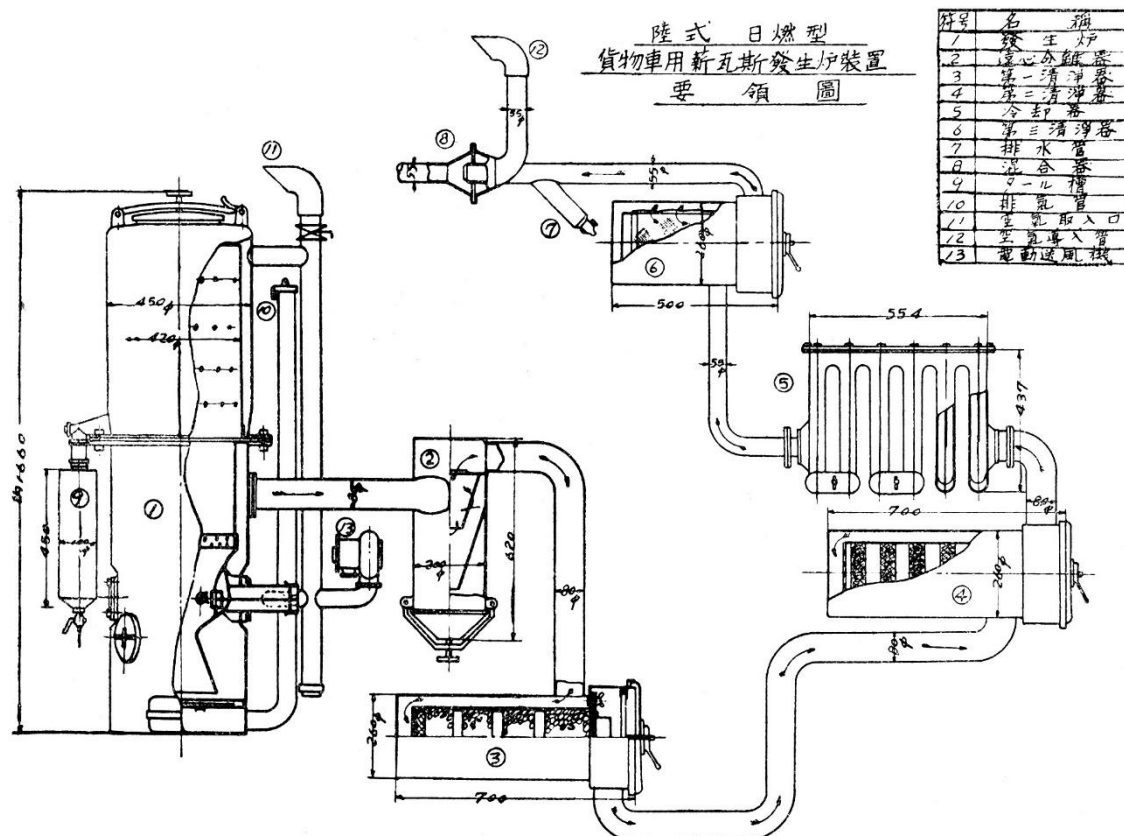
松本熊吉「代燃装置」日本機械学会『日本機械工業五十年』1949 年、376 頁の図も基本的に同じ。

松本熊吉はこれについて戦後、単に「現在使用している各種代燃装置」の中の一つたる薪ガス発生装置、として紹介している(397 頁)。遺憾ながら松本の図は余り高品位の画像ではないが、明らかにそれは陸式日燃型薪ガス発生装置である。

更に、図 3-9 のそれと冷却器の挿入位置(3 つの清浄器との関係)と水トラップの直接垂れ流し方式への変更を主な相違点とする図 3-10 のプラントをご覧頂きたい。このプラントは商工省標準型とも称されたものであり、図 3-9 の発展型であったと観て良からう。インバート薪ガス発生炉について石川はこれをスイスにおいて最初に製作されたものと記しつつ、「本

発生爐は現在の標準型発生爐に最も類似せる構造であり、……」と述べているが、恐らくこの記述は標準型、遡れば陸式自工型のルーツを示唆する表白であったと推定される¹⁰¹。

図 3-10 トラック用陸式(日燃型)＝商工省標準型薪ガス発生装置要領図



合田泰治『代用燃料自動車』上巻、自研社、1941年、46頁、より。

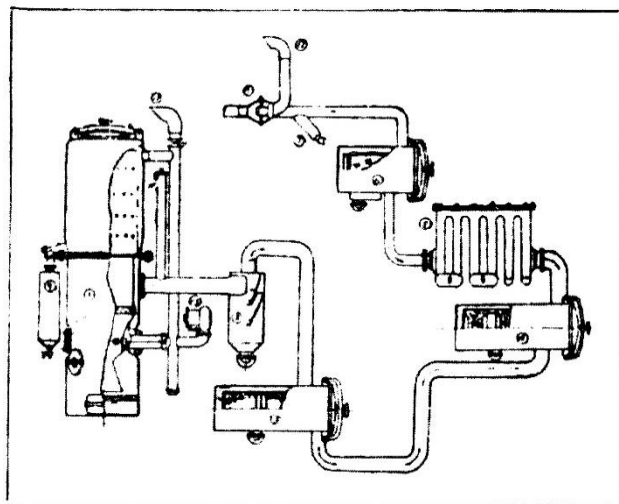
平子『自動車用ガス体燃料とガス機関』7頁、第2圖、石川茂教「標準型薪瓦斯発生装置に就て」『内燃機関』44号、1941年4月、第2圖もほぼ同じ。

図 3-11 も商工省標準型と基本的に同じもので、こちらはメーカー自身に依って陸式(日燃型)(貨物型)と呼称されていた例である。

図 3-11 陸式(日燃型)(貨物型)薪ガス発生装置の要領図

¹⁰¹ 石川茂教「薪瓦斯発生装置に就て」『内燃機関』第44号、1941年4月、同、「薪自動車に関する二三の問題」内燃機関編集部編『昭和十七年版 内燃機関技術大観』山海堂、1941年12月、所収の前半部、参照。

陸式(日燃型) (貨物型) 薪瓦斯發生爐裝置要領圖



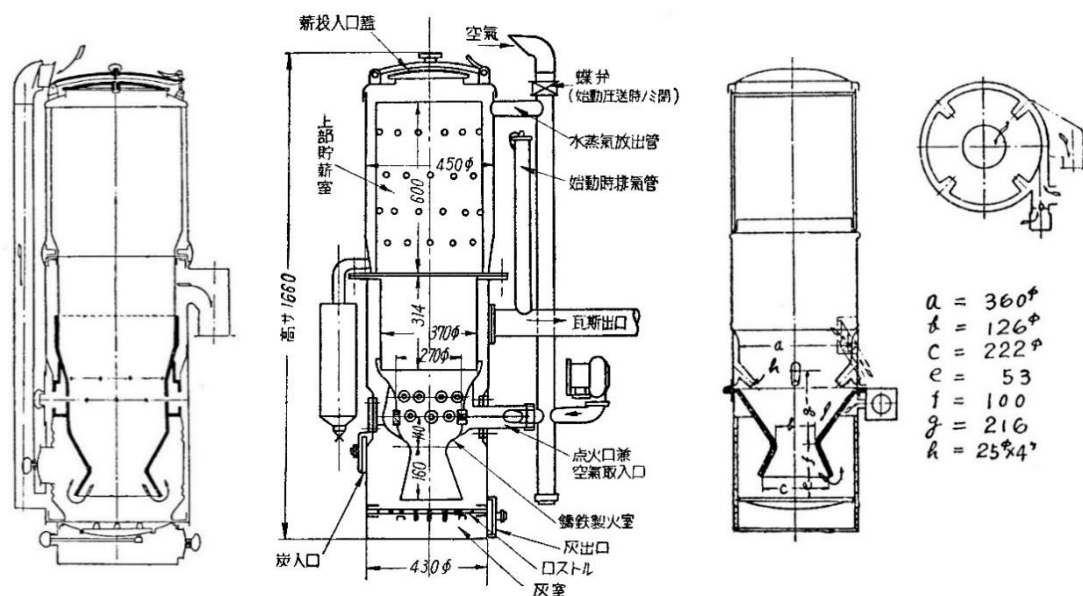
- | | |
|-------------|--------------|
| 1 發 生 爐 | 8 混 合 器 |
| 2 遠 心 分 離 器 | 9 タ ー ル 槽 |
| 3 第 一 清 淨 器 | 10 排 氣 管 |
| 4 第 二 清 淨 器 | 11 空 氣 取 入 口 |
| 5 冷 却 器 | 12 空 氣 導 入 管 |
| 6 第 三 清 淨 器 | 13 電 動 送 風 機 |
| 7 排 水 管 | |

藤本 晟著・日本燃料機合同(株)編『瓦斯發生裝置運轉者讀本』機甲青年社、1942年、59頁、第十六圖。

發生炉部分を単独に描いた画像をまとめ、図 3-12 として掲げておく。描かれているのは陸式自工型薪ガス發生炉と商工省標準型＝陸式(日燃型)發生炉(1941年：燃燒室狹窄部径^{ベンチュリー}140φ)、軍需省(43年11月～45年8月)の命を受けてこれを簡略小形化し製造工数低減と資材節約を徹底させた統制型日燃式 XQ11 型發生炉(1944年?：燃燒室狹窄部径126φ)とである¹⁰²。

図 3-12 薪ガス發生炉：陸式自工型、商工省標準型＝陸式(日燃型)、軍需省統制型日燃式

¹⁰² 薪ガス發生炉内におけるガス流動については図 1-16 を御覧頂きたい。



陸式自工型 XFB-13 型

商工省標準型

軍需省統制 XQ11 型

左右：柳原・荻野・吉川・那須「薪自動車の性能向上について」第 3 図、第 4 図。

中央：石川「標準型薪瓦斯発生装置に就て」第 3 圖。

石川の記述からもその形状からも前 2 者の燃焼室狭窄部が鑄鉄製であったことは明らかである。3 番目の軍需省統制型日燃式 XQ11 型においてはここが鋼板製に改められていた(本章第 2 節、参照)。 $b=126\phi$ というベンチュリー径が端的に示しているように、後者は商工省標準形式自動車いすゞ系の機関には容量不足の発生炉であったが、いすゞ車の多くは官需向けであったからガソリンを食わされていた個体が多く、かような“間に合わせ”で済まされたのかとも想われる。

XQ11 型発生炉の空気噴孔形状のマキ自動車製造の陸式(マキ型)発生炉におけるそれに対する類縁性については先般、指摘した通りであるが(図 3-7 の辺り、参照)、仮令、その技術的淵源が陸軍に在ったにせよ、統制陣営が統制に反旗を翻した造反分子側の技術に擦り寄るといっても誠に奇怪かつスキャンダラスなハナシではある。やはり、最も辻褄が合うのは、強腰で聴こえたさしものマキ自動車製造も大戦末期ともなれば日燃機の軍門に下るよう追込まれていたというストーリーであろう。

2. 本邦本邦自動車用代用燃料総覧……アセチレン、その他のガス体燃料とアルコール

1) アセチレンガス

自動車用ガス体燃料としてはなお高発熱量ガスとしてボンベに $150\text{kg}/\text{cm}^2$ 程度に加圧充填して供用される天然ガス(CNG：天然ガスは千葉、秋田、新潟、台湾に産した)、都市ガス(石炭ガス)、 $15\sim 20\text{kg}/\text{cm}^2$ 程度に加圧・常温液化して用いられる液化プロパンガスがあり¹⁰³、カーバ

¹⁰³ 天然ガスの主成分はメタン(CH_4)である。我国における自動車燃料としての圧縮ガスや

イドと水を炉内で反応させて得られるアセチレン・ガス(C_2H_2)も一部で実用された。

カーバイドとは常温で固体の炭化物の謂いであるが、通常は石炭と石灰石と電力の賜物であるカルシウム・カーバイド(CaC_2)を指す。カーバイドに水と火気は厳禁であるため、通常その保存法は缶詰であった。これを開封して水と反応させれば件のアセチレンガスが得られた。なお、工業的にはこのアセチレンガスを窒素と反応させれば窒素肥料の原料となる石灰窒素が得られたから、カーバイド工業は当時の有機化学工業、即ち石炭化学工業の重要な一分野を為していた¹⁰⁴。

アセチレン・ガスはアセトン(CH_3COCH_3)に溶解させた状態でボンベに詰めて自動車用燃料として用いられた他、カーバイドと水とを反応させる発生装置そのものを車載させる形で代燃車燃料として用いられていた。我国における主流は後者で、この国のアセチレン自動車はほぼ、カーバイド自動車と称されても良いような発生炉付きのシロモノに限られた¹⁰⁵。

圧縮ガス、液化ガス、溶解ガスは全て頑丈なボンベに詰めた状態で使用されたが、戦時下の我国においてそれらには原料資源に加えボンベ製造用資材(特殊鋼材料としての Ni, Mn, Mo)の不足という余分な隘路が附帯していた。ボンベには車載の小形ボンベのみならず、これに供給スタンドで充填するための「親ボンベ」を用意することが望ましいとされた。大容量の親ボンベの製造には強力でストロークの長い水圧プレスが必要であったが、かような鍛圧機械は当時の日本には無かった¹⁰⁶。

なお、我国におけるアセチレン自動車は他の発生炉型代燃車と同様、ガソリン切替え運転が出来ることを要件付けられていた。アセチレンガスは強く圧縮されると自然発火する性

液化ガス利用の取組については平木義良「圧縮メタンガス並に液化プロパンガスとガス自動車の将来に就て」『日本機械学会誌』第 44 巻 第 289 号、1941 年 4 月、参照。液化ガスの自動車燃料化についてもドイツは先達であった。簡単には佐竹達二「ドイツに於ける液化ガス自動車の使用に就いて」『昭和十七年度版 内燃機関技術大観』所収(『内燃機関』41, 42 号連載稿、1941 年 1, 2 月)、『動力 別冊 59 ガス・ディーゼル自動車』1942 年 2 月(MTZ, 2, 1940, 101, Mehler 論文、ATZ, 8, 1940, 183, Köhler 論文の翻訳)、参照。なお、天然ガスの利用については後程、戦後のいすゞ自動車に係わる事蹟に関して簡単な紹介が試みられる。

¹⁰⁴ カーバイド工業については日比勝治『カーバイド工業講話』丸善、1941 年、簡単には前掲拙稿「三井鉱山 三池ならびに田川瓦斯発電所について(訂正補足版)」の図 1-1 石炭の樹、参照。

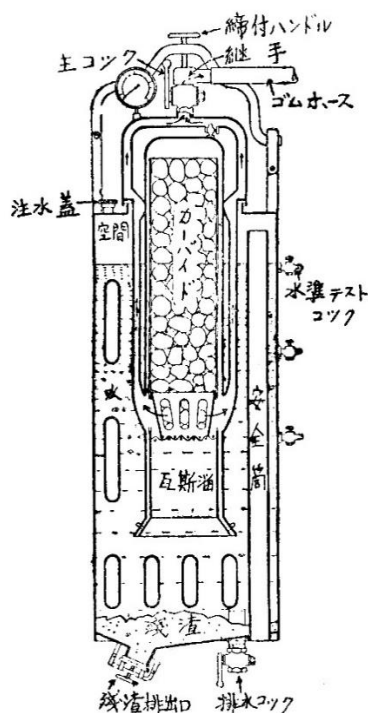
¹⁰⁵ 我国における溶解アセチレン自動車に関する初期の実験については沼 正治「自動車燃料としての溶解アセチレン」『日本機械学会誌』第 42 巻 第 266 号(1939 年 5 月)、「木炭、亜炭、薪、天然ガス等の新燃料を使用する自動車に関する座談会(1939 年 3 月 17 日)」における吉澤基正の講演、参照。前者はオートバイ、農発でその実用性を確認した徳島県在住の齋藤佐衛太なる人士の試みを徳島高等工業学校機械工学科(及び応用化学科)が支援し、'34 年型フォード V8 乗用車で実験した成果の単発的な報告、後者は陸軍自動車学校における実験である。

¹⁰⁶ 「木炭、亜炭、薪、天然ガス等の新燃料を使用する自動車に関する座談会(1939 年 3 月 17 日)」『日本機械学会誌』、第 43 巻 第 278 号、1940 年 5 月における大河内正敏の講演、参照。勿論、素材として深絞りには堪える韌性に富んだ厚目の鋼板も不可欠であり、そんな国産材が当時、潤沢・廉価に供給されていたワケでもなかった。なお、ボンベの製法には継目無し鋼管を塞ぐ方法(マンネスマン法)や鋼塊からの押出成形(エアハルト法)もある。

質を有する(オクタン価が低い)。このため、アセチレン運転は特にパーシャル・スロットルの平坦線定速運行向きであったと考えられる。もっとも、その程度の使われ方ならガソリン節約量自体も高が知れていたことになる¹⁰⁷。

図 3-13 は国産アセチレンガス発生装置の中でも小型車(オート三輪)に用いられた東洋工業(株)の「マツダ式瓦斯発生器」の概要である。ライヴアルの發動機製造(株)は勿論、ダイハツ號発生装置を用意しており、日本アセチレン瓦斯發生機工業組合の小型乗用 E 型や福島サービス部の共榮式一號型といった製品も知られていた。自動車用アセチレンガス発生器としてはこれら小型車用以外にも日本アセチレン瓦斯發生機工業組合や國産燃研工業(株)に依るトラック用、大形乗用車用機種も存在したが、それらは何れも型式的には浸潤式と総称される発生装置であった。

図 3-13 マツダ式アセチレンガス発生装置



カーバイドかごに入ったカーバイドを発生器内に挿入すれば水とカーバイドとが反応しアセチレンガスが発生する。

ガス圧が高まれば内部の水面は押し下げられ、水とカーバイドとの接触は絶たれる。

ガスの発生量と使用量とのバランスで発生器の内圧、従って内部水面の高さは自動調整され、それによってガスの発生量もコントロールされた。

自動車用代燃プラントはこの種の発生器に濾過器、水分離器、清浄器、水封式安全器、火焰防止器、空気混合器を連ねることによって構成された。

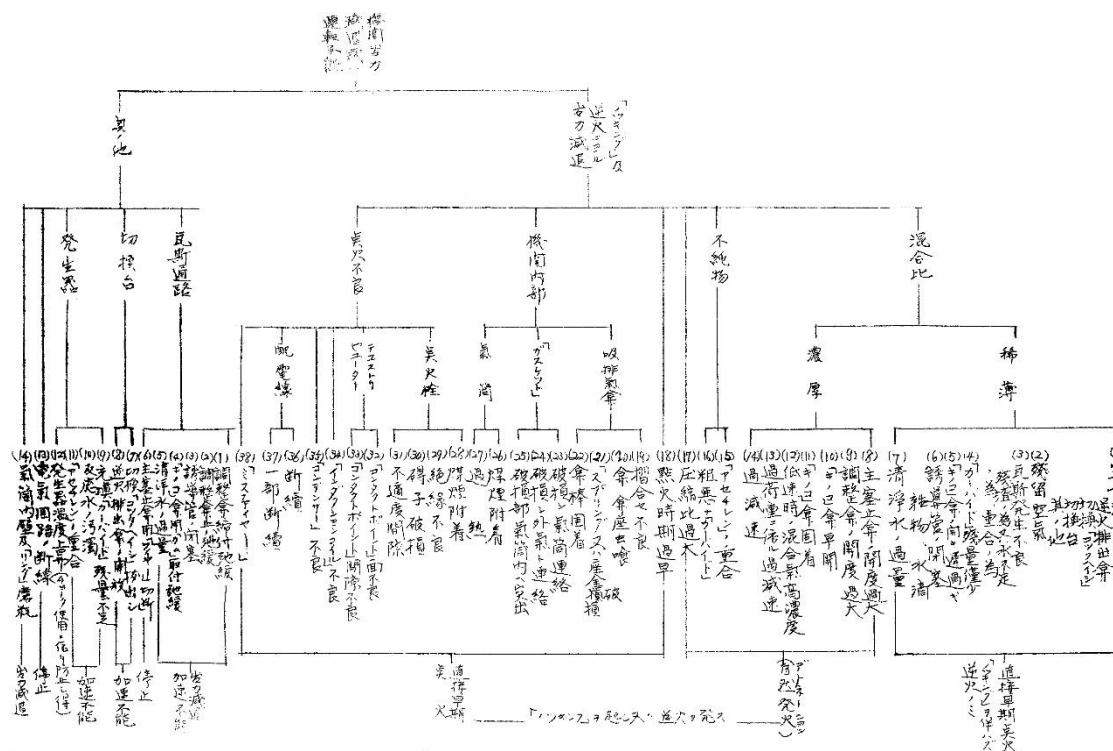
藤本 晟・日本アセチレン瓦斯發生機工業組合『アセチレン自動車読本』31 頁、第五圖。

¹⁰⁷ 上に紹介した陸軍自動車学校での試用においては機関冷却水出口温度を 50℃に設定してノッキング抑制に努めていた。また、液体燃料との併用においては概して悪い結果しか得られていないが、アンチノック燃料たるアルコールとの併用のみは巧く行ったという。

アセチレン自動車については藤本 晟著・日本アセチレン瓦斯發生機工業組合編『アセチレン自動車読本』機甲青年社、1942 年、に詳しい。同時代の溶解アセチレン自動車に関する文献としては沼 正治「溶解アセチレン自動車に就て」『昭和十七年度版 内燃機関技術大観』所収、が挙げられる。もっとも、この文章は沼「溶解アセチレンを使用する自動車に就いて」『燃料協會誌』第 18 巻 第 10 号、1939 年、の焼き直しである。

図 3-14 はアセチレン自動車のチェック・シートである。手許にある藤本・日本アセチレン瓦斯発生機工業組合『アセチレン自動車読本』に挟み込まれていた出所不明の資料であるが、恐らくは当時の現場人に依って作成されたモノであろう。手書きの謄写印刷物で不鮮明な個所も多いが、最上位は「機関出力減退或ハ運転不能」と読める。

図 3-14 アセチレン自動車のチェックポイント



戦時下、カーバイドないしアセチレンは溶接やガス溶断、夜店のランプといった応用的な使途のみならず自動車代燃化の重要資源としても注目されるに至った。但し、アセチレンガスは圧力差の下に供給されるため、スロットルの急閉塞時にも気化器からのガソリンとは違って溢出し逆火を招来する危険がある上、それ自体が高い爆発性を有していたから、アセチレン自動車は「一般公衆ノ乗用ニ供セザル自動車ニ限り」認可され、その運転についても普通運転免許証に加え、特別な講習受講の後に許可される特定運転者制度が施行されていた。また、アセチレン自動車自体も上の制限的性格から日本燃料機合同による統制の埒外にあったようである。

もっとも、代燃使用実績としては資源賦存量や資材消費、装置の作り易さといった点で有利な薪炭ガスが圧倒的であった。アセチレンガスは高価かつ物騒な危険物であったから、アセチレン自動車がこの国で大して普及しなかったのは当然である。

2) アセチレン以外の自動車用ガス体燃料

アセチレン・ガスを除くガス体燃料の性状については表 3-4 に総括される通りであるが、重要なのはガス単独の体積当り(低)発熱量ではなく、理論混合気としてのそれであり、これによって機関の出力は究極的に決定される。因みに、理論混合比におけるガソリン混合気の(低)発熱量は 880kcal/m³ 程度、アセチレン・ガスのそれは 890kg/m³ であった¹⁰⁸。

表 3-4 自動車用ガス体燃料の一般的性質

ガス種類	ガス成分					低発熱量 Kcal/m ³	理論 所要空気量 m ³ /m ³	理論混合気 発熱量 Kcal/m ³	実用最大 圧縮比 :1
	H ₂	CH ₄ 炭化水素	CO	CO ₂	N ₂				
木炭ガス	11.0	—	28.0	1.5	58.0	1130	0.83	620	9~10
薪ガス	14.0	7.0	14.0	9.0	53.0	1720	1.52	680	9~10
石炭ガス	0.7	4.0	19.0	5.5	67.0	1160	0.80	645	9~10
半成ガス	12.0	—	27.0	4.0	57.0	1130	0.85	610	9~10
天然ガス	—	95	—	1.0	4.0	8200	9.2	800	7~8
液化ガス	—	99	—	—	1.0	22800	28.0	800	7~8
都市ガス	51.5	19.0	21.5	4.0	4.0	3830	3.8	800	7~8
熔鑛炉ガス	2.5	—	29.6	7.5	61.0	940	0.75	540	10~12

平子『自動車用ガス体燃料とガス機関』20 頁、第十二表(諸調反転)¹⁰⁹。

都市ガス(大形発生炉による水性石炭ガスらしい)と車載湿式発生炉による石炭ガスとの性状差に注目。

以上のように、ガス体燃料はその種類によって性状が区々であるため、如何なるガスにも無改造で即対応可能な汎用性の高いガス体燃料専用機関などというモノは望み難かった。その反面、ガス体燃料は一般に液体燃料と比べて混合気発熱量が低いだけでなく、燃焼速度、圧力上昇率が小さく、自動車機関燃料として面白からざる性質だけは共通して具有していた¹¹⁰。

なお、表に顔を見せる天然ガスの主成分は多くの場合、メタンであるが、メタンには下水汚泥処理過程で発生するものもあり、ドイツではこれも圧縮ガス化して自動車燃料として実用された。我国においてもこのメタンガス(腐敗ガス)を一般的な熱源として利用して来た歴史は古く、詳細は不明ながら、東京市や京都市では戦時下、自動車燃料としての利用

¹⁰⁸ 前田利一他『自動車』(上巻)、日本機械学会、1950 年、98 頁、第 5・3 表にはこれらとはやや異なる数値が掲げられており、木炭ガス理論混合気の低発熱量は 586kcal/Nm³、薪ガス理論混合気のそれは 623kcal/Nm³、液化ガス理論混合気のそれは 885kcal/Nm³、自動車用メタン(市販)理論混合気のそれは 847kcal/Nm³、とある。

¹⁰⁹ 発生炉ガスに係わる戦後、発表された類似データとして先にも言及した渡部他『内燃機関』(上巻)、213 頁、第 6・12 表、を挙げておく。

¹¹⁰ これらガス体燃料の内、発生炉ガスの場合にはその原料となる固体燃料の走行距離当り価格が問題となる。この点については表 2-7 に 1941 年上半期当時のデータを掲げておいた。

に係わるプロジェクトが進められていたようである¹¹¹。

3) アルコール(エタノール)

ガソリンより発熱量が小さく価格の高いアルコール(エタノール)は時に単体、多くの場合にはガソリンとの混用という形で使用された。アルコール混用とは石油節約のため、ガソリンにアルコールを混合、言わば水増しして使用する方法である。ディーゼル燃料の軽油に混合する場合も見られたが、これは例外的措置であった¹¹²。

元々、内燃機関にアルコールを供するという発想は 19 世紀のドイツでジャガイモが穫れる過ぎた際、これをアルコール発酵させて貯蔵し、農産物価格の安定化と新進技術であった内燃機関に地産地消型燃料を手配してやる一挙両得のアイデアとして考案された。しかし、それが実現するほどの豊作が続くワケも無く、燃料の安定供給面に難アリとしてこのアイデアは棄却された¹¹³。

しかし、第一次世界大戦下の欧州ではガソリンにアルコールを混入し、石油資源の節約を図る試みが再び脚光を浴び、先次大戦へ向けて戦時体制構築を急いだ我国においても 1919 年着手の陸軍を先達としてアルコール混合ガソリンの研究が進められた。しかし、その実用化は 1938 年まで持ち越された。これは発酵材料となる農産物自給体制の不備ゆえ、原料(サツマイモ)の価格が高値に過ぎたという日本的「手回しの悪さ」を象徴するかの様な原因が伏在していたためと伝えられている。この外、アルコールは単体又はガソリン系とアルコール系と 2 つの燃料系を有する一種の多燃料エンジン用燃料の形で試用された¹¹⁴。

エタノールは一頃話題になったメタノールと比べ、水分の混入によってアルコールとガソリンとが分離する相分離を生じ難いが、それ自体に吸湿性がある点は同じで、水分の増大、温度の低下とともに相分離とこれによる運転不調の危険性は増す。また、混入率が高いほど相分離は起り難くなる¹¹⁵。

111 一般熱源としての腐敗ガスの利用を論じたものとして泰東社編集部編著『燃料問題と**メタノール** 発生装置構造法』泰東社、1925 年、参照。東京市、京都市云々については潮江技師「ガソリン代用燃料ニ就テ」、参照。

112 アルコールに関する以下の記述は坂上茂樹・原田 鋼『ある鉄道事故の構図』第 4 章 3 節の焼き直しである。エタノールに係わる一般的諸事項については伊木前掲『人造液體燃料工業』第 6 章、参照。

113 初期内燃機関史のかかる一コマについては拙著『ディーゼル技術史の曲りかど』信山社、1993 年、第 1 章、20 世紀初頭の状況については拙稿「多燃料発動機の時代と日本」、参照。

114 以下、この辺りの叙述は清水『自動車及各種代燃車』163~168 頁、尾崎正久『自動車日本史(上)』自研社、1955 年、666~671 頁、松本「戦時中の代燃車政策」、中村『代燃車苦難時代の素描』111~134 頁に拠る。

115 航空発動機における離昇出力増強策としての「水・メタノール噴射」で知られるメタノールは相分離と金属腐食性および量産技術面の制約ゆえに戦前戦時期、自動車燃料としてそれほど注目されなかった。しかし、一部では実用に供され、いすゞでは各種試験が行われた。戦後早い時期、いすゞでは粗製、精製、含水メタノールが台上および実車試験に供

内燃機関の出力にとって問題となる低発熱量の点でエタノールはガソリンの $\frac{2}{3}$ 程度である。このこととエタノール分子(C_2H_5OH)自体に酸素が含まれていることによりエタノールの完全燃焼に必要とされる空気質量はガソリンの場合より少なくて済む。このためアルコール混合気の単位容積当り発熱量はガソリン混合気より若干低い程度となる。従って内燃機関用燃料として単体アルコールを用いた場合、その気化潜熱の大きさゆえ低温始動に困難を来すものの、混合燃料として使用されれば、一般には 10~20%程度までのエタノール混入率においてはガソリン燃焼の場合と比べて性能の低下はそれほど目立たないとされていた。この「常識」のためか、アルコール混合燃料に対する自動車メーカー側での研究開発の取り組みには熱意が欠け、まとまった研究成果も発表されなかったようである。但し諸外国での研究や日本のユーザーの下での実験結果は混合燃料の性質が条件次第でプラスマイナスに振れることを教えていた。

南満洲鉄道(株)ではフォード B 型エンジン($\epsilon = 4.6$)に自社開発の加熱式気化器を組み込み、含水アルコールを用いた台上試験を実施した。そのレポートによれば、ガソリン焚と比べた出力低下率は回転数上昇と共に目立ち 5~11%を、燃料消費量は 31.2~56.3%の増加を示した。吸気温度は 80℃が最適値で、気温 15℃においては始動不能となり、エチル・エーテルを 10%混入することによりガソリン並みの始動性が得られた。加熱式気化器の最適化をなせば出力低下の幅は圧縮可能と推定された¹¹⁶。

上述の通り、鉄道省においてはこれより先、アルコール精製過程の中間製品にエーテルを混入、エーテル混入率 10%としたアルコールをガソリンに 10%混合し、この混合燃料による実験を行ったところ、約 10%の燃料消費率低減を見たと報告されている。もっとも、栃木県塩原温泉辺りで省営大型バスとシボレー乗用車を用いた実験その他においてはかかる結果の再現に失敗しており、研究は中断された¹¹⁷。

とかくする内、わが国における制度としてのアルコール混用は世界で 15 番目、1937 年 4 月に「揮発油及アルコール混用法(法律第 39 号)」および「アルコール専売法」と共に始まった。しかし、民需用ガソリン全てを対象にしようにもエタノール生産が追い付かなかったため、'38 年 5 月にはガソリン総量の 25%に 5%混入、9 月には総量の 25%に対して 10%混入、'39 年 4 月には 50%に対して 10%混入、下半期には対象を 70%に拡大、'40 年 1 月には全てのガソリンに 10%、11 月以降、15%混入、'41 年にはこれを 20%に引き上げ、という段階的方策が選ばれざるを得なかった¹¹⁸。

されており、これについては本章第 3 節にて紹介する。航空発動機における水・メタノール噴射については拙稿「三菱航空発動機技術史 第 II 部」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載)、内燃機関用燃料としての含水メタノールの性質については金子靖雄『内燃機関基礎工学』山海堂、1997 年、68~73、135~146 頁、参照。

¹¹⁶ 岡 剛・米田満麗・道満 馨・岡本 輔『鉄研式アルコール自動車ニ就テ(第三報)』満鉄鉄道総局鉄道技術研究所内燃機関部門、1942 年 11 月、参照。第一、二報は加熱式気化器に関する内容らしいが未見。

¹¹⁷ 清水前掲『自動車及各種代燃車』359~361 頁、本稿、第 1 章 第 5 節、参照。

¹¹⁸ 重ねて注意を喚起しておくが、これは経済原則に則った政策ではなく、狙いはひたす

アルコール混用の制度化を承け、鉄道省辺りにおいても混合燃料が使用された。しかし鉄道省々営自動車部門では混合燃料の相分離に余程、手を焼いたためか、生産性に劣る高純度の混合用アルコールの精製という回り道を否とした卓見故にか、ストロンバーグ型の気化器 1 個にガソリン用フロート室・ジェットとアルコール用フロート室・ジェットを各 1 個併設し、両者の混合比率を任意の値にほぼ保つ機能を有する改造気化器を用いて 1940 年 5、6 月、省営自動車による営業実験を敢行した。圧縮比はノーマルのままであった。車種については不明であるが、シリンダヘッドの削正による圧縮比高上について「之も行ふとしても、極めて低廉な費用で改装が出来る」とあるから、OHV の“ふそう”ではなく、SV の“いすゞ”、“スミダ”、“ちよだ”の何れかであったろう。混合率は最低 24% から最大 36% で、出力、加速ともガソリン焚きの場合とほぼ同様であったという¹¹⁹。

更に鉄道省では大井工場にてガソリン(アルコール 10% 混合)用ベンチュリーとアルコール用ベンチュリーを Y 字管内に併設し、エンジンの負荷を吸気マニフォールド負圧に反応するダイヤフラムによって検出した上、ガソリン側スロットルとアルコール側スロットルの開度を自動的に変化させる気化器(手動補正機構付き)を開発、これを“スミダ”R 型や“ふそう”B46 型とともに C46 級省営大型バスとして使用されていた“ちよだ”S 型(6-110×120, 6.85 ℓ , ϵ =5.20, 60/2000)に搭載、'40 年 6 月から 12 月にかけて実験を行った。低負荷時にはアルコールの供給が増すためアルコール混入率は最大約 95%、総平均でも約 67% となり、著しいガソリン節約効果が発揮された。

続いて治外法権的にシリンダヘッド削正により圧縮比をノーマルの 5.20 から 5.47、更に 5.79 へと向上させる実験が行われ、アルコール混合率を大とした場合に燃費向上が著しいことが確認された。また、自動混合比調整気化器を用いた一連の実験ではアルコール含水率がエンジン性能に及ぼす影響についての実験も並行して実施され、含水率 50% のアルコールでもガソリン併用運転に十分供し得る事実が明らかにされた¹²⁰。

省営自動車のこの技術が練成され広く共有されておれば、戦時下日本の自動車燃料事情にあるいは曙光が差していたかもしれない。実際、アルコール増産は思いの外の進捗を示した。商工省燃料局が推進したのは何の知恵も無く、評判も悪い混合策であったが、それでも'40 年 1 月には 15% 混入前倒し実施に至った。またその余勢を駆ってアルコール単体を自動車用燃料として使用する実験まで蒸し返され、'42 年 2 月より全国 7 府県で単体アルコールがトラック用燃料として使用されるに及んだ。

ら石油資源の節約、航空発動機用ガソリンの確保であった。築山閏二はその著書、『自動車工学』山海堂、改訂増補初版 1940 年、の本文 79 頁、附録 41 頁に自動車用エネルギーの経済性比較を掲げている。そこに掲げられた未だ良い時代の数値に拠れば、ガソリン(17 銭/ℓ)を 1 として、軽油は 0.53、木炭 1.22、薪 0.94、天然ガス 0.72、都市ガス 0.72、アセチレンガス 1.7、電気 0.57 であった。これに対して、アルコールは実に 15.5 という桁違いの高値であった。

¹¹⁹ 清水同上書 361~363 頁、参照。

¹²⁰ 清水同上書 363~371 頁、参照。

しかし、戦線の急拡大は医療用アルコール需要を激増させた。これによってその立脚点を奪われた「アルコール混用法」は43年、敢え無く廃止に至った。

省営自動車における実験の進捗に影響を受け、鉄道省のガソリン自動車においてもアルコールの試用がその後を追うようにして行われた。更に GMF13 で単体の含水アルコールを焚く実験も行われており、ガソリン焚の 90%前後の出力が確認されている¹²¹。

とは言え、アルコールの日常的使用は「アルコール混用法」の施行と共に混合燃料を用いるという形で否応なしに始めさせられていた。未だ混合燃料についての記載を残す鉄道省の資料はこれについて、

揮発油ハ……ガソリン自動車ニ一般ニ使用セラレ最近ハアルコールヲ 20%混合シタモノガ使用セラレテ居ルガ之レハ燃料油第二種第三号ノ規格ト同一ノモノデアルガ発熱量ハ大体 10500 キロカロリー/珎デアル。

と解説している¹²²。

また、同じ資料はアルコールの性質および単体使用についても、「アルコールハガソリン自動車ノ代用燃料トシ近時単独又ハ揮発油ト混用せられ、又、ディーゼル自動車ニ軽油ト混合使用セラル」と前置きした上で、

吸湿性大ニシテ水分多キモノハ揮発油ニ溶解シ難ク普通純度 99%(水分 1%ヲ意味ス)以上ノモノヲ無水アルコールト称シ 95%程度ノモノヲ含水アルコールト称ス。

アルコールノ水分ヲ含有スルト金属ヲ腐食セシメル。揮発油ニ混用セシメタル場合ハ圧縮比ヲ高メ得ル利益ガアル。

沸点 78~80℃、引火点 10~16℃、発熱量 7000 キロカロリー/珎デアル。

とも述べている¹²³。

更に、圧縮比の規定要因たるオクタン価については、

ガソリン機関ノ燃料トシテハ揮発油ハ一般ニオクタン価大ナルモノガ良イ。普通揮発油ハオクタン価 60 程度デアルガアルコールハオクタン価ガコレヨリ遙カニ高イタメアルコール混合揮発油ハオクタン価ヲ高メ得ル利益ガアル。普通ノ揮発油ニアルコール 20%混入スレバオクタン価約 70 トナル。

とある¹²⁴。

しかしこの相対的に高いオクタン価を活かすために不可欠である圧縮比増加改造は「ア

¹²¹ 中村「時局下の内燃自動車」参照。

¹²² 鉄道省運転局運転第一課編纂『機関車及気動車乗務員教養資料』1942年5月、389頁、より。

¹²³ 同上書、390頁、より。

¹²⁴ 同上書、407頁、より。現在、自動車用ガソリンのオクタン価を評価する際に用いられているリサーチ法と称する試験法は戦後普及したもので、航空用をはじめ往時、ガソリンのオクタン価はモーター法によって計測されていた。モーター法にもバリエーションがあるものの、何れも測定値はリサーチ法より低く出る。従って 60 だ 70 だといっても、現在のそれとは異なる基準での数値である。オクタン価にからむ内燃機関技術史話については拙著『開放中国のクルマたち』日本経済評論社、1996年、77~84、113~114頁、参照。

ルコール混用法」の腰砕けの末路から察するに、到底、ガソリン動車の運用現場にまでは及んでいなかったことであろう。

金属に対する腐食性について付言すればエタノールのそれはメタノールの場合に比して軽微であり、低度の混入率では既往の部品を加修する必要は認められなかった。しかしこと水分については様相が大いに異なっていた。曰く、

例へば分離セザル水ノ許容含有量ハ 10%**アルコール**混合揮発油ニテハ 0℃ニ於テ 0.25%、20℃ニ於テハ 0.35%デアル、又 20%混合ノモノハ 0℃ニ於テ 0.59%デアル。故ニ分離防止対策ハ次ノ如クデアル。

(1)含有水分可及的少ナキモノヲ選定シ取扱、貯蔵等ノ際湿気多キ所ヲ避ケ雨水、蒸気、其ノ他水分ノ浸入ヲ避ケルコト。

(2)**アルコール**混合割合多キモノヲ使用スルコト。

(3)少量ノ**ベンゾール**又ハ**エーテル**ヲ加ヘル時ハ安定度ヲ著シク増加スル。

と指示されている¹²⁵。

ガソリン動車の運用者など、隣で SL に威勢よくドレインでも切られた日には気の滅入る思いがしたのではなかろうか？ また、幾ら実験データに基づくとは言え、「ナニガシかの添加剤を加えれば……」などという口上は一頃のディーゼル排気対策についての決まり文句めいて些か白ける。

とまれ、最大の問題は吸湿性と相分離にあった。この厄介な性質を有するアルコール混合燃料押し付け政策が使用現場に余分な手間暇、トラブルのタネを提供したであろうことは如上の実験レポートとこの解説だけからも想像に難くない。しかも、我国の政策がサツマイモの増産ペースに対する配慮から混合率を漸増させて行くスタイルを採っていたとあらば、使用現場の混乱はなおさら加重されたと知れよう。

その苦勞の一端については宮原機関区におけるアルコール混用運転実績と不具合対策にこれを尋ねてみる事が出来る。西成線の動車運用に際して同機関区では高加速+アイドル・カット運転によって燃料節約が可能であることが実証されており、この事実を踏まえ、標準運転方案も確立されていた。

1939 年 10 月 9、10 の両日、この運転法を更に一步推し進め、運転時間そのものの短縮を実行に移した場合、燃料消費に如何なる影響が現れるかについての比較実験が実施された。この時に試供された燃料はアルコール(恐らく 10%)混合ガソリンおよび単体ガソリンであった。実験目的に即して言えば、運転時分そのものを短縮するような運転法は力行時分を

¹²⁵ 同上書、392 頁、より。エーテル化アルコールに係わる鐵道省の実験については第 1 章にて紹介した通りである。なお、ドイツではアルコールないしこれとベンゾールとをガソリンに混合する方が実施され、部分的にはメタノールも試用された。その物理的・化学的性状については Kamm『高等自動車工学』15~20 頁、参照(台上試験データ等はない)。我国におけるベンゾール混入実施例については四エチル鉛導入以前の航空ガソリンに関する事例以外、不詳。アンチノック剤としてのベンゾールの使用例については拙稿「三菱航空発動機技術史 第 I 部」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登録)、参照。

延長することによってアイドル・カットが活かされるべき惰走時間を奪ってしまう結果、燃料消費量の著増を招くというごく当り前の事実が判明した。それゆえ主要な結論は“このような運転は「絶対避け」るべきである、”というありきたりの内容に落ち着いた。

しかし、試供燃料が二様であったため、この試みはアルコール混合ガソリンと単体ガソリンの運転特性を明らかにした実験としての副次的意義ゆえに却って歴史の評価に耐え得るデータを残した。表 3-5 はこの実験結果の総括である。同一走行パターンにおける走行 1km 当り燃料消費量に関して混合燃料は単体ガソリンとほぼ同等、むしろ軽負荷時にはやや優る成績を示しているが、所定時間モードから短縮モードへの切替えに伴う燃費悪化が顕著であった。トン・キロ当り燃料消費量においても傾向は同じであったがモード変更による混合燃料の燃費悪化は一層、甚だしく、エンジンの負荷率上昇による燃費増大は混合燃料の方に強く現れていたことが判る。

表 3-5 運転時間短縮と燃料消費量(西成線 1 往復 アルコール混合燃料 vs 単体ガソリン)

運 転 方 法	所 定 運 転 時 間 に 近 い 運 転		時 間 を 短 縮 し た 運 転	
使 用 燃 料	混 合 燃 料	ガ ソ リ ン	混 合 燃 料	ガ ソ リ ン
項目 \ 種別	a	b	c	d
運 転 時 間 分・秒	29-21	29-35	24-29	24-39
早 着 時 間 分・秒	00-09	00-05	05-01	04-51
力行運転時間 分・秒	10-28	10-59	13-445*	13-56
力行時間 a, b を 100 とした 場合の指数	100	100	121.3	126.9
平 均 速 度 km/h	33.11	32.85	39.70	39.43
平均速度 a, b を 100 とした 場合の指数	100	100	119.90	120.00
燃料消費率 ℓ /km	0.357	0.370	0.524	0.524
燃料消費率 a, b を 100 とした 場合の指数	100	100	146.77	141.62
燃料消費率 cc/t・km	12.115	12.507	17.845	18.025
燃料消費率 a, b を 100 とした 場合の指数	100	100	147.29	144.11

*はママ。a, b の値は 7 往復の平均値。c, d の値は 1 往復のみでの値。機関士は全て同一人物。

いそだ 磯田寅二『ガソリン動車の故障手当 附ガソリン動車の燃料を如何に節約するか』大教社出版部、1940年、
附録、47 頁、第二十一表。

なお、アルコール混合ガソリン固有の問題としては混合燃料が分離し、比重の大きいアルコールが燃料系の低い部位に滞留することによって始動困難を惹起する現象が挙げられた。

とりわけ鉄道省ガソリン動車(キハ 42000)における自動車と同様のポンプ式燃料供給系においては配管内の掃除・水抜きが大仕事であった。取扱いの面倒さは代用燃料各種の共通項であった。

3. 戦後における薪ガス発生炉及びその他代燃車の研究開発と実用化

1) 薪自動車

この国においては戦後復興期も暫時、石油資源不足の時代が続いた。このため、1948 年 6 月 17 日には運輸省令第 15 号により代燃装置及同部品の品質向上を図るための認定制度が復活せしめられ、8~11 月に 14 型式が参加した試験が鉄道技術研究所によって主催され、同 12 月 16 日には第 1 回認定試験の結果として宇都宮自動車工業(株)：宇都宮式薪ガス発生装置、東工業(株)：FB3 型薪ガス発生装置、栄久内燃機工業(株)：栄久式薪ガス発生装置、東洋燃料機製作所：鈴木式 MI 型薪ガス発生装置、ミナト自動車工業所：ミナト式薪ガス発生装置、山口日産自動車販売(株)：山口式 ST 型薪ガス発生装置、吉川嘉信製作所：ST 型吉川式薪ガス発生装置、の 7 型式が優良品として合格発表された。これらは機関の圧縮比変更を伴わない旧型ないしガソリン切替え型の代燃装置である。

続いて'49 年 5~9 月には 18 型式の参加の下で同様の試験が実施され、何れもガソリン切替え型の薪ガス発生装置ばかり 12 型式 13 機種、即ち、愛知トヨタ自動車(株)：AI 式 SB 三型、朝日工作所及び(有)東亜工業所：東亜式、(有)福井工場：福(井?)式、福山日産自動車工業(株)：福山日産式、国栄造機(株)：大阪国栄型、窪田自動車工業(株)：クボタ式 ST 型、森田鉄工所：森田式、陸運振興(株)：重星式、田之尻自動車代燃製作所：田之尻式 FHT 一型、(株)富山自動車商会：工藤式 E 型、山口工業所：山口式 A 型、吉村自動車工作所：吉村式の合格が発表された。更に、'49 年 11~12 月には 6 型式が参加し、その全てが合格した。

復興期に認定された代燃装置が薪ガス式に帰一していたのは木炭を発生炉燃料とする場合には薪の形で用いる際の約 2 倍相当ものの原木を要すること、木炭には家庭用燃料としての需要が大きかったこと 2 点を主たる理由に政府が自動車用代用燃料としての薪を奨励していたことに因る。市井でもまた、木炭自動車の薪自動車への改造が盛んに行われていた。むしろ、何故、戦前、遅くとも戦時中からそのような方向への努力が重ねられて来なかったのか不思議な位である¹²⁶。

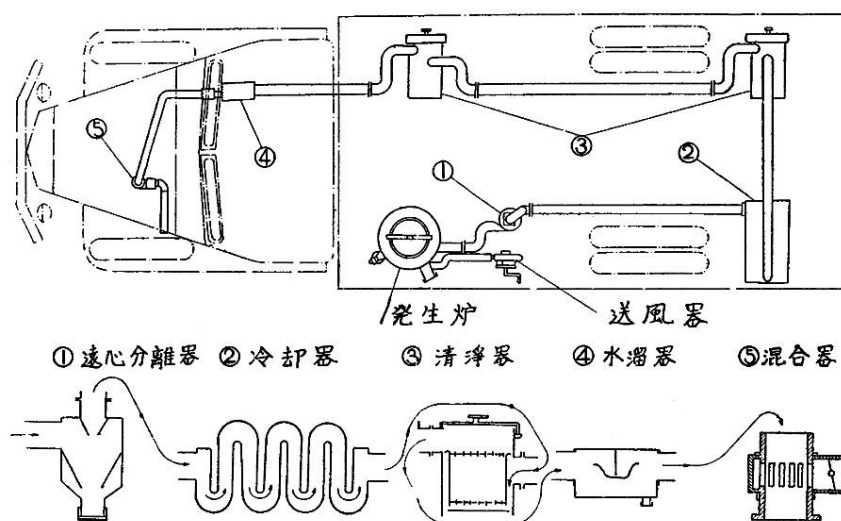
他方、統制型日燃式薪ガス発生装置に不満を託っていたいすゞにおいては 1949 年頃まで、当時、最も容易かつ安価に入手出来た燃料を活かし得る薪ガス自動車の性能向上への取組

¹²⁶ 以上に関しては梁瀬 仁『薪自動車について 日通式(ミナト式)薪瓦斯発生爐装置の適正使用法』日本通運(株)東京支社車輛部、1949 年 2 月、9 頁、青木和彦「自動車用まきガス発生炉認定試験」『日本機械学会誌』第 53 巻 第 382 号、1950 年 11 月、小山芳雄『薪自動車の道しるべ』長野県陸運事務所、1951 年 1 月、序および 1~2 頁、参照。これらの資料は貴重な時代の証人であるが、小山の「第 1 章 自動車用薪ガス発生爐の沿革」においては木炭ガス発生炉と薪ガス発生炉とをない交ぜにしたり、Parker 式をバーカー式と表記する等、極めて杜撰な記述が為されている。

みが再開されている。そして、こちらは機関圧縮比ならびに終減速比の変更を伴う、換言すれば代燃専用機関・車体と発生装置との組合せに係わる実験であった。本節ではこの活動についての紹介を試みると共に、メタノール自動車・天然ガス自動車に係わる同社の実験についても縦覧しておく。それらの技術は何れも市販には至らなかったが、当時、かかる試みは国産自動車御三家にその名を連ねる企業によって果されるべき社会的責任の確かに一端ではあった¹²⁷。

図 3-15 は当時のいすゞ、あるいは日本の標準型トラックであった TX80 型トラック(6V 電装系)に対する薪ガス発生装置の装備状況を示す。清浄器が 2 段であり明らかに統制型ないし陸式(日燃型)の廉価版であるが、更に電源の 6V 化との絡み故か、送風機も電動から手動へと置き換えられ、簡略化が一層、徹底せしめられている。恐らくそのベースは戦争末期の統制型日燃式(陸式(日燃型))であろう。

図 3-15 TX80 型標準 5 トトラックへのいすゞ薪ガス発生装置装備状況



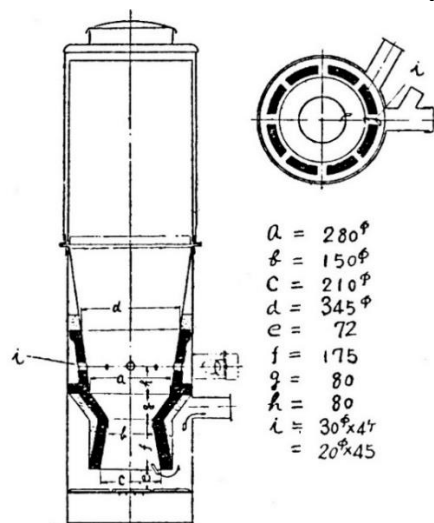
柳原・荻野・吉川・那須「薪自動車の性能向上について」第 1 図。

発生炉は統制型の仕掛品、部品をベースとしつつ、DG32 型機関への適合性を高めるために容量アップの図られた XQ30 型が試作された。その燃焼室は統制型の鍍金製品から保温性向上のため陶器製へと改められていた(図 3-16)¹²⁸。

¹²⁷ 以下、いすゞにおける薪自動車改良の取組みに関しては柳原・荻野・吉川・那須前掲「薪自動車の性能向上について」を、薪自動車に対する社会的附託の一端に関しては長野県陸運事務所『薪自動車の道しるべ』、参照。但し、1946 年 10 月から'50 年 3 月まで、日本大学工学部非常勤講師を勤めた伊藤正男氏は「マトモな車」の時代の到来を信ずるが故に、代燃車技術については一切、講じなかったと回想しておられる。『伊藤正男 トップエンジニアと仲間たち』173~174 頁、参照。

¹²⁸ 遺憾ながら陸式自工型薪ガス発生炉との接続性、関連性の詳細、機微については一言

図 3-16 軍需省統制型を改良した戦後のいすゞXQ30 型木炭ガス発生炉

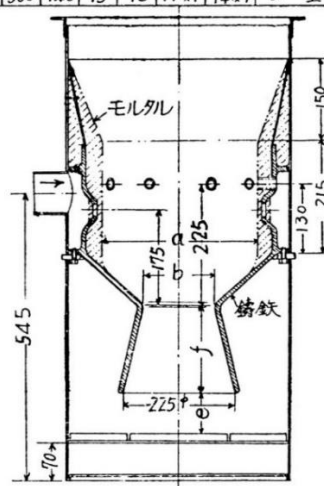


同上、第 5 図。

しかし、陶器製燃焼室は空気噴孔部に亀裂を発生させ易く著しく寿命短小であるという欠陥を託った。そこで試作されたのが図 3-17 に示す鑄鉄製燃焼室である。ところが、その性能は始動性・再始動性共に不良、連続運転性能も台上試験でこそ良好であったが、運航試験では負荷変動に伴うガス切れ症状が顕著であった。

図 3-17 戦後のいすゞ薪ガス発生炉における試作鑄鉄製燃焼室

炉名称	a	b	e	f	点火孔	噴孔	備 考
XQ31	335	140	75	115	25 ϕ 2	20 ϕ 2	鑄鉄製燃焼室 モルタルなし
XQ32	300	140	75	115	17 ϕ 1	17 ϕ 7	全上 内面モルタル塗
XQ33	300	134	75	115	17 ϕ 1	14 ϕ 7	全 上
XQ34	300	140	75	115	17 ϕ 1	14 ϕ 7	全 上
XQ35	300	140	95	95	17 ϕ 1	14 ϕ 9	全 上



同上、第 6 図。

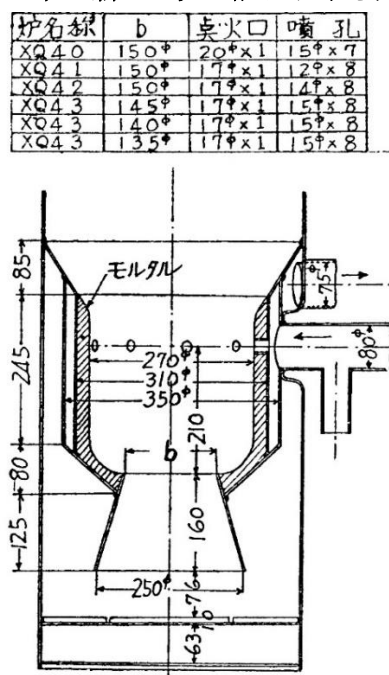
も語られていない。

このため、燃焼室内面に保温材としてモルタルを塗布し、空気噴孔の位置を上方に移し反応層を深さを長くする、空気噴孔径を小径化し個数を増やす改造が為され、XQ32 型が試作された。それは大きな性能改善効果を示したが、発生炉通風損失の増大傾向も顕著であった。燃焼室狭窄部径と噴孔径を縮小した XQ33 型も期待を裏切る結果に終わった。

XQ34 型は空気噴孔は 33 型のままとし、狭窄部径を元に戻したモノであったが、結果は不良であった。XQ35 型は空気噴孔数を増し燃焼室狭窄部の裾を 20mm 短小化したもので、短時間性能も良好で発生炉抵抗増加割合も小さく、これが燃焼室プロフィールに関しては決定版となった。

この結果を踏まえ、図 3-18 に示されるように燃焼室を製作容易な鋼板製とし、内面にモルタルを塗布した 6 種類の試作品が造られた。5 トントラック用として最も優れた性能を示したのは燃焼室狭窄部径 140mm の XQ43 型であった。

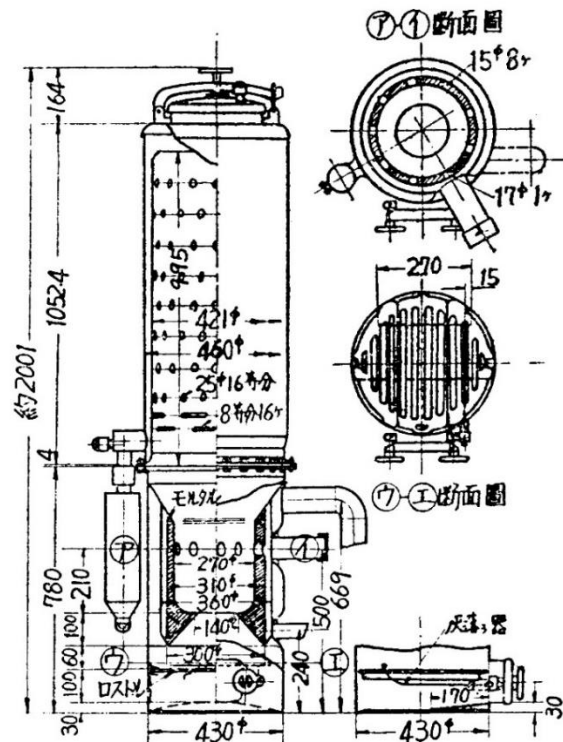
図 3-18 戦後のいすゞ薪ガス発生炉における試作鋼板製燃焼室



同上、第 7 図。

これをベースとする燃焼室を組込んだ新たな発生炉 XQ43-102 型は図 3-19 に示されている。燃焼室狭窄部の丈を短縮し、裾部のテーパを強め、ロストルの目を粗くしてその位置を引上げたことに依り大部分のガスがロストルを通過してから吸出されるように配慮された。薪の湿り度やサイズに対する寛容性を向上させるため貯薪室はその丈を高くされ、その内筒にはタール分離性能を強化するため増径されたタール抜き孔を与えられた。燃焼室ロストルには灰落器が新設され、灰出口蓋脱着ならびにアスベスト・ペースト充填による気密再確保の煩が省かれていた。そのガス発生性能は始動・再始動性を含め、総じて良好であった。

図 3-19 いすゞXQ43-102 型薪ガス発生炉



同上、第 8 図。

この発生炉を装備した TX80 型トラックの運行試験成績は表 3-6 に総括されている。

表 3-6 いすゞXQ43-102 型発生炉付き TX80 型標準トラックの運行試験成績

平 坦 舗 装 路				登 坂							
区間距離	平均時速	燃費率	最高速度	区間距離	登坂時間	平均時速	燃費率	区間距離	登坂時間	平均時速	
154.8km	km/h	km/kg	km/h	11.1km	—/—/—	km/h	km/kg	6.0km	—/—/—	km/h	
川崎製造所 ↑ 小田原板橋	33.0	1.6	43.6	小田原板橋 ↓ 底 倉	43'—8"	15.5	0.39	湯 本 ↓ 宮 ノ 下	28'—19"	12.7	

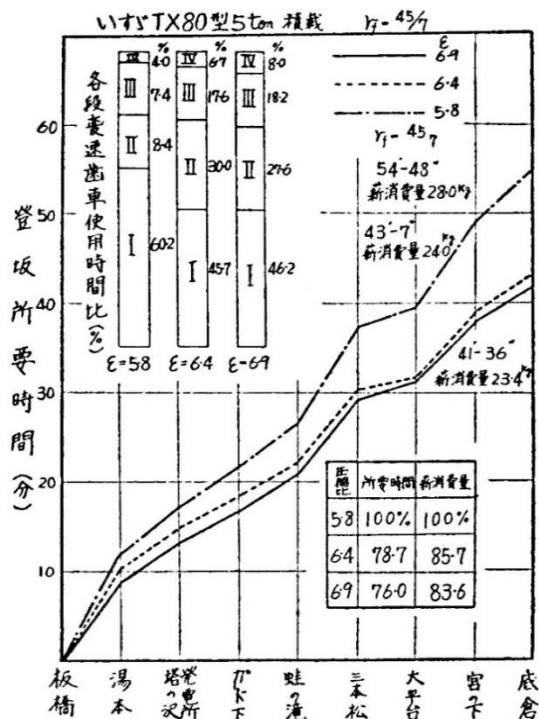
同上、第 1 表。

なお、いすゞはこの時、ライト自動車(株)[ST-E 型]、統制会社の末裔と思しき日本燃料機工業(株)[S-A 型]、山口工業所、工藤鉄工所(富山自動車商会?)、東工業所(東工業?) [FB3 型]の薪ガス発生炉を提供され、比較試験を行っている。これら外製品の試験成績は遺憾ながら総平均の形でのみ発表されており、その値は内製 XQ43-102 型発生炉のそれと大同小異となっていた。本邦トラック製造会社の代表の手になる作品としては些かだらしのないようでもあり、専用機関の威力が優っていたと解釈出来なくもない。外製品の燃焼室には鋼板製も铸铁製

もあり、保温材としてのモルタル塗布法にも内装と外装とがあるなど雑多を極め、中には耐火煉瓦を用いる重構造の作品さえ存在した。「結び」には一連の実験に際してミナト自動車工業所からの協力も得られたとあるが、本文にミナト式ないし日通式薪ガス発生炉(後述)をテストしたとの記述は見られない。

なお、DG32 型機関は $\varepsilon = 5.8$ と 6.2 で台上試験に、 $\varepsilon = 5.8, 6.4, 6.9$ で登坂試験に供された(図 3-20: 終減速比 $6.43 = 45/7$)。 ε は高い方が機関の動力性能も燃費性能も優っていた。遺憾ながら、上記運行試験供試機関の ε については不明となっている。なお、台上試験において $\varepsilon = 6.9$ では点火栓を 1 段階コールド・タイプのモノ (DG32 型の標準 NGK-MB40 → NGK-MB26 に) に替えねば熱点形成に起因するバックファイヤが発生した¹²⁹。

図 3-20 ε を 5.8, 6.4, 6.9 に変えた場合の TX80 型トラックの箱根登坂試験成績

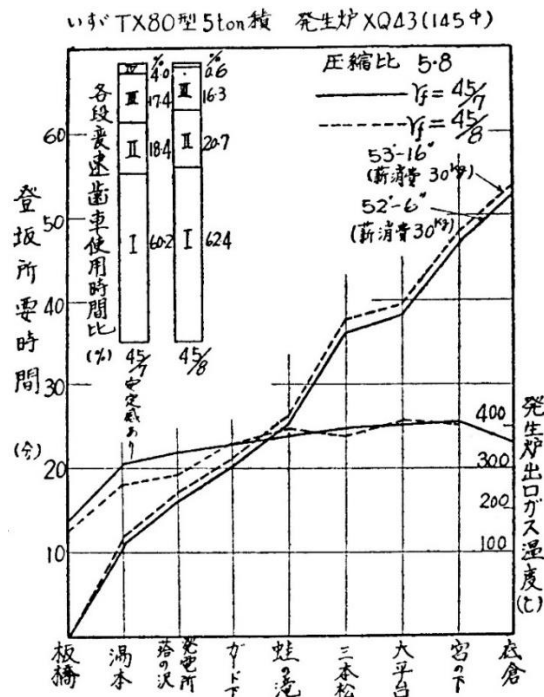


同上、第 13 図。

終減速比(r_f)は TX80 型ガソリン・トラックの標準 $5.625 (45/8)$ から薪仕様として $6.43 (45/7)$ のモノへと改められていた。この薪仕様ファイナルは走行性能(トルク不足の挽回策)という点からも、全てを下支えするガス発生装置に対する通風性能に関しても好適であった(図 3-21: $\varepsilon = 5.8$)。

¹²⁹ MB40 は MB-40A の誤り。何れにせよ、ネジ径 14mm の NGK プラグでは MB-36 に次ぐホット・タイプであった。MB26 なる型番の存在については不詳。但し、コールド・タイプなら数字は大きくなっていなければならない。桜井一郎『自動車整備技術要覧』山海堂、1963 年、271 頁、表 2.21、参照。この書は自動車工学講座の第 6 巻、1957 年の増補版である。

図 21 終減速比を 5.625 & 6.43 とした場合の TX80 型トラックの箱根登坂試験成績



同上、第 16 図。

発生炉燃焼室狭窄部の直径が 145φとなっている点に注意。

柳原らは発生炉に係わる研究を更に深める必要と研究対象を発生装置流動損失の 3~6 割を占める発生炉から更に遠心分離機(サイクロン集塵機)、清浄器、冷却器等のシステム構成ユニットへと拡大すべきことを宣言して報告を結んでいる。燃焼改善とシステムの最適化…如何にも内燃機屋、自動車屋らしい言い草である。

然しながら、運輸省長野陸運事務所技官 小山芳雄が希求した、換言すれば 1950 年時点の日本社会が求めていた薪ガス発生炉の特性は柳原らが語ったような繊細を極める工学的最適化云々などでは更々なく、単純至極に乾燥度の劣る、即ち含水率 60~70%といった「生薪」の使用に堪えるという一点にあった。従来型の薪ガス発生炉には最大でも 45%、出来れば 25~30%の含水率の薪を供することが望ましかった。これではしかし、薪の乾燥に結構な手間暇を要したワケである。

この生薪を焚けるという性質を具備した発生炉は小山に拠れば図 3-22 左の如き基本構成を呈する筈であつた。これをイメージ的に近い図 3-12 中の商工省標準型=陸式(日燃型)発生炉と比較すれば、後者においてはタール槽側の排気管が無く、始動用排気管頂部の弁を開放してやることによって機関停止中に炉の保火と水蒸気放出が可能となっていただけなのに対して、小山案においては機関運転中も薪の水分を随時放出させたり凝結水として回収したりすることが可能となっており、湿潤な薪の使用に適した構えが用意されていたことが

これはしかし、実の処、戦前の乗用車用ミナト式薪ガス発生炉を戦後、日本通運(株)東京支社車輛部がトラック用に換骨奪胎して誕生させた日通式 B 型薪ガス発生炉(図 3-22 中)においてほぼ同時期とは言え既に実現へと至っていたアイデアである。

The image contains three technical diagrams of a vertical industrial furnace, likely for the production of synthetic gas or similar processes. The diagrams are labeled with Japanese text and show various components and their connections.

- Left Diagram:** A side view of the furnace. It shows a large vertical cylindrical body with a conical bottom. A gas inlet (ガス入口) is at the top. A tar tank (タール槽) is located at the bottom. Various pipes and valves are shown, including a gas outlet (ガス出口) and a tar outlet (タール出口).
- Middle Diagram:** A longitudinal section of the furnace. It shows the internal structure, including a tar tank (タール槽) at the bottom, a gas outlet (ガス出口) at the top, and various internal components like valves and pipes. The diagram is labeled with terms like "タール槽受" (tar tank receiver), "ガス吸出口" (gas suction outlet), and "ガス出口" (gas outlet).
- Right Diagram:** A top-down view of the furnace. It shows a circular arrangement of gas inlets (ガス入口) and outlets (ガス出口). A central tar tank (タール槽) is shown, surrounded by a gas outlet ring. The diagram is labeled with terms like "ガス入口" (gas inlet), "ガス出口" (gas outlet), "タール槽" (tar tank), and "タール槽受" (tar tank receiver).

目通式 C 型

日通式 A 型薪ガス発生炉の高さを 150mm 嵩上げた B 型薪ガス発生炉(430φ×1500mm)は、鑄鉄製の蓄熱体(ベンチュリ)を耐火モルタルで包んだ燃焼室を鋼板製の炉体に収容した構造を有し、高い燃焼室蓄熱性によって由来する酸化反応の活性化、タールの分解気化性能向上により生薪の使用が可能となっており、始動時・再始動時における暖機時間も短縮されていたと伝えられる。また、還元(吸熱)反応も良好であるため発生ガス温度は低回転時 210℃、長時間最大出力時 460℃と従来の炉におけるより 100℃ばかり低いとも主張されていた。空気噴出ノズルは陸式と同様に 2 段化されており、吸入負圧の乏しい低回転時には主として下段ノズルが、吸入作用が活発な高回転時には主として上段ノズルが機能すると謳われていた。

141

とこの排気管配置によって日通式薪ガス発生炉は「従來の爐では使い得なかつた様な濕つた薪を使用し得る」(35 頁)能力を与えられていた。

日通では更にその改良・シンプル型である C 型(図 3-22 右: 430φ×1500mm)が開発された。そこでは空気ノズルが 1 段化された代りにやや縦長の断面形状が与えられ、空気流入に水平旋回運動の要素が付加されていた。性能は B 型より若干向上し、耐久力や使い勝手も改良された。B, C 型の他、日通式薪ガス発生炉としては“ふそう”100 馬力用に 100 型発生炉(480φ×1650mm)、小型車用に S 型(305φ×890mm)、乗用車用に P 型(480→380φ×890mm)といった型式も用意されていた¹³⁰。

然しながら、自動車メーカーから薪ガス専用機関が商品としてリリースされることさえ叶わぬまま、1952 年 7 月にはガソリンをはじめとする石油製品に係わる統制(配給と価格統制)は撤廃され、漸く到来するかに観えた薪自動車の春に終焉が告げられると共に代燃時代そのものにも幕が引かれ、本章の主役たちにも歴史の深層部へと沈潜して行くべき定めが与えられることとなる。

2) メタノール駆動と天然ガス駆動

復興期のいすゞにおいてはガソリン機関のメタノール駆動ならびに天然ガス駆動の実験も行われているので、この場を借りて紹介しておこう¹³¹。

メタノール(CH_3OH)は主として石炭系燃料を水性ガス反応させて CO と H_2 を得、これを変性させて触媒の作用の下で合成され、石炭 3~4 トンから得られるメタノールは約 1 トンというのが相場となっていた。いすゞにおけるメタノール実験は戦時中から行われており、TX40 型 4 トントラック(12V 電装系)を用いてその実用性が確認されていた。しかし、メタノールの生産量自体が自動車用燃料として汎用され得る水準に達しておらず、戦時の実験は単なる実証実験に終始した。戦後、再びメタノールに係わる実証実験が試みられたのは偏に燃料事情の不調に因る¹³²。

メタノールは質量当り低発熱量がガソリンの約半分であるため、メインジェット径を大として大量供給してやらねば同等の出力が発生されない。その反面、メタノールの気化潜熱

¹³⁰ 三菱(東日本重工業)の“ふそう”は戦前期、三菱神戸造船所にて誕生したが、生産台数はごく少なく、かつ、主たる用途は鉄道省の省営バスであったから、“ふそう”トラックはレアな存在であった。この劣勢は戦後も急激には覆らなかった。日通東京支社では是が非でも手持ちの数少ない“ふそう”ガソリン・トラックを稼働させたかったのであろう。

戦時下、後の DB 系ディーゼル機関のベースとなった“ふそう”TU6 型ガソリン機関(6-110×135mm、7.70φ)の来歴と特徴については別稿「三菱“ふそう”の原点、TU6 型ガソリン機関とその周辺」を用意しており、遠からず発表する。

¹³¹ 以下については土屋 明・岡 一郎「TX80 型トラックに対するメタノール試験報告」、橋本長之助「天然ガス駆動について」、何れも『いすゞ技報』第 7 号、1950 年、参照。

¹³² メタノールに係わる一般的諸事項については伊木前掲『人造液體燃料工業』第 7 章、参照。航空発動機における水・メタノール噴射については拙著『三菱航空発動機技術史 上巻』大河出版、2019 年、第 II 部、参照。

はガソリンの約 3 倍であるから使用量の増大と相俟って気化に因る温度降下＝充填効率向上効果は格段に大きくなる。しかし、この実証実験においては出力増大ではなく、円滑な運転と燃費最小化に狙いが定められた。

供試燃料は東洋高圧(株)製の精製および粗製メタノール(オクタン価約 100)であった。その金属腐蝕性については「気化器ニ使用セルアルミニウム, 亜鉛ヲ各供試油中ニ(8° ~16°C) 72 時間浸漬シタルモ腐蝕ヲ認メズ」とコメントされている。

$\epsilon = 6.4$ ないし 6.9 の DG32 型機関 No.75901 を用いた全負荷台上試験において確定された気化器の仕様と機関最大出力のマッチング結果は表 3-7 に総括されている。最大出力をガソリンの 8 割程度としたのは燃料経済性を主眼とする意図故の設定であった。

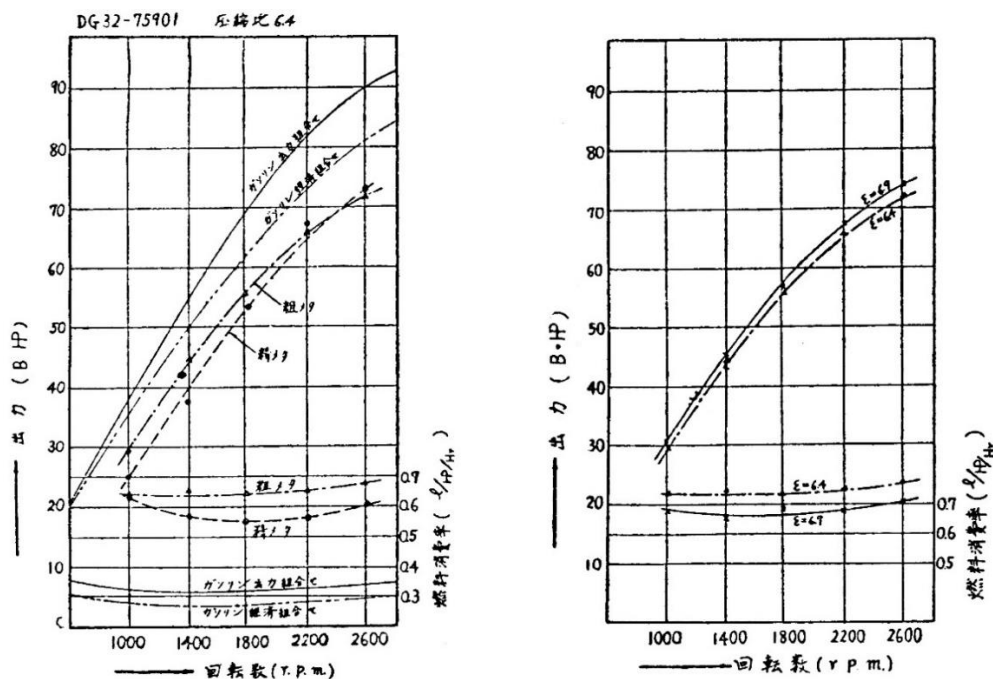
表 3-7 ガソリンとメタノールによる気化器ジェットの種類

	最大出力	V ϕ	M. J. ϕ	E. J. ϕ	S. J. ϕ	圧縮比
ガソリン出力組合せ	91HP/2600r.p.m.	32	1.2	1.6	0.6	6.4
ガソリン経済組合せ	77.5HP/2600r.p.m.	32	1.2	1.0	0.6	6.4
精製メタノール	73.5HP/2600r.p.m.	32	1.7	2.2	0.6	6.4
粗製メタノール	72.5HP/2600r.p.m.	28	1.6	2.2	0.6	6.4
〃	74.5HP/2600r.p.m.	28	1.6	2.2	0.6	6.9

土屋・岡「TX80 型トラックに対するメタノール試験報告」第 3 表。

V: ベンチュリー、M.J.: メインジェット、E.J.: エコノマイザ・ジェット、S.J.: スロー・ジェット。

図 3-23 台上試験成績(燃料別、 ϵ 別)



同上、第 2 圖、第 3 圖。

図 3-23 に示される通り、燃料消費率は当然ながらガソリンに比べて大幅増となり、 ϵ は高くした方が有利と出た。一方、機関出力に対する含水率の影響はかなり複雑に現象した。これを総括的に示したのが表 3-8 である。

表 3-8 含水率と機関出力との関係

含水率 (%)	気化器セット			性能			備考
	ベンチユリー	メインゼット	エコノマイザーゼット	r.p.m.	H.P.	l/HP.Hr	
0	φ32	φ1.7	φ2.2	2,200	66.4	0.535	100 機関過熱, 逆火
10	φ32	φ2.0	"	"	60.1	0.665	90.5 "
15	φ可変式	28	"	"	70.3	0.619	107 安定
20	φ26	"	"	"	70.2	0.687	106 "
25	"	"	"	"	70.0	0.637	106 "
30	"	"	"	"	56.6	0.884	85.2 失火, 出力低下

同上、第 4 表。

全負荷 1400rpm.における点火時期はガソリンの 14° BTDC に対してメタノールでは 30° BTDC まで大幅に早められねばならなかった。また、燃焼の緩慢性故か出力を対ガソリン比 80%としていたにも拘らずメタノール台上運転において機関は過熱気味となり、絶縁磁器の亀裂、電極溶損を招来したため、標準よりコールド・タイプの点火栓が必要となった(NGK-MB40A→NGK-MB68)。但し、運航試験においては機関負荷率が常時 100%ということにはならぬため、この点火栓のトラブルは軽減された¹³³。

また、外気温 15℃以下では機関の始動に著しい困難が認められ、気化器に熱湯を浴びせたりジャケットに温水を入れたり、あるいはガソリンやエーテルに依る始動を行う、ラジエーターのマスクカバーの全閉、専用のサーモスタットの使用等の対策が必要であった。

車載試験としては定置試験と運行試験とが実施された。定置試験においては 30km/h で 500m 区間往復定速走行試験と 200m 区間での加速試験が実施された。定速試験燃費はガソリンの約 2 倍、平均加速度は同じく 75%程度であった。1949 年 11 月 30 日に実施された横浜⇔箱根間の運行試験における燃費成績は対ガソリン比 175%であった。

メタノールの使用に関しては亜鉛合金製気化器や燃料供給ポンプのダイヤフラムに係わる材料変更や防蝕処理の必要があった。低温始動性の劣悪さも課題であった。もっとも、始動直後や低温始動時における排気の有害性に対する指摘は、時代背景からすれば当然とも言えようが、一切見られない。

¹³³ MB-68 は 14mm 径の NGK プラグでは最もコールドのタイプ。桜井『自動車整備技術要覧』271 頁、表 2.21、参照。

天然ガスの試用も戦時中から局地的に始められていた(表 3-9)。京成電気軌道会社では大多喜産天然ガスを用いるバスを運行していた。戦後の日本でも 2000 台を超える天然ガス自動車を実用されていた。橋本に拠れば、当時の国産天然ガスの性状は表 10 の通りであった。天然ガスはメタンを主成分とする乾性ガスと石油蒸気を含む湿性ガスとの大別された。天然ガスは産地で 40ℓボンベに 150kg/cm² で充填し、重量 80kg となったモノが鉄道ないしトラックで消費地に陸送され、これを 120 kg/cm² 程度の詰替えボンベに移して使用されていたようである。自動車 1 台当りこのボンベが 4 本以上搭載されていた。石油不足下においては天然ガスの市場価格低減のため、新潟や千葉から東京へとパイプラインを敷設する案まで上程されていた。

表 3-9 国産天然ガスの性状

	産 地	メタン(CH ₄) %	エタン(C ₂ H ₆) %	比 重	発 熱 量 (kcal/m ³)
乾 性	千 葉 大 多 喜	92.5	-	0.58	8,700
	秋 田 黒 川	92.0	-	0.57	8,400
湿 性	新潟西山長峯 原ガス	44.0	54.2	0.81	13,300
	〃 揮発油回収後のガス	68.7	17.3	0.75	9,600

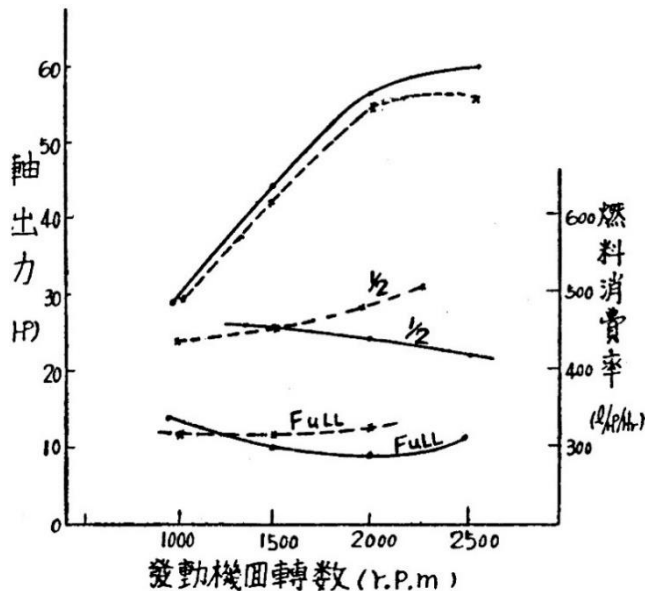
橋本「天然ガス駆動について」第 1 表、第 2 表、より。

天然ガス(CNG)自動車のための台上試験装置は T1, T2, Y1, Y2 の 4 種類造られたが、その一例は図 3-24 に示される通りであった。もっとも、これが 4 種の内の何れなのか、何処がどのように異なっていたのかについての言及は為されていない。天然ガスは新潟産のそれが、機関としては DG32 型、 $\varepsilon = 5.8, 6.4, 6.9$ が用いられた¹³⁴。

図 3-24 天然ガス(CNG)台上試験装置の一例

¹³⁴ 薪炭ガス自動車が未だ現役に踏み止まっていた 1951 年の刊行になる日本機械学会『機械工学便覧』の第 3 年版において、代燃システムに近い変り種機関として記述されているのはヘッセルマン機関と天然ガス機関のみである(14・146~149 頁)。後者の燃料制御方式としては第 2 減圧弁(真空弁)により負圧にまで減圧された天然ガスを吸入負圧に応じて吸い込む気化器的原理に依るシステムと正圧に減圧された天然ガスを検出された吸入空気量に応じて供給する低圧燃料噴射(SPI)的原理に依るそれとが図解されている。いずれにおける開発においてもこれらを基本とする変容派生型が導かれていたのであろう。図 3-24 は勿論、気化器的原理に依拠するシステムである。なお、この『機械工学便覧』の記述がいずれにおける実験成果の要約である可能性は相当高いと推定される。

図 3-26 $\epsilon = 6.4$ と 6.9 とでの天然ガス運転成績



同上、第 4 図。

点火時期はオクタン価約 72 のガソリンにおけるより $4 \sim 5^\circ$ 早められた。しかし、天然ガスの場合、点火時期を早めて行くとノッキングを伴わず出力のみが減退するため、その調整には注意が必要であった。調整の難しさは点火時期のみならず天然ガスの使用全般に際して言えることであり、装置並びに機器の最適化が課題であった。 ϵ の高上や終減速比の最適化を通じて自動車燃料としての天然ガスの使い勝手は一層改善されるものとも見込まれた。

天然ガス(CNG)は本質的にリッチ・ガスでありガソリン運転の 7~8 割、即ちディーゼル並みの出力が容易に得られ、清潔・安全な燃料であった。高压容器は重く嵩張ったものの、これを以てする取扱い自体は楽であった。それ故、天然ガスは「代燃化」燃料として極めて優れた適性を有していた。然しながら、その産出の地域的限定性に由来する輸送ないし供給インフラ整備という課題は未だ解決されてはいなかった。その普及になお半世紀近くを要した理由も此処に在った。

4. ディーゼル自工の自動車用薪炭ガス専用機関 EA10 型、EB10 型

1) 代燃専用機関開発の意義

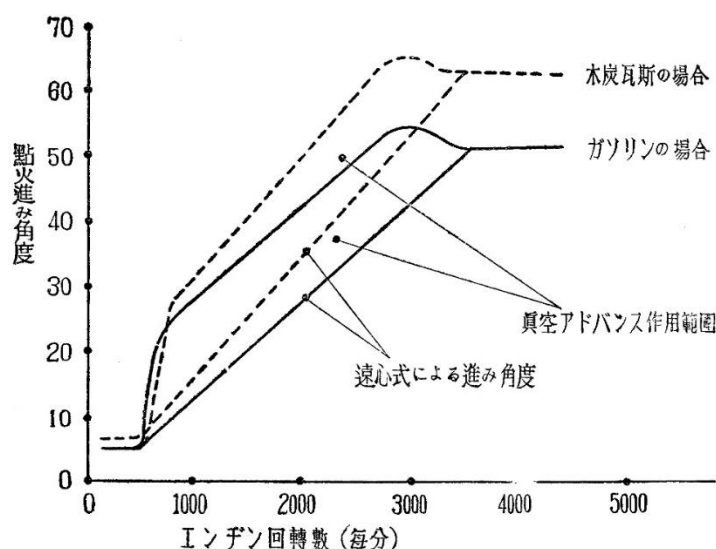
そもそも、薪ガス発生装置を含め、各種ガス発生装置を装備した所謂「国策燃料車」について特徴的であった、ないし当時の技術について公平性の観点から了解しておかれるべき点は“代燃車においては機関側の改造が一切禁じられていた”という事実である。即ち：

国策燃料車は使用する燃料が異なつて居つてもエンジン廻りを改造し又は改良も出来ぬことになって居ります、(然し三十五年以前の車輛に於ては此限りにあらず)、即ち

日常ガソリンにても運行し得るが如き状態にして置かねばなりません故改良とか改造を考へることは目下の所無意味であると思います。只許さるゝ範圍内に於いて瓦斯燃料に適合する様調整する事であります¹³⁵。

因みに、引用に謂う調整とは燃焼速度の低さをカバーさせるため点火時期を早めること(図 3-27、この場合 P_{max} はガソリン使用時より若干増大)、プラグのギャップ並びにディストリビュータのエア・ギャップ適正化(大きくすれば火花エネルギーは強化されるが電気装置の耐久性低下を来すため、オリジナルの 8 割程度に調整)、タペット・クリアランス増大(=低回転型に調整)程度の所作であった。そして、木炭自動車、薪自動車を問わず、これを現実的根拠ないし制約条件として、勿論、それが可能であった限りにおいてではあるが、平地では代燃、上り急勾配に対してはガソリンという切替え運転が実施されていた。言うまでもなく、それはユーザー側にとって最も受け容れ易い方途でもあった¹³⁶。

図 3-27 ガソリン車機関と木炭車機関とにおける点火時期の理論的に望ましい関係



日本燃料機(株)『日燃式』木炭自動車の取扱法に就て』1941年10月、27頁、より。

日本燃料機(株)『日燃式』薪自動車の取扱法に就て』1941年10月、25頁の図も同じ。

¹³⁵ 日本燃料機合同(株)『日燃式』石炭及び半成コークス 瓦斯自動車の取扱法に就て』1941年5月、15頁、より。日本燃料機(株)『日燃式』石炭瓦斯自動車の取扱法に就て』1941年6月、11~12頁も同じ。

¹³⁶ 富士工業は'41年12月頃からプラグ・ギャップをガソリン運転用標準値の1.5倍に取れるイグニッション・コイルを開発し始め、翌年2月から試験を開始した。これは通常のモノに比して容量3倍、大きさ約2.5倍の油冷型で500個ばかり試作し、東京市他で試用されたが好成績であった。このコイルは代用燃料コイル、完全燃焼器等と仮称されたが、自動車部品統制の下でイグニッション・コイルの価格が18円程度と定められたのに対して同コイルのコストは22円であったため、その市販は不可能となった。「自動車用石炭ガス発生装置に関する座談会(41年11月27日)」『日本機械学会誌』第45巻 第308号、1942年11月、池田権次郎の発言、より。

この内、ガソリンと薪との切替え運転の実態については幸いなことに濃飛自動車(株)が岐阜県に提出した薪バスの運用データが残されているので、煩を厭わずこれを表 3-10, 11 としして引用しておきたい。表 3-10 は月別走行 1km 当り燃料使用量・燃料費の総括データと月別ガソリン節減量・節減金額であり、表 3-11 は岐阜~高山路線 149km(未舗装路、標高差 764m)、降坂・登坂仕業における燃料使用量・金額である。

表 3-10 濃飛自動車バスにおける月別走行 1km 当り燃料使用量・燃料費

節 減 表									
ガソリン					薪				
専用トスレバ					薪				
ガソリン					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ					薪				
専用トスレバ									

表 3-11 濃飛自動車バス岐阜~高山路線降坂・登坂仕業における燃料使用量・金額

行山高發阜岐					行阜岐發山高				
走行正味時間六時間十分 總計費三圓十五錢也	運轉料數	勾配	所要時間	使用ガソリン量	薪使用量	金	額	薪當り薪	使用金額
	一四九籽	上坂路	八時間	二ガロン	二〇・五貫	一・八五圓	〇・一四〇貫	一錢二厘六毛	
	内一時間五分畫 食薪補給ニ費ス	始動及ビ坂路ニ テ併用ス							
走行正味時間六時間二十分 總計費一圓六十二錢也					走行正味時間六時間二十分 總計費一圓六十二錢也				
外ニ小坂路九ヶ所アリ	運轉料數	勾配	所要時間	使用ガソリン量	薪使用量	金	額	薪當り薪	使用金額
	一四九籽	下坂路	七時間	使用セズ	一八・貫	一・六二圓	〇・一二二貫	一錢〇八毛	
	内四十分間薪補 給四回ニ消費	下り坂路ナレバ 一切使用セズ				但シ薪ハ貫當九 錢ト見テ			
岐阜——高山間性能検査					岐阜——高山間性能検査				
岐阜——高山間壹百四拾九籽坂路勾配ノ概略					岐阜——高山間壹百四拾九籽坂路勾配ノ概略				
上リ 三・七籽					上リ 三・七籽				
勾配					勾配				
十分ノ一——二十分ノ一					十分ノ一——二十分ノ一				
上リ 二・〇籽					上リ 二・〇籽				
勾配					勾配				
五分ノ一——八分ノ一					五分ノ一——八分ノ一				
上リ 二・八籽					上リ 二・八籽				
勾配					勾配				
十分ノ一——三十分ノ一					十分ノ一——三十分ノ一				

道路ハ全然補裝區間ナク岐阜海拔最高貳拾米ニ對シ高山附近ハ海拔七百八拾四米

同上、五頁、より。

ところが、戦争の拡大・泥沼化に因る石油逼迫情勢長期化の展望の下、陸軍省はかかるガソリン・代燃切替え運用法の継続方針や近い将来における代燃改造車のガソリン再轉換(復帰)という従前の甘いシナリオを棚上げし、許可三社に対して強化された代燃車用専用、つまりガソリン切替えや再轉換を前提としない代燃専用機関とシャシとの開発を命ずるに至る。

即ち、トヨタ車、ニッサン車には日燃式 19 型石炭ガス発生装置が与えられ、トヨタは手持ちの OHV 機関(6・84.14×101.6mm)を 90 φ へとボアアップ(排気量+15%)すると共に、その圧

縮比(ε)を 6.0 から 6.6 に高め、終減速比を 6.167 から 6.67 にする等のアイデアで臨んだ。日産は手持ちの SV 機関(82.55×114mm)を 85×127mm に増強(排気量+18%)すると共に圧縮比を 5.7 から 8.0 に高めたものを用意したが、これとは別に既存機関にルーツブローアを併設するアイデアをも提起した。もっとも、後者はロータの膠着によって運転不能となり、失敗に終わったようである。

これに対して、ディーゼル自工においては故・伊藤正男氏によって日燃式 21 型石炭ガス発生装置と組合せるべく、スミダ X 系 GA40 型 4.4 ℓ SV 機関の ε を 6.2 から 7.2 へと高めた EA10 型機関と共に、5.1 ℓ 統制ディーゼル DA40 型をオットー転換した $\varepsilon = 8.4$ (『機械工學年鑑』昭和 18 年版では 8.0)の EB10 型 OHV ガス機関が開発された。許可 3 社は色々取り交ぜ、総計 11 両の試作車を手掛けたと伝えられている¹³⁷。

EA10 型及び EB10 型専用ガス機関の性能や各種ガス発生炉に係わるデータは当時、ディーゼル自動車工業(株)設計課員にして大森製造所の薪ガス発生炉工場の管理係長を務めていた平子義男に依ってかなり体系的に紹介・解説されている¹³⁸。

その構成は自動車用ガス体燃料とガス発生装置を扱う部分とガス機関を扱う部分に大別されているが、63 頁以下の末尾数頁は原本自体から失われており、ガス機関論の内、「(2)発生炉ト機関性能」の一部と「(3)調整及び運転法」についてはその内容を窺い知ることが出来ない。EA10 型については都市ガス運転の、EB10 型については木炭ガス、石炭ガス、都市ガス運転のデータが掲げられているものの、ディーゼル自工お得意の薪ガスでの運転性能データは現存部分からは見出されない¹³⁹。

「三、自動車用ガス機関」において平子は薪炭ガス機関を(イ)：無改造機関に高発熱量ガスを供し、ガス $\rightleftharpoons$ ガソリン転換ないし切替えを前提するもの、(ロ)：低発熱量の発生炉ガスを供し、ガス $\rightleftharpoons$ ガソリン転換ないし切替えを前提するもの、(ハ)：ガス体燃料専用機関、に分

¹³⁷ 各社の代燃専用機関の諸元等については日本機械學會『機械工學年鑑』昭和 16 年版、308、311 頁、昭和 17 年版、315、319 頁、昭和 18 年版、272~273 頁(第 4 表)、参照。但し、各社の仕様は試作段階止まりのそれであり、かつ、あくまでも立ち枯れに終わった技術についての話題である。ルーツブローア云々については伊藤正男氏からの御教示に拠る。

¹³⁸ 平子義男『自動車用ガス体燃料とガス機関』(ディーゼル自動車工業(株)、技術部設計第一課、1944 年)、参照。この 60 頁余りの手書き青焼きの資料もまた伊藤氏からコピーの形で御提供頂いたものである。なお、いすゞでは 1941 年より代燃車研究を従前の技術部研究課から生産に直結する技術部設計課に振り替えていた(伊藤正男氏の御教示に拠る)。

¹³⁹ なお、平子の燃料論・機関構造論の中でも燃焼解析に係わる部分は内外の同時代的研究成果の縦覧であり、ディーゼル自工で為された生の実験データに立脚する報告ではない上、実際の設計に対する特定可能な影響も認められぬため、ここでの紹介は大幅に省略せざるを得なかったことをお断りしておく。

ガス体燃料機関化への一般的処方箋としては ε 高上、点火栓位置最適化ないし多点化、燃焼室形状最適化(タービュランスの活用)等が挙げられており、その多くはデトネーション予防策としても意味を有していた。

薪炭の如きバイオマス燃料以外の石炭系燃料に依る代燃化については本稿第 2 章、参照。代燃方式の一種として限定的重要性を閑却し得ないディーゼルガス駆動方式については本稿第 4 章、参照。

類し、専ら冒頭の恒久的措置としての自動車用ガス機関、即ち(ハ)について論じている。これは自動車用としてはイタリアの Fiat、Alfa Romeo、Lancia によって、トラクタ用としてはドイツの Lanz “Bulldog” トラクタによって先鞭が付けられていた途である¹⁴⁰。

ディーゼル自動車工業の EB10 型機関は上述の通り 5.1ℓ 統制ディーゼル機関を急遽、オットー転換した試作品(OHV, 6L-95×120mm, 5.1ℓ, $\epsilon=8.4$)であり、ガソリン機関としての出自を持たず、ガソリン転換を考慮していなかったという意味からしても、その誕生時点においては純然たるガス体燃料専用機関と言えた。但し、遺憾ながらその燃焼室形状については一切、不明とせざるを得ない¹⁴¹。

当時の自動車用ガソリンはオクタン価 60 前後であったため、その ϵ は 6.0 辺りを上限とせざるを得なかった。これに対して、ガス体燃料はオクタン価 100 超相当と評価されており、ガス体燃料専用オットー機関においては 9~10 程度の ϵ も実用可能と目されていた。もっとも、EA10 型の如き SV 式機関の場合、燃焼室を著しく扁平化すれば見かけの圧縮比を稼ぐことは出来ても吸入時の流動損失昂進によって体積効率低下が招来されて実圧縮圧力の低下を来してしまうため、却って改悪効果を顕現させる事態に陥ってしまうという根本的制約を抱えていた¹⁴²。

首尾良く高 ϵ 化すればしたで最高圧縮圧力が高くなるため、同一ギャップの下での点火火花発生に対する要求電圧も高くなる。因って、この方面の手当てを欠く場合、極限的な高 ϵ 導入には困難が伴うという理屈も貫徹するであろう。5.1ℓ 統制発動機の場合には余裕が

¹⁴⁰ ランツ・ブルドッグ焼玉機関の例については拙稿「多燃料発動機の時代と日本」において若干、言及しておいた。なお、そこで用いた出典文献は星野前掲『獨伊に於ける代用燃料車の研究』においても第 2 編 第 1 章 薪ガスにより駆動するブルドッグトラクター機関の發達、として訳出されている。

イタリア、Fiat、Alfa Romeo、Lancia におけるディーゼルのオットー・メタンガス転換の実施例については星野前掲『獨伊に於ける代用燃料車の研究』第 2 編 第 3 章 自動車用ディーゼル機関のガス機関への改變及び特殊ガス用機関(Diesel Transformati e Motori Costruiti per L'uso del Gas. 書誌情報不明)、第 4 章 100 人乗バスに裝備せる Alfa Romeo AG6M メタンガス機関(Alfa Romeo AG6M Methane Gas Engine. 書誌情報不明)、参照。メタンガスは天然ガスあるいは有機物の腐敗ガスとして調達された。

なお、築山に拠れば、イタリアにおいては森林資源が乏しいにも拘らず法律により自動車 10 台以上を使用する場合、その中の 1 台をガス発生装置付きとすることが義務付けられていた。築山前掲「薪炭ガス自動車に就て」、参照。

¹⁴¹ 欧州における薪ガス専用機関においては 8.1、8.5、8.7、9.0 といった ϵ が用いられていた。日本機械學會『機械工學年鑑』昭和 14 年版(1939 年 12 月)、190 頁、第 6 表、参照。

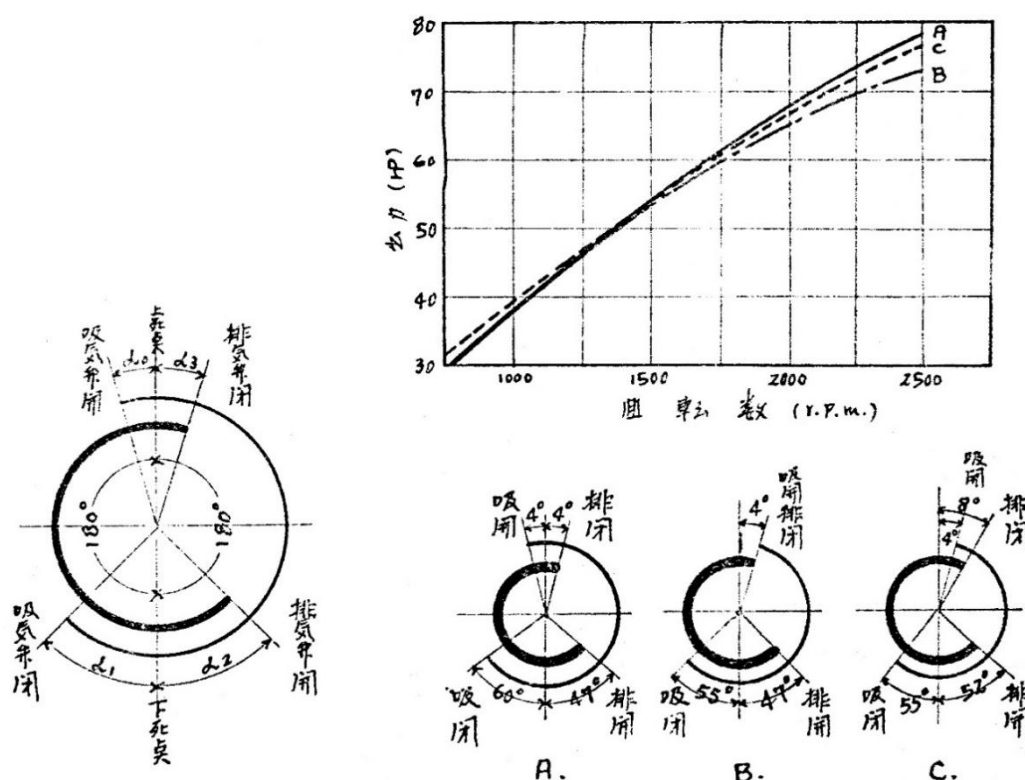
なお、幾分、参考になるであろう鉄道省における DA40 型のオットー転換実験での事例については本稿第 4 章、参照。

¹⁴² 益田『薪自動車』47~48 頁、参照。なお、機械學會~日本機械學會の『機械工學便覽』に薪炭ガス機関プラントが登場するのは後にも先にも 1937 年の増補改訂版、1487~1489 頁ただ 1 箇所である。そこではいきなり高圧縮比型の専用機関について論じられている他、薪炭ガス自動車の性能についても樂觀論に終始しており、技術者としての現実感覚の所在を疑わせるような空想的議論そのものとなっている。なお、そこでは木炭及び薪ガス発生炉、冷却器、清浄器に関しても一通りの解説は為されている。

計上されていたが、副次的には高 ϵ 化は始動電動機の容量増強を求める改良ともなる。EA10 型の 7.2、EB10 型の 8.4 なる ϵ はこの辺りの事情を勘案した末の妥協値だったのであろう。なお、点火栓の型式については実験的に外側電極を 2 個有し、燻りに強い今様に言えば“間欠放電プラグ”が良しとされていた¹⁴³。

図 3-28 左は一般的なガソリン機関における弁開閉時期を示す。同右には EB10 型ガス機関(吸気弁径 44 ϕ 、排気弁径 36 ϕ)における弁開閉時期と出力との関係が示されている。使用燃料種別については記載が無い。

図 3-28 ガソリン機関一般の弁開閉時期、EB10 型ガス機関における弁開閉時期と出力



平子『自動車用ガス体燃料とガス機関』51 頁、第 36、37 圖(諧調反転)。

総じて控え目のオーバーラップが選ばれているのは吸込みガス機関の一種である自動車用発生炉ガス機関においては発生装置の抵抗に因り吸気管内負圧が強くなるため、オーバーラップが大きければ排気を燃焼室に再吸入させ吸気管内へのバックファイヤを惹起させるからである。

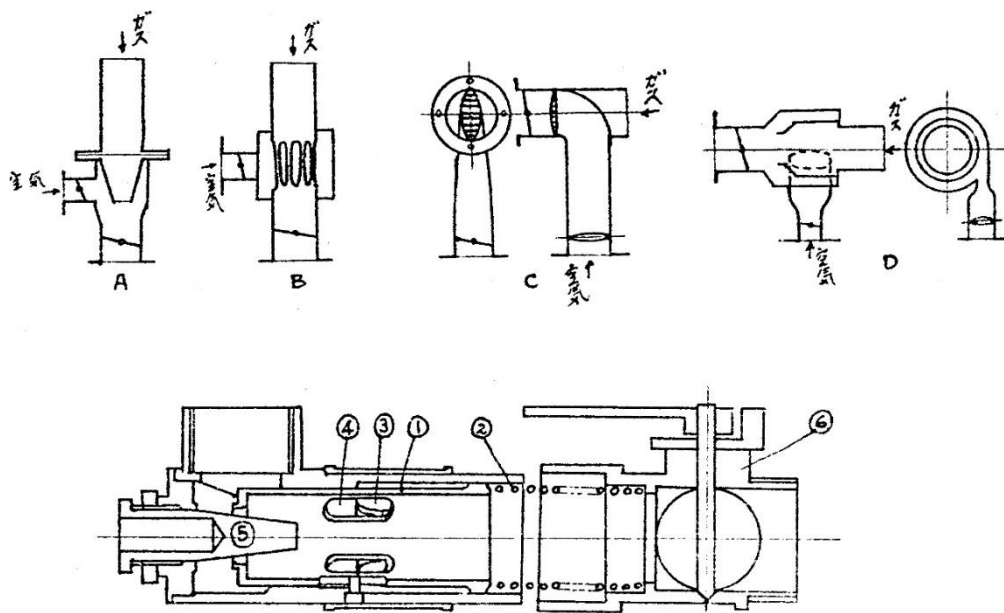
また、発生炉ガス機関の場合、吸排気弁頭フィレット部の R は過大に取れば流動損失を増大させ、過少に取ればガス中の夾雑物、主として灰分の堆積を招くという恨みがあった。

¹⁴³ 5.10 統制発動機において始動電動機出力に余裕が計上されていた点については拙稿「デコンプとその使用法について」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載)、参照。

灰分はまた弁座密着不良の原因ともなった。

ガス機関プラントの枢要部品にガス混合器があった。これは燃料ガスと空気との均一な混合を図る装置であり、型式の如何を問わず、空気を絞って混合比を調節する機構となっていた。流動損失が小さく、機関指導が容易であることが混合器に求められる必須の要件であった。図 3-29 に当時の各種薪炭ガス用混合器を示す。同下図はイタリア、GLC NO2 型混合器で、排気量 4ℓ以下の機関に用いられた。混合比は円錐体⑤を出し入れすることによって設定された。

図 3-29 各種薪炭ガス用混合器

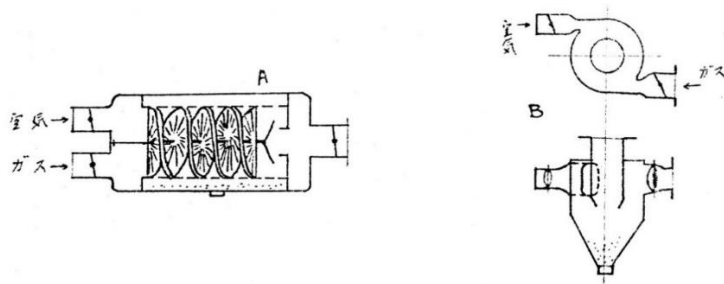


同上、54 頁、第 38 圖、39 圖(諧調反転)。

①：ピストン ②：バネ ③：吸気口 ④：ピストン溝 ⑤：円錐体

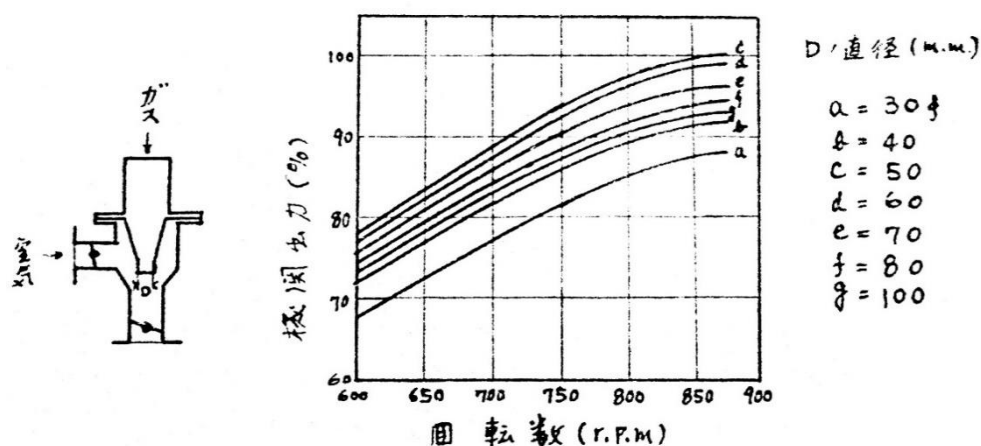
EB10 型を用いた試験には図 3-29 A, B 及び図 3-30 A の混合器ないし清浄混合器が用いられたが、平子に抛れば各部のバランスが良ければ型式の異同は大勢に影響を与えないということであった。要は図 3-31 に示されるように流動損失の小さいモノが良いワケである。なお、ここでも使用燃料種別についての記載は見られない。

図 3-30 清浄混合器



同上、54 頁、第 40 圖(諧調反転)。

図 3-31 混合器の D 寸法仕様と EB10 型ガス機関の出力



同上、54 頁、第 41 圖(諧調反転)。

薪炭ガス機関の性能は燃料混合気の性状、発生装置の性能、ガス混合器の性能、装置の取扱い・運転法によって左右される。機関性能に直結する燃料混合気の性状を見るため、ガソリンと都市ガス(石炭ガス; 鶴見)のそれを比較すれば表 3-12 のようになる。対照物として都市ガスが選ばれたのはその性状や供給が安定しており機関の定置試験に際して有利だからである¹⁴⁴。

表 3-12 ガソリン混合気と都市ガス(石炭ガス)混合気の物理的性質

¹⁴⁴ イギリスにおいては単なる台上試験に止まらず、車のルーフ上に巨大なガスバッグを載せ、低圧の都市ガスを貯蔵させてガス自動車(オットー)化する実用走行実験が推進され、'40 年には交通省において都市ガス自動車に係わる規格まで制定されている。星野前掲『獨伊に於ける代用燃料車の研究』第 2 編第 5 章 ガソリン自動車を簡単に都市ガス運転に改造する方法(E., A., C., Chamberlain, Converting Vehicles from Petrol to Gas Method for Simple Conversion to Operate on a Low-Pressure Town Gas. 元論文不明。1940 年の *Journal of Institution of Fuel* 14-3 や *Engineering* 150 に類似タイトルの論文あり)、参照。

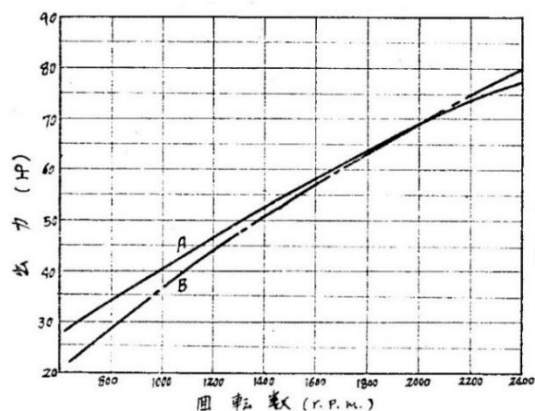
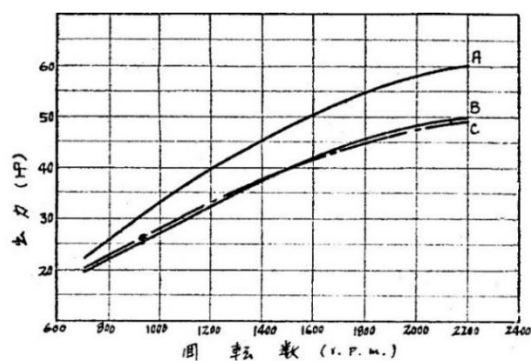
	ガソリン	都市ガス
理論的燃料-空気混合気, 発熱量	880 kcal/m ³	800 kcal/m ³
燃焼, 際, 比容積変化	1.062	0.915
燃焼生成物, 平均比熱 (0~2200°C)	0.212 kcal/m ³	0.217 kcal/m ³
燃発潜熱	254	---
燃料-空気混合気, 比重	1.04	0.89

同上、56 頁(諸調反転)。

燃焼時の比容積変化率の点で都市ガス混合気はガソリン混合気の $0.915/1.062=0.86$ に過ぎない。その反面、都市ガス混合気は相対的に比熱が大きく、一旦上った温度が 1.8%だけ低下し難いことを勘案すれば $0.86 \times 1.018 \div 0.875$ 。よって、都市ガス混合気の燃焼に依って生ずる圧力はガソリン混合気の 87.5%となる。しかし、燃料気化に因る充填効率向上効果を期待出来ぬガス体燃料の不利 7%を計上すれば、 $0.875 \times 0.93 \div 0.814$ 。その他の損失を総合して平子は 81.5%ないし 18.5%を都市ガス混合気の不利益相当率と弾き出す。

この計算は図 3-32 上に示される EA10 型機関における比較試験成績と良く合致している。EA10 型機関は冒頭に紹介した通り、スミダ X 系 GA40 型ガソリン機関のガス転換機関(SV, 6L-90×115mm, 4.4ℓ, $\epsilon=7.2$)である。図 32 下に示される EB10 型は再三、述べて来た通り DA40 型 5.1ℓ 統制ディーゼルのガス転換機関であり、ガソリン機関としての使用実績を欠くため、同下の曲線 B は 18.5%なる計算値を用いた推計である。EB10 型が EA10 型に対する排気量 +16%の優位を遥かに上回る +50%超の高出力を発揮している点にご注目頂きたい。EB10 型における低速性能 A が推計値 B を上回っている点について、平子はガス体燃料を用いる場合、低回転時においてガソリン気化不全に起因する燃焼不良が回避されるためと解釈している。

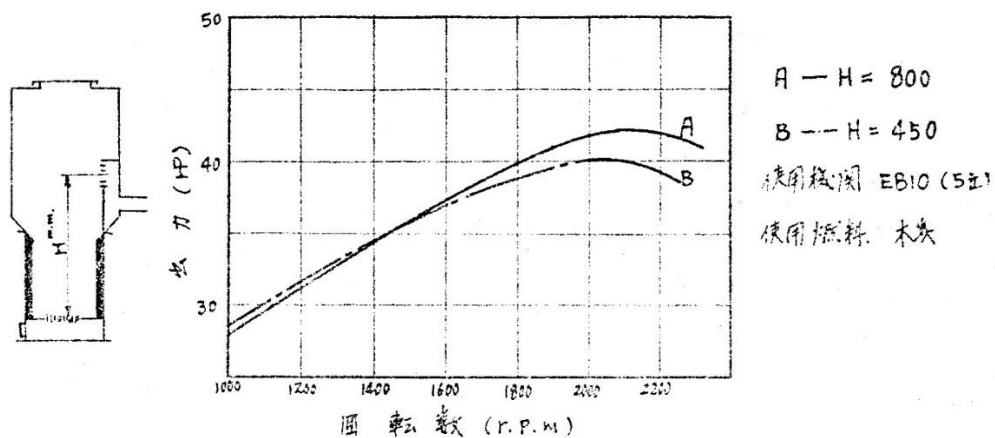
図 3-32 EA10 型 4.4ℓ 機関(上)と EB10 型 5.1ℓ 機関(下)の燃料別出力比較



同上、58 頁、第 42、43 圖(諧調反転)。

吸込みガス機関の性能に大きな影響を与える要因として発生炉の容量と機関のそれとの適合性が挙げられる。図 3-33 において曲線 A は正常な運用状況を、同 B はガス切れ、ガスの劣化の兆候を示しており、木炭層の高さ不足がその要因である。また、薪炭粒度の過大や発生炉の容量過小の場合にも B に類似の曲線が描かれる。

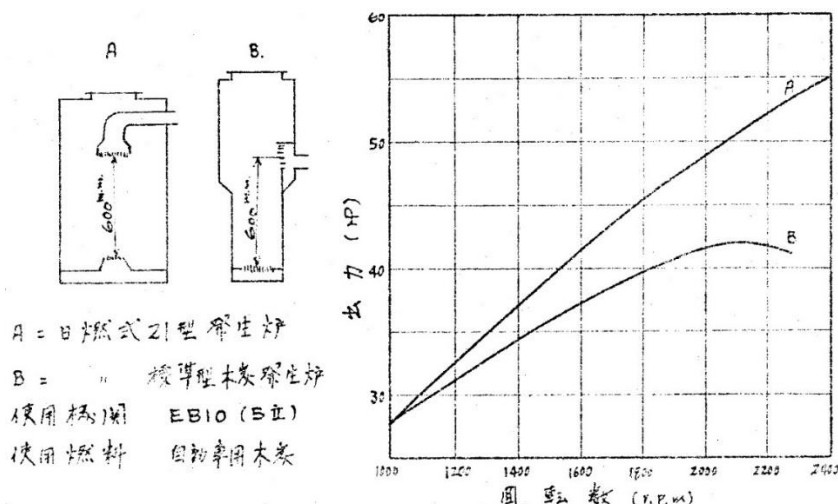
図 3-33 木炭ガス発生炉の運用状況と EB10 型の出力



同上、60 頁、第 44 圖(諧調反転)。

発生炉の容量不足事例を直接示すのは図 3-34 の曲線 B である。そもそも、B を用いたのでは連続運転さえ不可能であった。A=21 型は既述の通り、また縦断面略図からも明らかなように、本来、石炭ガス発生炉であるが、その適応力を活かしてか前章に観た石炭の扱い難さ故か、本試験における供試燃料は A, B 共に木炭とされていた¹⁴⁵。

図 3-34 日燃式 21 型石炭ガス発生炉(A)と同標準型発生炉(B)による EB10 型機関の出力



同上、60 頁、第 45 圖(諸調反転)。

EB10 型は 5.1ℓ 統制ディーゼルのオットー転換機種であっただけに標準型より大容量の発生炉が必要とされたのは当然であり、望むらくは冷却器、清浄器等の周辺機器にも一層余裕を持たせる新規設計が求められていたと思われる。それはしかし、当時の状況下では先送りすべき課題とされざるを得なかった。

5. いすゞ自動車におけるディーゼル機関のガソリン転換

スミダ X 系のいすゞ GA40 型ガソリン機関は戦後直ぐ、1946 年 11 月に主運動部を強化・軽量化されて DG32 型(6L-90×115mm, $\epsilon = 6.4$ 又は 5.8, 90 又は 85PS/2800rpm.) となったが、石油製品統制廃止後間もない'52 年 12 月には DA40 系ディーゼルの 5mm ボア・アップ強化型である DA48 型ディーゼル機関投入('53 年 9 月)に先んじて、これをベースとする大排気量ガソリン機関 GD10 型(6L-100×120mm, 5.65ℓ, $\epsilon = 6.4$, 130PS/3000rpm.) が消防ポンプ車向けに開発された。つまり、GD10 型はその出自からしてガソリン用のネオ EB10 型そのものに他ならない。

GD10 型の改良型が GD12 型、その最終型が表 12 に示す GD150 型(図 3-35, 36)となる。GD150 は 104 系が 1963 年から'64 年にかけて、'65 年からは 105 系が投入されているが、一連の改良経過については詳らかではないが、少なくとも GD150 の ϵ が GD10 の 6.4 から

¹⁴⁵ 日燃式石炭ガス発生炉の素性の悪さについては本稿第 2 章 第 4 節、参照。

6.7 へと向上せしめられているのは国産自動車用ガソリンのオクタン価向上への対応結果であったと見做して良からう。

もっとも、復興期の本邦自動車界においては戦前派ないし程無く時代錯誤的とはなるが戦後派のディーゼルと双子の OHV 大排気量ガソリン機関が生き残っていた。その中に在ってはいすゞGD 系と雖も特に傑出したサイズを誇る存在であったワケではない。事実はその逆であった。但し、GD10、GD12 の諸元は不詳のため、表 3-13 においては後年の GD150 のそれを以て代用させている¹⁴⁶。

表 3-13 復興期の国産 OHV 大排気量ガソリン機関

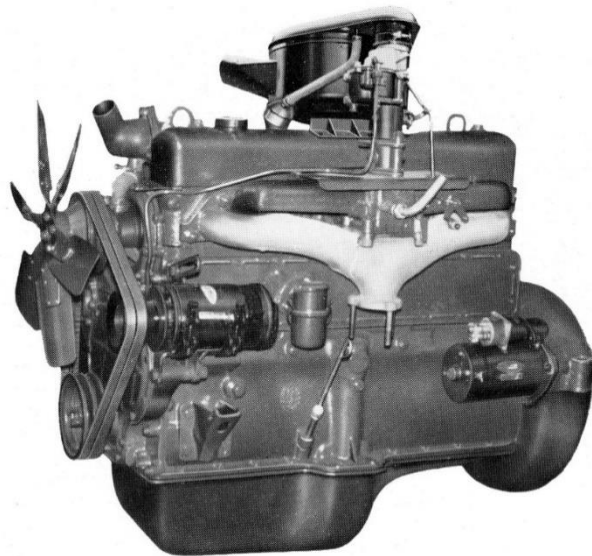
	いすゞ	三菱日本重工業	日野ディーゼル工業
名 称	GD150-105	ふそう GA 型	日野 GF10 型
気 筒	6L-100φ×120mm	6L-110φ×135mm	6L-105φ×135mm
排 気 量 ℓ	5.654	7.698	7.020
圧 縮 比	6.7	5.5	6.0
最 大 出 力	145PS/3000rpm.	120HP/2200rpm.	115HP/2200rpm.
最 大 ト ル ク	40kg-m/1600rpm.	45kg-m/1200rpm.	44(?)kg-m/1200rpm*
重 量 kg	455	590	650(クラッチ込みか?)
寸 法 m m	1148×645×1104	1333×760×1048	1150×770×1314(同上)
支 持 法	4 点支持	3 点支持	4 点支持
点 火 方 式	バッテリー点火	マグネト点火	バッテリー点火
点 火 栓	NGK B-4E	18mm NGK MA-50	14mm NGK MB-36
気 化 器	日本気化器 D-46AC	日本気化器 U-50	-
始 動 電 動 機	日立 12V1.5kW	日興電機 12V2.5HP	澤藤電機 12V3HP
充 電 発 電 機	日立 12V300W(350, 650W)	日興電機 12V300W	澤藤電機 6V175W
備 考	発電機 350W は一般消防車 650W は東京消防庁向け	1946 年再開、'49 年中止	1951 年開始

いすゞGD150 についてはいすゞ自動車㈱『GD150 GASOLINE ENGINE GENUINE **Parts List**』1965 年、三菱、日野機関については門馬孝吉『標準自動車構造・取扱実習書』自動車工学社、1953 年、附録 15 頁、より。* の箇所は単に“4”と原表記。

図 3-35 GD150(STD)-105 機関の外観

¹⁴⁶ “ふそう” DB 系ディーゼル機関のベースとなった GA 型のルーツ TU-6 型については別稿「三菱“ふそう”の原点、TU6 型ガソリン機関とその周辺」を御覧頂きたい。因みに、TU-6 型のサイズはかつての“スミダ”D6 型ガソリン機関とも等しい。

日野 GF については 1950 年頃に開発された DS10 型ディーゼル機関のガソリン版であると考えられるが、詳しい来歴譚については管見の限りではない。これらの機関について簡単には拙著『日本のディーゼル自動車』182~184、371~379 頁、参照。

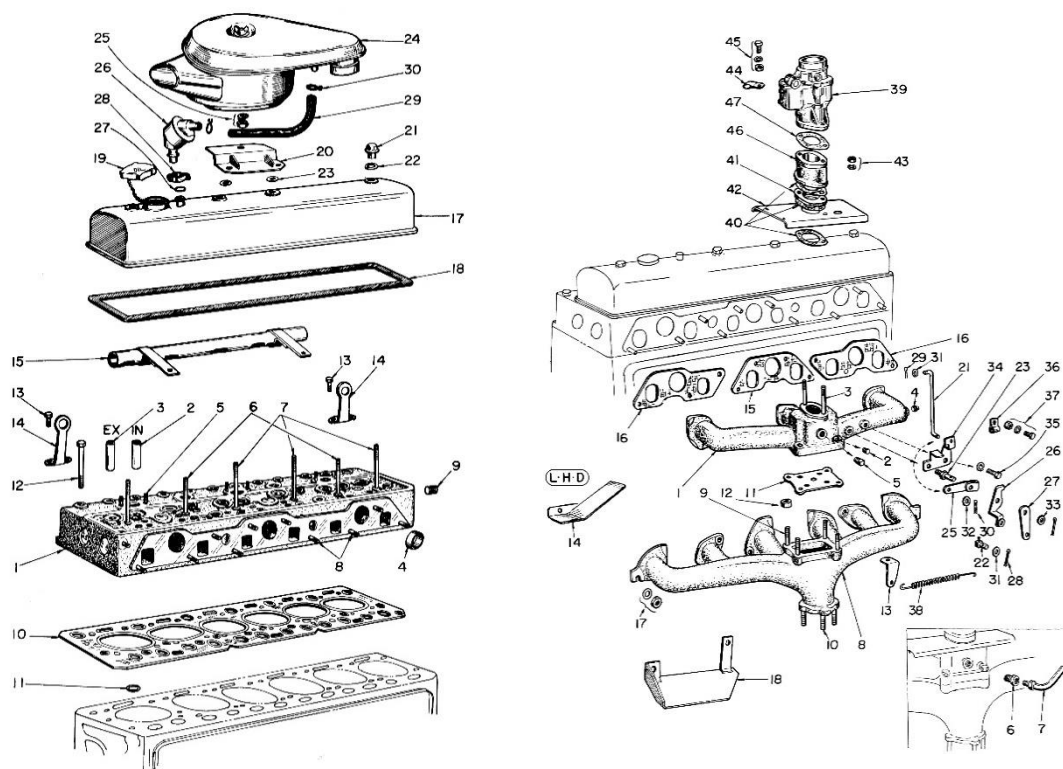


『GD150 GASOLINE ENGINE GENUINE **Parts List**』より。

OHVのGD系は生産規模の大きなDA系ディーゼルの製造ラインに混入させることが出来たため酷寒時にも急速始動性が求められる消防ポンプ車向けをはじめ、'59年2月のスミダX系サイドバルブ機関製造打切り後も細々とではあるがかなり長く生産され続け、この内、GD150型(消防用認定最大出力140PS/2800rpm.)はTXG10系、20系、30系、40系消防車(一般向け、東京消防庁向け、一部に左ハンドル車)に搭載された¹⁴⁷。

図 3-36 GD150-105 機関の OHV 気筒頭回り

¹⁴⁷ 『いすゞ自動車史』116~117、196 頁、いすゞ自動車㈱『いすゞディーゼル技術 50 年史』1987 年、189、194、334~335 頁、同『いすゞ自動車 50 年史』1988 年、198 頁、参照。GD150 型についての記載が認められる山海堂『国産エンジンデータブック』の最終版は'73 年版である。大元の DA 系は'82 年 7 月にその生産が打切られている。



同上、より。

発生炉ガス式代燃装置のアンカー、薪ガス発生装置について振り返れば、遺憾ながら、ヂーゼル自動車工業にとって一旦、出来上がってしまった陸式自工型薪ガス発生装置は半ば御仕着せの技術となっており、メーカーとしていじくれたのは事実上、混合器などのマッチングのみであったように想われる。決定的に重要なのは発生炉の容量と機関の潜在性能との適合性であった筈であるが、かかる最も基本的な点についての突っ込みは不足していた。しかも、陸式自工型を基礎とする統制型日燃式はいすゞ機関に対する容量不足を託ち、いすゞ機関は薪ガス発生装置との中途半端な適合性の更なる低下を甘受させられている¹⁴⁸。

¹⁴⁸ 但し、いすゞガソリン機関と統制型日燃式薪ガス発生炉との不適合関係をいすゞ標準車系オート機関が被害者となった構図として一面的に理解するのは失当である。何故なら、その控え目過ぎたとも言える圧縮比(ϵ)自体がその低い吸気＝発生炉通風能力の少なくとも一要因を為したと考えぬワケには行かぬからである。

即ち、いすゞの自動車用発生炉ガス専用機関について観れば、一方の EA10 型はスミダ X 型ガソリン機関係の SV 機関であったため燃焼室断面をやたらに扁平化するワケにも行かず、 ϵ 高上に対する大きな制約を託ち、専用設計であったにも拘わらず 7.2 が関の山であった。実用ないし改造代燃車のベースとなるべき市販ガソリン機関のそれに至っては 5.25 であった。これでは同時代のライヴアル、トヨタ機関(6.0→6.4)、ニッサン機関(6.5→5.7)に対する見劣り感是否めず、発生炉通風能力の目減りも応分、発生させていたと判断せざるを得ない。因みに、この基本的制約は戦後の DG32 型においても払拭されぬままであり、ガス体燃料用試験機関においてさえ 6.9、市販ガソリン機関のそれは 6.4 に終始し

更に、周辺機器やガス体燃料専用機関開発までを含めた吸込み式ガス発生プラント全体としての最適化は全く未着手の状態にあった。陸式自工型薪ガス発生炉に対する実のある改良は戦後、実現したものの、この時においてもなお、周辺機器や機関を含む統合的なシステムとしての最適化には至っていなかった。

また、乾燥度の劣った薪を焚きたいという時代の真の、そして最も切実なニーズに適合した薪ガス発生炉の技術的進化はメーカーたるいすゞの技術者に依ってではなく、むしろ日本通運(株)東京支社車輛部の日通式(ミナト式)や長野県陸運時事務所の小山案において良く体现されていた。

日通式(ミナト式)薪ガス発生装置は木炭ガス発生装置を嚆矢とし、期待に比例する失望を招いた挙句、忘却の彼方へと退いた石炭ガス発生装置を横目に、それなりに長い熟成期間を経て遂に本邦代燃界の首座へと登り詰めた薪ガス発生装置の実用最終形態であった。そのような存在として、それはまた、幾何かの最適化余地を残したままであったとは言え、本邦代燃界という弱小チームの“敗戦処理要員”としての役割を演じ切った。

圧縮ガス、液化ガス、溶解ガス等については“為せば成る”程度の技術に終始し、産業技術としては遂に一本立ちし得なかった。資源的観点からも資材・機材的に観ても、あるいは制御技術サブシステム面を勘案しても、自動車用としてのそれはこの国にとって高嶺の花に過ぎた。

三木吉平が端^{はな}から開発されていて当たり前と嘆息したガス体燃料専用機関について振り返れば、DA40型ディーゼル機関から転生せしめられたEB10型はOHV機関であり、燃焼室形式は不明ながら圧縮比高上を含む設計が可能となっていた。実際、8.4の ε を与えられたEB10型は都市ガス運転においてEA10型に対する排気量+16%の優位を遥かに上回る+50%超という高出力を発揮している。同機関の能力に適合する、例えば大陸科学院式の褐炭・薪共用可能な発生炉(改良型)や周辺機器といった装置類一式が体系的に整備されておれば、EB10型機関は本邦自動車界におけるガス体燃料専用代燃機関の決定版として評価されるべき存在となっていた可能性もあろう¹⁴⁹。

この潜在能力は戦後、DA48型ディーゼルと双子のGD系ガソリン機関という形で活かされた。その圧縮比は市販自動車用ガソリンのオクタン価向上と連動しつつ高められ、遂には往時のEA10型機関のそれをも凌駕する7.4という値にまで到達した。その結果、GD系の掉尾を飾るGD150型機関はこの国の消防ポンプ車用機関として一頭地を抜く存在となり得た。無論、ガソリンのオクタン価次第ではより高い、EB10型のそれに近い ε が選択され得ていたであろうし、ガス体燃料が与えられていたならその値は更にこれを超える水準に届いていたものと考えられる。さしずめ、元祖EB10型、以て瞑すべし、といった処では

ていた。戦後のトヨタ機関において ε は6.5となり、ニッサン機関のそれは6.2→6.4→6.8と推移している。前掲拙稿「戦前・戦時期の国産中・大型自動車用機関について」、参照。

¹⁴⁹ 三木の見解については「木炭、亜炭、薪、天然ガス等の新燃料を使用する自動車に関する座談会(1939年3月17日)」におけるその講演、参照。

なかろうか？

天然ガスを豊富に産するアメリカやヨーロッパでは如何にも中・高速ディーゼル機関ベース然とした電気点火式ガス機関やディーゼルガス機関が早くから重宝されて来た。次章においては我国におけるそれらの対応物に係わる自動車機関を中心とした零細ではあったが意義深い取組みについて取上げる。

第4章 戦時~復興期日本におけるディーゼル機関のガス運転

—— その諸相と実現形態 ——

1. 前提としてあったドイツにおけるディーゼルガス運転実験

1) ドイツにおける直噴機関のディーゼルガス転換

以下、第1節においてはドイツにおける先行実験例を必要最小限程度に紹介し、我国で実施されたマイナーではあるが真摯なディーゼルガス駆動(ロ)方式に係わる開発営為については第2節で池貝自動車における実験、第3節では鉄道省(鉄道技術研究所)における実験、第4節においてはディーゼル自工における実験と実践、第5節においては発動機製造における据付機関分野での開発成果、という順で取上げて行く。

液体燃料不足をはじめとする戦時~復興期の社会情勢の下、自動車用ディーゼル機関をガス体燃料に依って駆動する、あるいはこれを前章に観たようにオート転換するガス化実験や実践が内外のメーカーの手によって行われた。また、産業動力用ディーゼル機関においてもディーゼルガス駆動が導入されている。これらの手口は各々がディーゼル代燃の一種をなすものであり、同時代的内燃機関技術史においては些か裏街道じみてはいたが、それぞれに成果を謳っていた。その基本的構図について池貝鐵工所(株)発動機部→池貝自動車製造(株)技師、大道寺 達(1912~2005)は次のように述べている。

故にディーゼル機関のガス駆動化が行はれ、これが方法としては次の如き

(イ) ディーゼル機関を低圧縮比に改造して、ガス・空気の混合氣體の燃焼と電気着火によつて行ふ方式。

(ロ) ディーゼル機関を改造することなく、ガスと空気の混合氣體に着火發生を行はしむるため、ディーゼル油噴霧油粒による方式。即ちディーゼルガス方式。

の二方式が考へられるに至つた。

然るに前者は寧ろガソリン機関を利用すべきで、これが改造には大なる工作を伴ひ、必要時におけるディーゼル機関への復帰には困難を伴ふ。

後者の方式を再び述べると、吸入管に誘導されたガスは混合器により空気と混合し、氣筒内に吸入され、壓縮行程の終りにディーゼル機関の燃料噴射唧筒により輕油を噴射せしめて、壓縮混合氣體を着火燃焼するので、ディーゼル添加油量は着火核發生にのみ用ふるので燃料消費量は僅少である¹⁵⁰。

ディーゼルの本家、ドイツにおいては少数ではあるがディーゼル機関に空気のみを吸入

¹⁵⁰ 大道寺 達『高速度ディーゼル機関のガス駆動における特異性』山海堂理工学論叢(54)、1944年、2頁。段落付けは引用者に依る。なお、この論文は元々『内燃機関』73~76号(1943年9~12月)に連載されたものである。大道寺 達・山口正幸「渦流燃焼室によるディーゼルガス方式の機関性能に関する実験」『日本機械學會論文集』第46巻 第320号、1943年、にはその一部が報告されている。この人固有の無駄に難解な悪文は当時から一貫していた。なお、(イ)方式の内、高速ディーゼル・ベースの天然ガス機関は戦後の欧米においては広く用いられて来た。

せしめながら過給機から加圧されたガス体燃料を送入し、両者を圧縮後、軽油のパイロット噴射に抛り着火させるガス過給方式や液化ガスを通常の列型噴射ポンプを用いて噴射させる方式も試みられていた。しかし、我国において模倣の足跡を認めないこれらの方式について立ち入ることは本章の課題ではない¹⁵¹。

我国においては、無論、ドイツにおける先行研究に触発された試みではあったが、池貝自動車製造(株)の大道寺により(ロ)方式＝パイロット噴射方式に係わるディーゼルガス機関実験が試みられている。他方、同時代のディーゼル自動車工業(株)(いすゞ)においてはこの方式が実験のみならず実践に移され、換言すれば産業技術として用立てられるという足跡が印された。また、実用の程度・範囲については不明ながら、発動機製造(株)(→ダイハツ工業)においてはこの 2 例より一足先に、油田鑿井用等への適用を見据えてディーゼルガス駆動機関が開発、製造されていた。

ドイツにおけるディーゼルガス駆動実験の概要については幾つかの論文の翻訳が為され、多くの紹介論文等が執筆されている。それらは発生炉ガスのみならず都市ガスや液化ガスをも用いる実験であり、我国とは異なり、むしろ研究の重点は液化ガスに置かれていた¹⁵²。

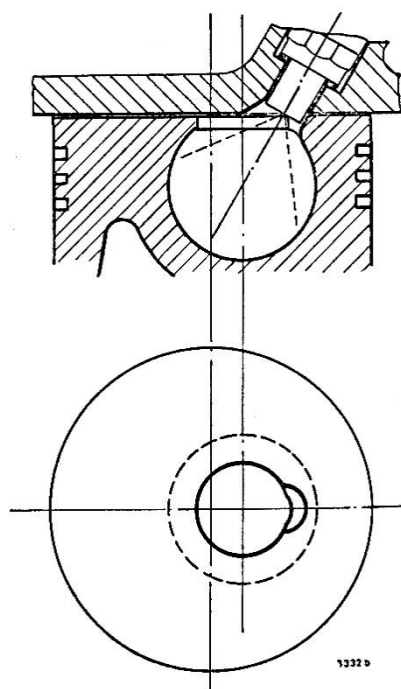
¹⁵¹ 長尾不二夫『新撰 内燃機関講義』下巻、養賢堂、1943 年、538 頁にはガス過給方式についての説明はあるものの、何故か普通のディーゼルガス方式への言及は見られない。同『改著 内燃機関講義』下巻、養賢堂、1952 年、582~583 頁に至って漸くこれについての記述が登場して来る。また、ディーゼル燃焼は噴霧周辺で生起するため気筒壁付近には空気層が介在して火焰を断熱するのに対してガス機関においては火焰が気筒壁付近まで及ぶため冷却損失が大きくなる。それ故、ディーゼルではボア 450φ 以上からとなるピストン冷却がガス機関においては 380φ 以上から必要となる一方、排気温度は応分、低くなるとの指摘が見られる。これは固より直噴式にヨリ良く妥当する命題である。

¹⁵² 1940 年時点のドイツにおけるこの方面の研究紹介として日本機械學會『機械工學便覧』昭和 16 年版(1941 年 10 月)、279~280 頁、が挙げられる。この他、液化ガス利用については佐竹達二「ドイツに於ける液化ガス自動車の使用に就いて」『昭和十七年度版 内燃機関技術大観』所収(『内燃機関』41, 42 号連載稿、1941 年 1, 2 月)はディーゼル機関のオットー改造を前提としたガス供給系の概説となっている、同じテーマのディーゼルガス駆動に係わる翻訳論文として『動力 別冊 59 ガス・ディーゼル自動車』(1942 年 2 月)の 2 点(M.J., Mehler, Der Betrieb von Dieselmotoren mit gasförmigen Kraftstoffen nach einem gemischten Otto-Diesel-Verfahren. MTZ, 2, 1940, SS.101~115, L., Köhler, Treibgasbetrieb in Dieselfahrzeugen. ATZ 43-8, 1940, SS.183~184 : 翻訳論文に原タイトル不記載のため此処に表記)、があり、特に前者は内容豊富であるが、何れも供試機関は直噴式で多くの場合、ほぼ無改造である。

また、発生炉ガスを用いる場合や副室式機関側の改造にも触れた文献は『内燃機関邦訳文献集』に複数収録されている。例えば、Werner Rixmann/白井直光訳「車輛用ディーゼル発動機の瓦斯による運転」第 9 卷 4 号 1941 年、Arbert Hofmann/白井直光訳「M.A.N 車輛用ディーゼル発動機のディーゼル瓦斯駆動の実験」第 9 卷 第 6 号、1941 年、Rixmann/石川茂教訳「車輛用ディーゼル機関の瓦斯運転」(石川茂教「薪自動車に関する二三の問題」内燃機関編輯部編『昭和十七年版 内燃機関技術大観』山海堂、1941 年、所収、後半部はその要約)、Karl Künzel/秀島 正訳「薪ガスで運転するブルドッグ・トラクター発動機の進歩」何れも第 10 卷 第 2 号、1942 年、Erich Baentsch/丸山浩一訳「ディーゼル動車をディーゼル燃料点火式サクシオン瓦斯駆動に轉換する実験」第 10 卷第 5 号(動車は誤訳で実態は豆機関車)、Herbert Prettenhofer/丸山浩一訳「発生爐瓦斯駆動、車輛用ディーゼル機関の調整法に就いて」第 10 卷 第 6 号、1942 年、参照。

これらの内、直噴機関を用いた実験においては概ね機関改造、とりわけ ϵ の変更は不要であった。換言すれば、直噴機関は多くの場合、無改造のままディーゼルガス駆動に転換可能であった。戦後の“M 燃焼法”の前駆形態そのものであり、大道寺が「M.A.N 型球状渦流燃焼室」などと呼んでいる MAN の球状開放燃焼室方式は自動車用クラスの直噴機関としてはディーゼルガス駆動転換に殊更高的適性を発揮したと伝えられている。無論、その開発者 Meurer は後年“M 燃焼法”の創始者として知られることになる人物である(図 4-1)¹⁵³。

図 4-1 MAN の球状開放燃焼室



S., Meurer/清水幸一訳「新しい方式に依る高速ディーゼル機関」第 2 圖。

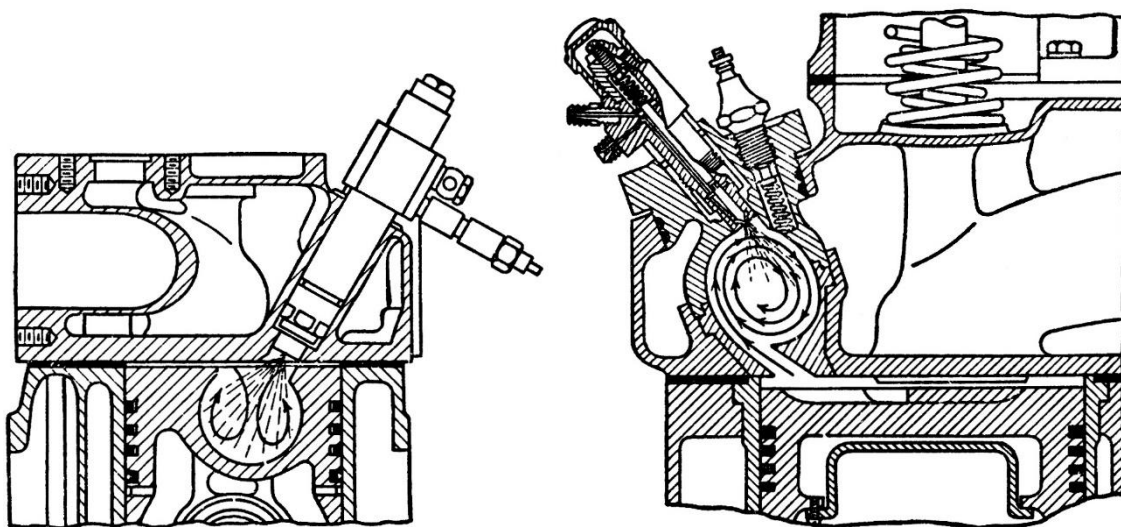
Meurer や Hofmann に拠れば、そこに用いられていた噴射弁は大きな噴霧円錐角を有する平面弁座式で、 ϵ (圧縮比)は予熱栓無しのためか案外高く D3555G(6-135×155mm)で 16.5、D0534G(4-105×130mm)では 17.0 に達していた。

この MAN 球状燃焼室を大道寺のように渦流室式に含める分類法は根本的に誤りであり、現代では全く通用しない。即ち、これは純然たる直噴式の一種である。因みに、過渡期的位置付けとして Lichty はあるグループの燃焼室を“Antecombustion Chambers”として括りつつ、四囲からの押込渦流を強調した MAN 球状開放燃焼室のタービュランス生成と接線

¹⁵³ この燃焼室については S., Meurer/清水幸一訳「新しい方式に依る高速ディーゼル機関」、A., Hofmann/白井直光訳「M・A・N 車輛用ディーゼル發動機のディーゼルガス駆動の実験」内燃機関邦訳文献集』第 8 巻第 1 号、第 9 巻第 6 号、1940, '41 年、cf., L., C., Lichty, *Internal-Combustion Engines*. 6th., ed., 1951, pp.379~380, ごく簡単には拙著『ディーゼル技術史の曲りかど』159~160 頁、参照。

流入のタンブルを利用するウォークシャ・コメット渦流室のそれとを並列対比している(図4-2)¹⁵⁴。

図 4-2 “antechamber” 燃焼室：MAN とウォークシャ・コメット渦流室



L.,C., Lichty, *Internal-Combustion Engines*. 6th., ed., p.380, Figs.307, 308.

確かに、MAN なら旋回渦流を与えるため、吸気側にタンジェンシャル・ポートくらいは張り込んでいたのかも知れぬが、大きくオフセットされたその平面形姿からすればこのMAN 球状開放燃焼室は余りハイ・スワールでもなさそうなキャビティーである。

なお、Lichty が強調したスキッシュについて付言するなら、Meurer は「燃焼前に、烈しい、空気流動を缺いてゐる點」を本燃焼室の特徴として掲げ、かつ「球形部内の、或種の空気流動は、勿論完全には避け得られない。……中略…… 然し、この方式では、永續的な、然も、規則正しい空気流動は生じない」と診立て、その根拠としてキャビティー表面にガス流動の痕跡となる煤のマークが少しも観察されないことを挙げている¹⁵⁵。

もっとも、パラフィン系液化ガスと都市ガスとを用い、豊富なデータが公表されている前掲 Mehler らの実験に用いられた直噴機関はこのMAN 球状開放燃焼室式ではなく、Krupp H-1 型なる据付用 4 サイクル堅型直列 3 気筒のごく月並みな直噴機関で、その気筒サイズは $230\phi \times 350\text{mm}$ (14.5ℓ/cyl)、出力は 35PS/cyl@400rpm.であった。流石、これ位のサイズ

¹⁵⁴ 因みに、“antechamber” は日常語では“控えの間”の謂いであるが、マトモな内燃機関用語としては定着していない。

¹⁵⁵ この点からすれば、キャビティーのオフセットについて「押込渦流を有効にするため燃焼室は少し偏心して作られている」という珍説は単なる思い付きの屁理屈と断ぜられる。真相は左様な屁理屈には無く、2 弁式故、噴射弁を、従ってキャビティーをオフセットさせせるしかなかっただけのコトである。この珍説については八田桂三・浅沼 強編『内燃機関ハンドブック』朝倉書店、1960 年、95~96 頁、参照。

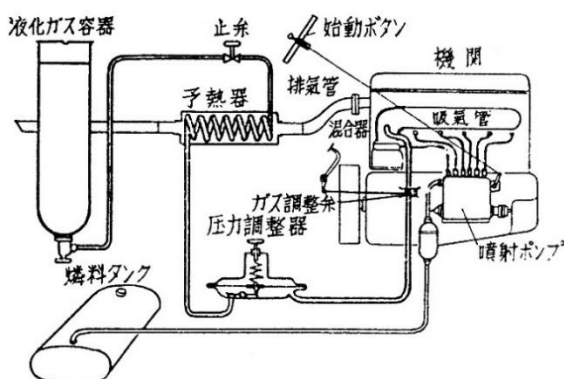
の据付機関ともなればディーゼル方式⇔ディーゼルガス方式の転換に何の問題も伴わなかったようである。

但し、件の実験には H-1 型の中央気筒のみが生かされ、両側気筒からはピストン、連桿ならびに動弁機構が撤去されていた。 ϵ は正規の 14.2 が踏襲された。試験時の回転数は 440rpm. に設定された。この方が単筒機関として回した場合、振動が抑制されるからとの理由からであった。噴射系もオリジナルのままで、パイロット噴射の噴射量としては通常の噴射ポンプにおいて可能とされる最小噴射量が選ばれた。

この Krupp 据付機関を用いた実験においてもプロパンやプロパンとブタンとの 1 : 1 ないし 3 : 7 混合ガスである“Treibgas”を燃料ガスとして全負荷運転させる場合には ϵ を 16.0 に引上げることが必要となっている。また、液化ガスよりも都市ガスの方がディーゼルガス駆動にヨリ適合的であることが確認された。この実験ではオシログラフを用いた燃焼解析が多用されている反面、全負荷性能曲線は取られていない¹⁵⁶。

また、Köhler らの自動車用機関を用いた実験(図 4-3)においても直噴機関の場合、 ϵ を変更する必要が無く、副室式機関にあつてはこれを約 14.1 まで低下させる必要があるとする通説が確認されている。

図 4-3 液化ガスを用いる自動車用ディーゼルガス駆動プラントの一例



『動力 別冊 59』L. Köhler, Treibgasbetrieb in Dieselfahrzeugen 翻訳論文、より。

『機械工学便覧』昭和 16 年版、279 頁、第 18 図もこれと同じであるが不鮮明。

2) ドイツにおける副室式機関のディーゼルガス転換

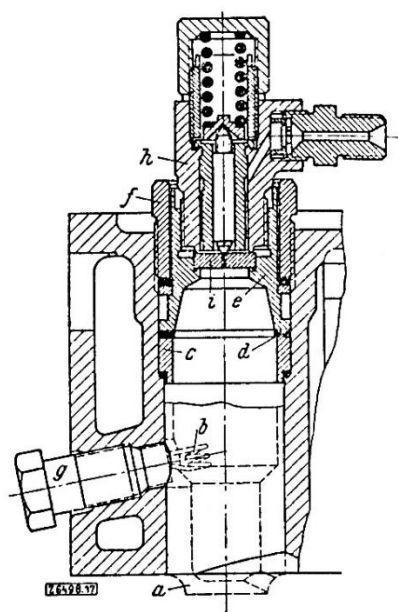
薪ガスないし液化ガスを用いたディーゼルガス駆動化のために機関設計ないし改造が必

¹⁵⁶ 星野前掲『獨伊に於ける代用燃料車の研究』第 3 編 第 1 章 自動車用ガス燃料の発展並に其現状(H., G., Bock, Entwicklung und heutiger Stand des reibgasbetriebs. A. T. Z., Jg. 43, Ht. 1, 1940 の翻訳)、第 4 章 自動車代用燃料としてのブタン(L., van Lottum, Alternative Fuel : A Consideration of Butane as a Fuel for Road Vehicles. Automobile Engineer., vol. 30, No. 399, 1940 の翻訳)は液化ガスをオットー機関に充当する議論であり、第 3 章 液化ガスの貯蔵及び充填方式(W., Salmikoff, Flüssiggas- Ueberfüll- und Tankanlagen. A. T. Z., Jr. 43, Ht. 1, 1940 の翻訳)は機関の種別を問わぬ議論となっている。

要とされる具体的事例として紹介されているのは Klöckner-Humboldt-Deutz ならびに Daimler-Benz の予燃焼室式機関、MAN の空気室式機関、Henschel の Lanova 空気室式機関における実験や、Lanz 焼玉機関のディーゼルガス駆動化実験であり、副室式機関に係わる諸事例であるが、焼玉機関云々についてはここでは割愛する¹⁵⁷。

まずは予燃焼室式機関におけるディーゼルガス駆動化改造について。W., Rixmann は予燃焼室式機関に係わる改造例として Klöckner-Humboldt-Deutz 機関、Daimler-Benz 機関の例を紹介している。予燃焼室式は元々 ϵ が高く蓄熱部を有しているから対策は前者の切下げと後者の排除となる。

図 4-4 Klöckner-Humboldt-Deutz 機関のディーゼルガス駆動転換改造



Rixmann/石川茂教訳「車輛用ディーゼル機関の瓦斯運転」、第 17 圖、石川茂教「薪自動車に関する二三の問題」内燃機関編輯部編『昭和十七年版 内燃機関技術大観』、第 18 圖も同じ。

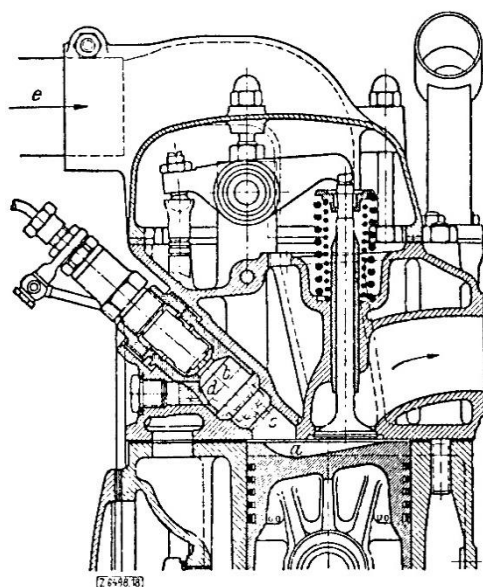
KHD(F4M513Z)予燃焼室式機関をディーゼルガス駆動化する場合、如上の目的のため、ディーゼル運転に際して重要な役割を演ずる予燃焼室下半部と予熱栓の NiCr 線は撤去されている(破線表記)。この手口は予燃焼室が乾式である場合には容易に実行可能である(図 4-4)。

D-Benz 機関(OM65/3, OM67/3)においては予燃焼室先端をなし、レンコン状の焼き金を保持する“c”が焼き金もろとも撤去され、その位置に雌ネジを保護する、そして大孔の明いたリング“b”がねじ込まれ、予熱栓は勿論、単なるプラグへと置換えられている(図 4-5, 6)¹⁵⁸。

¹⁵⁷ Lanz 焼玉機関については上述の通り、拙稿「多燃料発動機の時代と日本」、参照。

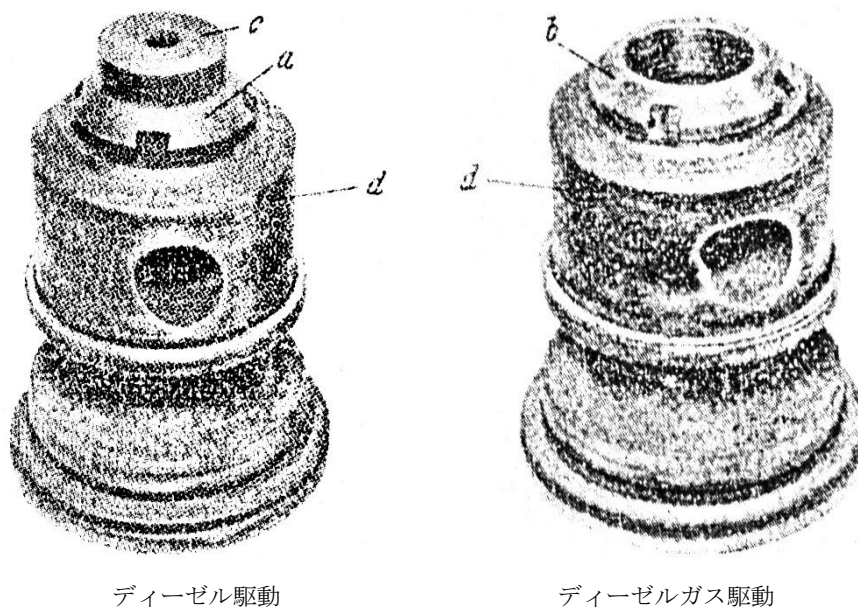
¹⁵⁸ これらの商用車用ベンツ機関は $105\phi \times 140\text{mm}$ の気筒サイズと全点支持の主軸受を有する 4 及び 6 気筒系列で、最大出力は 70 及び 100PS/2000rpm.であった。これらは 1937 年頃に投入されたが、'40 年には最大出力を 75 及び 120PS/2250rpm.に向上させた OM65/4 及び OM67/4 に取って代わられている。cf., Daimler-Benz AG., *75 Jahre*

図 4-5 Daimler-Benz 機関のディーゼルガス駆動転換改造



Rixmann/石川訳「車輛用ディーゼル機関の瓦斯運轉」、第 18 圖、石川「薪自動車に関する二三の問題」第 19 圖も同じ。

図 4-6 Daimler-Benz 機関予燃焼室先端部に施されたディーゼルガス駆動転換改造



Rixmann/石川訳「車輛用ディーゼル機関の瓦斯運轉」、第 19, 20 圖。

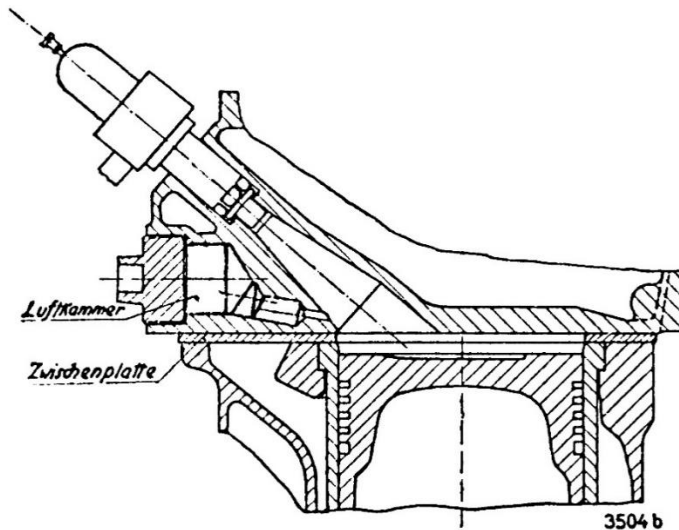
次に空気室式機関におけるディーゼルガス駆動化改造について。MAN 空気室式機関においては着火メカニズムが直噴そのものであるだけに、 ϵ は元々、13.5~16.0 と低めに設定さ

Nutzfahrzeuge-Entwicklung 1896-1971. Stuttgart-Untertürkheim, 1971, SS.90~91.

れていた¹⁵⁹。

従って狙いは ε の切り下げにではなく、専ら熱点の排除となる。図 4-7 は些か解り難いが、空気室の連絡孔をネジで閉塞して熱点形成を防ぐと共に、この空気室閉鎖措置に因って生ずる ε の上昇を *Zwischenplatte* : 中間板=厚目のヘッドガスケットによってキャンセルさせる処方を示す。

図 4-7 MAN 空気室の遮断と ε 上昇を相殺するための中間板挿入



A., Hofmann/白井直光訳「M.A.N 車輛用ディーゼル發動機のディーゼル瓦斯駆動の實驗」第 2 圖。

Lanova 空気室式(Henschel J 型機関 : 6-125×160mm, $\varepsilon = 12.5$ ないし 13.5)の場合は些か厄介である。何よりも、その燃焼機序が素直ではない。噴射弁から空気室の開口部に向けて噴射された燃料は主燃焼室通過時に部分的に着火し、空気室内でも酸素不足状態で部分燃焼を続け、ピストン降下→主燃焼室内圧力低下に乗じて還元炎の状態で主燃焼室内へと逆流再突入し、酸素を得て完全燃焼へと至る……これが Lanova 空気室式の燃焼機序である¹⁶⁰。

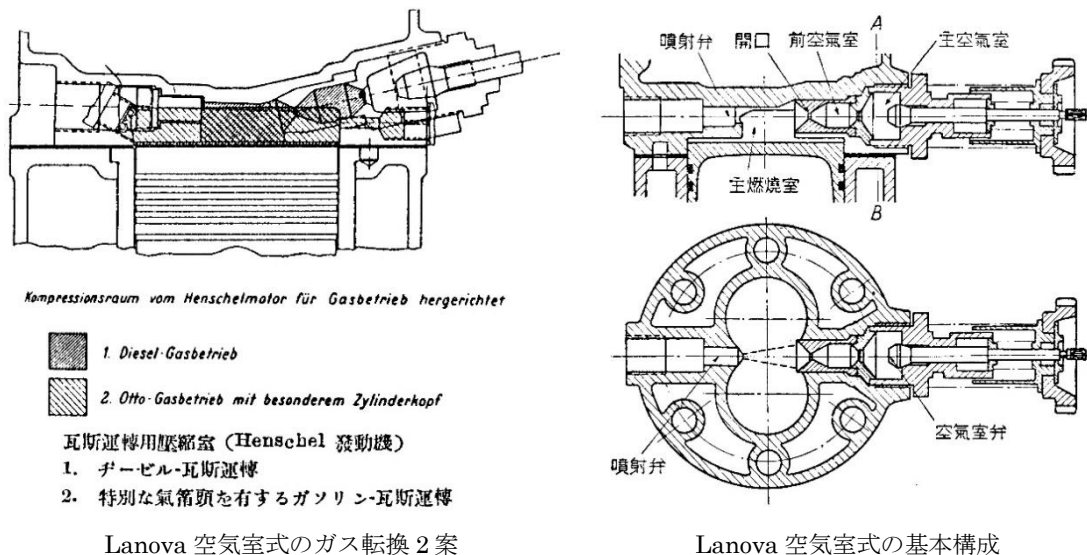
図 4-8 はこの方式の燃焼機構に係わる基本的部位の説明図と Rixmann によって提示された本燃焼機構を有するディーゼル機関をディーゼルガス駆動化する場合とオットーガス駆動化する場合との設変方針の相違を示す図とを合せて掲げたモノである。ここでの注目点は勿論、濃いハッチングを施されたディーゼルガス駆動用燃焼室にある。主空気室は閉鎖さ

¹⁵⁹ 1933 年以来市販され、ドイツの軍用トラック用統制発動機(Einheitsdieselmotor)ともな
って各社で分担生産された MAN 空気室式機関(D0520, 6-105×120mm, 90PS/2400rpm.)の ε は
16.0 であった。試験供試機関 D0530(6-105×130mm)の ε は 14.0。この値は後に 15.0 に統
一されたようであるが、そもそも MAN 空気室式における ε は図 4-7 の空気室外端に見え
るネジ蓋の位置によって簡単に変更可能となっていた。MAN 空気室式機関の概要につい
ては門馬孝吉『最新高速ディーゼル機関』訂正四版、自動車工學社、1940 年、182~183、
317~318 頁、が最も詳しいようである。

¹⁶⁰ Henschel Lanova 空気室式機関の経歴や作用機序、ラインナップについては門馬前掲
書、184~185、316~317 頁、参照。後者においては $\varepsilon = 12.5$ と記されている。

れ、主燃焼室の容積はこれを補うために増量されているらしき状況が観取されよう。

図 4-8 Lanova 空気室方式のガス化に向けて提案された設変要領と同方式の基本構成



左：W., Rixmann/白井直光訳「車輛用ディーゼル發動機の瓦斯による運轉」第 13 圖。

右：大井上 博『高速ディーゼル機関』山海堂、1940 年、171 頁、圖 9・6。

これはパイロット噴射程度の少量噴射では主空気室まで到達してしまえば完全燃焼を惹起し、前空気室の開口部辺りが熱点となる事態を回避するための措置であったと考えられる。

以上、予燃焼室式機関においては元々高い ϵ の切下げと熱点排除、空気室式機関においては熱点排除、これがドイツにおける自動車用副室式ディーゼル機関のディーゼルガス駆動化に際してのキーワードであったが、その具体的様相はこれらの諸例に示される通りであった。

2. 池貝自動車製造におけるディーゼルガス駆動実験

1) 台上試験

冒頭の引用箇所が続いて大道寺は次のように語っていた。

然しディーゼルガス駆動方式を行ふ場合に、高速度ディーゼル機関に主として用ひられてゐる燃焼室型式に依つては、構造を變更し、更に壓縮比を改めねばならぬものがある。故に高速度ディーゼル機関のガス駆動に當つては、ディーゼルガス方式⇔ディーゼル方式の關係を瞬間に得る如き方法をとることが主要目的でなければならぬ¹⁶¹。

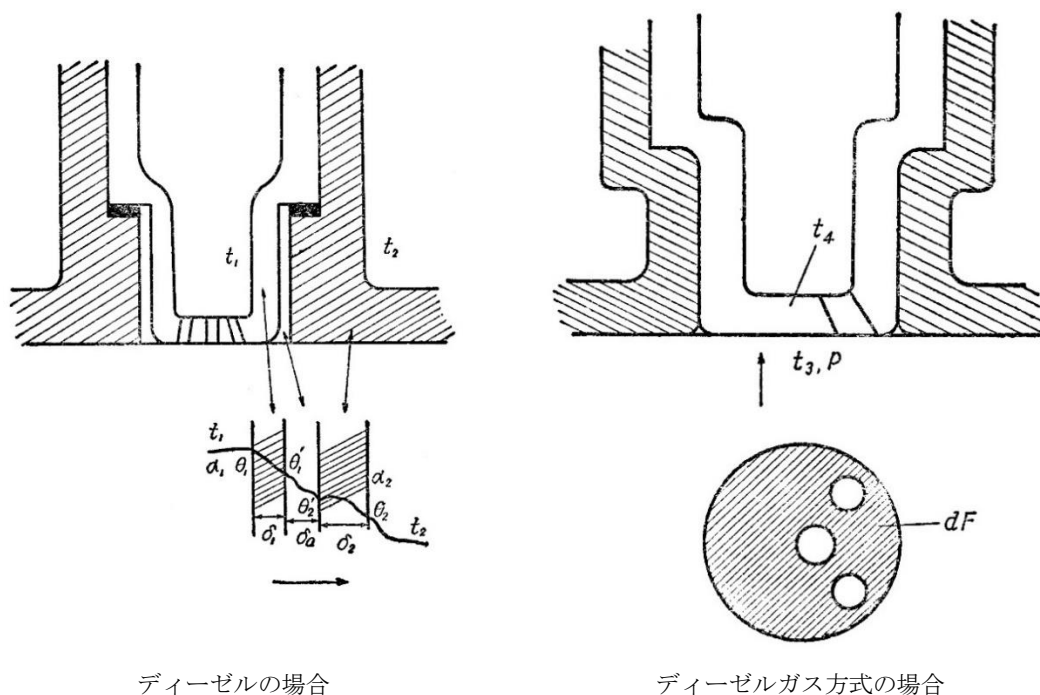
大道寺は供試ガスとして「生産費低廉な木炭發生爐ガス」を用いて各種の台上試験を行っているが、そのアプローチの要点は燃焼室からの熱点排除に置かれていた。これは勿論、熱

¹⁶¹ 大道寺前掲論文、3 頁、より。

点に因る可燃性混合ガスの過早着火を防止するためである。

即ち、副室式高速ディーゼル機関においては副室の一部を敢えて蓄熱器とすることが通例である。例えば、予燃焼室式の場合、その先端部と気筒頭との間に気筒頭への直接的な熱流を妨げる目的で図 4-9 左のような隙間が設定されることがある。

図 4-9 予燃焼室の仕様変更例



ディーゼルの場合

ディーゼルガス方式の場合

大道寺『高速度ディーゼル機関のガス駆動における特異性』8 頁、第 2 圖、10 頁、第 3 圖。

これをディーゼルガス方式に転換する場合、絶縁隙間を排除して横＝気筒頭側への熱流を促進する(図 4-9 右)。これと同時に、総噴孔面積を小さくしてやればハッチングされた伝熱面積 dF の増大に因り縦＝予燃焼室先端部から主燃焼室への熱輻射が助長され、当該部の蓄熱性は低下せしめられるという理屈になる。もっとも、この主張は先に見たドイツにおける実験に対する解釈でもある。

但し、狭小な、それ故に S/V 比の大きな予燃焼室内で 1 次燃焼を惹起せしめるため、予燃焼室式機関においては高い ϵ が設定されている。従って、そのディーゼルガス駆動化においては熱点の排除に加え、主燃焼室内で確実な圧縮着火が確保され得る水準にまで ϵ を切り下げる所作が不可欠であった。勿論、そのままでの再ディーゼル運転には性能上の損失が随伴した。

その着火機構故に総じて低めの ϵ を有する空気室式機関においては、同じくドイツで実験された Lanova 空気室の場合でも MAN 空気室式の場合でも、ディーゼルガス方式実現のためには熱点排除を目的として空気室を一部ないし全部閉塞すると共に、これに因る ϵ

の高上を相殺するような改造が施されねばならなかった。

先に観た通り、ピストン・クラウンに球状の燃焼室を有する MAN の直噴式燃焼室においては直噴機関の一員らしく無改造のまま、かつ効率を損なわぬ形においてディーゼル方式⇔ディーゼルガス方式の転換が可能であるばかりか、特に優れた性能を発揮した。そして、これを渦流室式として分類しつつ相等の命題が池貝渦流蓄熱式機関においても成り立つ事実を示すこと、即ち、その優秀なる適応能力の証明……これこそは、単に時流に乗った結果のように見えぬことも無いが、MAN 球状開放燃焼室を渦流室式に含めようとして止まなかった大道寺その人が実は最も声を大にして叫びたかった本音であり、かつ、本件に係わる実験については大道寺自身が池貝ディーゼル機関を用いて現に行い得たところでもある¹⁶²。

池貝における大道寺の実験は 4HSD10X 型機関(4L-105×140mm)と日燃式乗合自動車用木炭ガス発生炉、フルード型水動力計を以て行われた。機関の諸元は $\varepsilon = 15.5$ 、渦流室容積比 78%、連絡孔面積比 3.86%であった¹⁶³。

噴射系は燃料噴射ポンプが池貝ダブルプランジャ式で、これと $2\phi \times 30^\circ$ のピントル・ノズル、開弁圧 130kg/cm^2 が最適の組合せとされた。この古式床しい池貝式噴射ポンプの構造的側面については旧稿にて紹介しておいた通りであるが、大道寺はその噴射特性について数値データを残してくれている。今となっては珍しいだけのデータであるが、これを表 4-1 として掲げておく¹⁶⁴。

表 4-1 池貝式燃料噴射ポンプの噴射量測定値

¹⁶² この池貝機関については拙稿「陸軍車両用池貝渦流室式高速ディーゼル機関について[訂正版]」、「94 式 6 輪自動貨車(乙)及び池貝 4HSD10X 型ディーゼル機関再論」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載並びに登載予定)にてかなり具体的に取上げておいた。

¹⁶³ 後者においては本機関の圧縮比について、これを 16 とする池貝自動車製造(株)の資料が掲げられている。

¹⁶⁴ 拙稿、「陸軍車両用池貝渦流室式高速ディーゼル機関について[訂正版]」、図 16、参照。

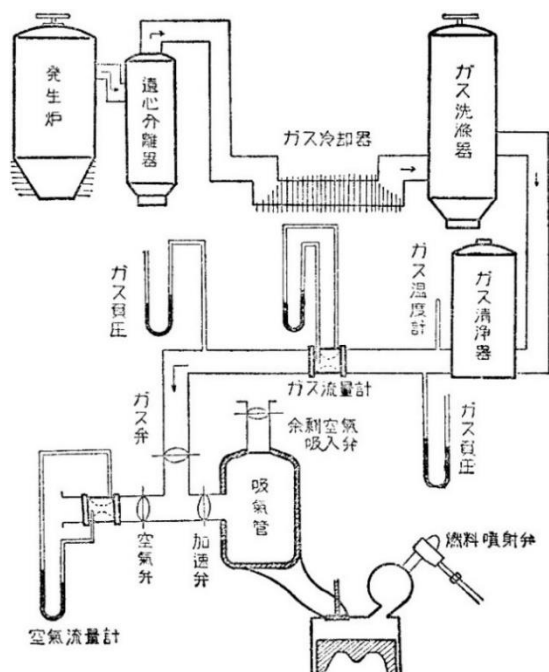
ポンプ 回転数	油量加減程位置 Lsm/m				
	10	8	6	4	2
300	0.0225	0.0147	0.0095	—	—
400	0.0233	0.0171	0.0103	0.0053	—
500	0.0242	0.0180	0.0120	0.0053	—
600	0.0250	0.0175	0.0124	0.0057	—
700	0.0252	0.0180	0.0131	0.0060	測定不能
800	0.0248	0.0184	0.0132	0.0071	"
900	0.0252	0.0184	0.0140	0.0076	"
1000	0.0258	0.0185	0.0141	0.0083	"

噴射壓力 130kg/cm² ; 噴射弁 2φ×30°ピントル型
 噴射管内径 1.8φ×1000 m/m ; 燃料油共販輕油比重
 0.86—20℃ ; Vcc=噴射量 cc/1行程/毎分

同上、46 頁、第 4 表。

燃料は 1941 年 12 月、鳥取に産した木炭と日石 2 号輕油が用いられた。台上試験装置の概要は図 4-10 に示されている。ガス及び空気流量の計測は「日本機械學會制式パイプオリフィス」に依った。消費熱量の計算に当っては燃料の低発熱量について輕油 10300kcal/kg、木炭ガス 1210kcal/Nm³ との仮定が設けられた。

図 4-10 台上試験装置の概要



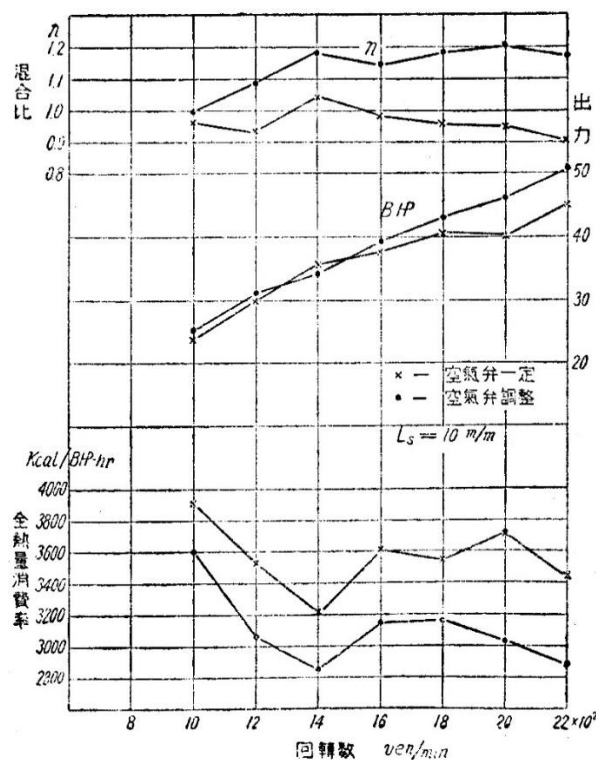
同上、20 頁、第 11 圖。

負荷試験はコントロール・ラックのストロークをフルの 25mm まで(純ディーゼル運転)を基準に、これを 20mm まで、15mm まで、10mm まで、8mm まで、6mm まで、4mm まで、2mm まで、に順次規制し、ガス供給量を引上げて出力や燃料消費率、熱量消費率を測定する段取りで進められた。2mm までというのは事実上、軽油を着火用にのみ噴射するパイロット噴射方式である。

試験成績は全負荷のそれのみが測定された。ディーゼルガス負荷試験の実施要領については明晰な記述を欠くが、噴射ポンプのガバナを殺しておき、先ず純ディーゼル運転で所定のラック位置で運転させ、次に木炭ガスを吸入させながら加速弁、ガス弁、空気弁を調節して各回転数に対応する全負荷出力を求めるという手順が採られたようである。つまり、ディーゼル方式⇔ディーゼルガス方式の転換はいとも簡単円滑であったという命題になる。それはまた、高圧縮比と熱点が付き物の予燃焼室式機関においては到底、実現され得ぬ芸当であった。

なお、ディーゼルガス運転においては空気弁開度一定でガス弁のみを操作するよりも空気弁を適当に操作してやることによりほぼ同一の出力に対して相当良好な全熱量消費率が得られるという事実が確認されている。例によって明晰な解釈は与えられていないが、これはガスの吸入力とポンピングロスとの双方に係わる現象であろう(図 4-11)。

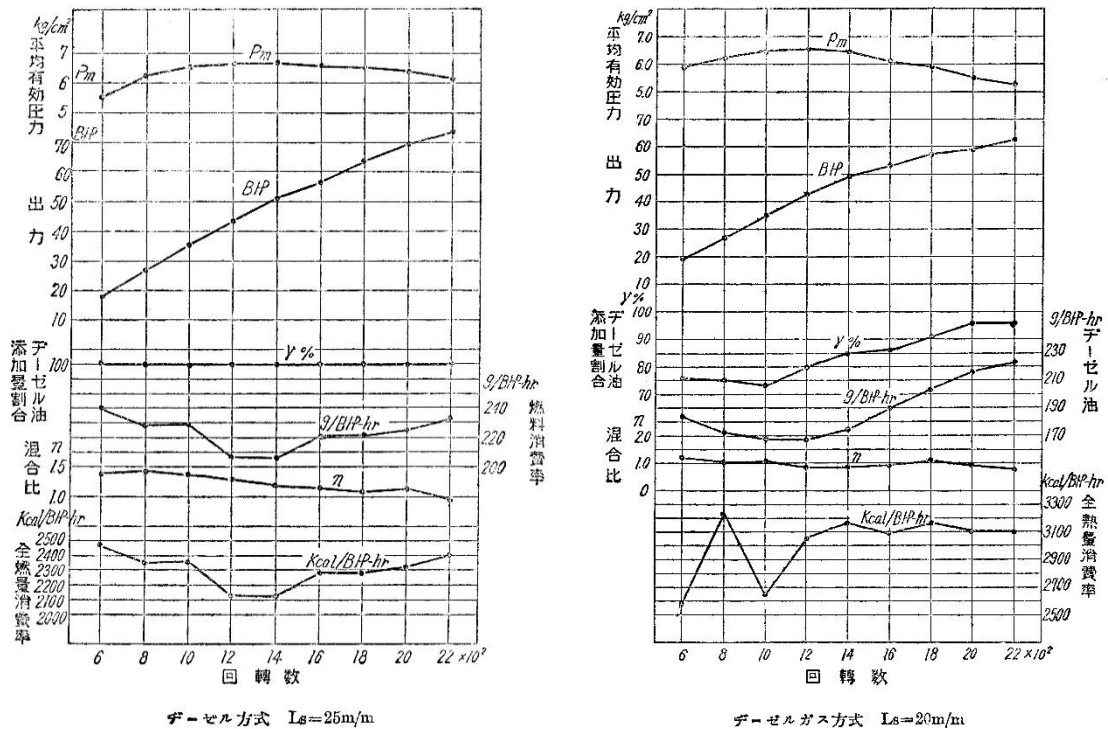
図 4-11 ほぼ同一の全負荷出力を示すディーゼルガス運転における空気弁調整効果



同上、38 頁、第 22 圖。

一連の試験成績は図 4-12~15 に示される通りである。図に見るディーゼル油添加量割合 $\gamma\%$ は純ディーゼル運転における全負荷のコントロール・ラック位置に対応する燃料消費率 $g/BHP\cdot h$ に対するそれぞれのディーゼルガス運転における燃料消費率 $g/BHP\cdot h$ の割合を示し、混合比 n は実際に吸入された空気量の実際に消費された燃油ないし燃油+木炭ガスの燃焼に必要とされる理論空気量に対する割合、換言すれば空気過剰率の逆数を意味する。

図 4-12 ディーゼル運転(ラック $\sim$ 25mm) / ディーゼルガス運転(ラック $\sim$ 20mm)の成績

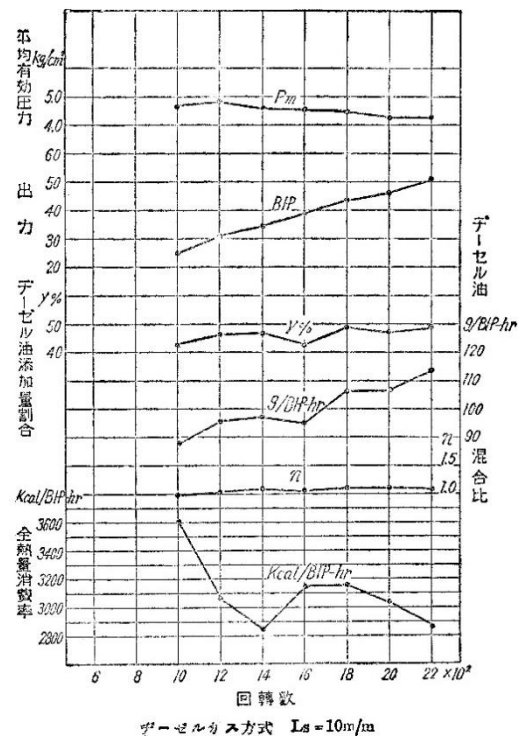
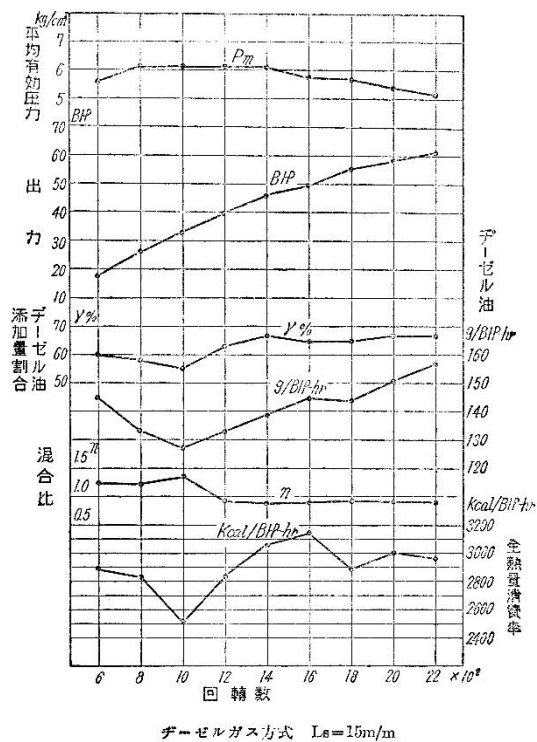


同上、23 頁、第 13 圖、24 頁、第 14 圖。

明らかに、機関性能は燃油噴射量を減じ木炭ガス供給量を増すほどに低下している。とりわけ、発生炉に起因する吸気抵抗のため低回転における熱効率低下が著しい。従って、全負荷運転なら全熱量消費率が最低となる点を渡って行くように燃油添加量を動かしてやれば良いということにもなる。

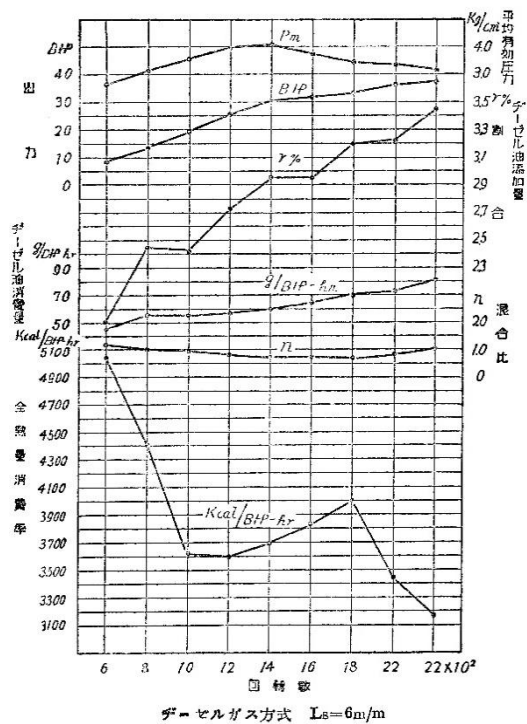
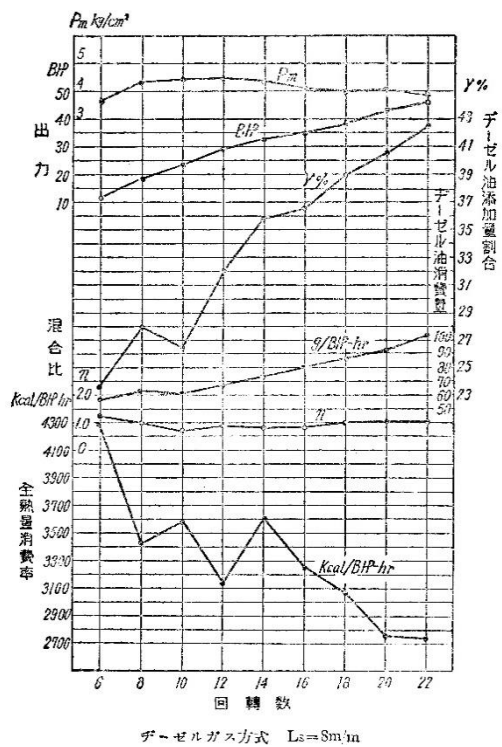
巷間、連続運転においては発生炉内の反応状況が変化するため、ガスの組成が刻々と変化するものと言われていたが、兎にも角にも大道寺に拠る限り観察可能な出力性能上の変化は経験されなかったとのことである。

図 4-13 ディーゼルガス運転(ラック $\sim$ 15mm / $\sim$ 10mm)の成績



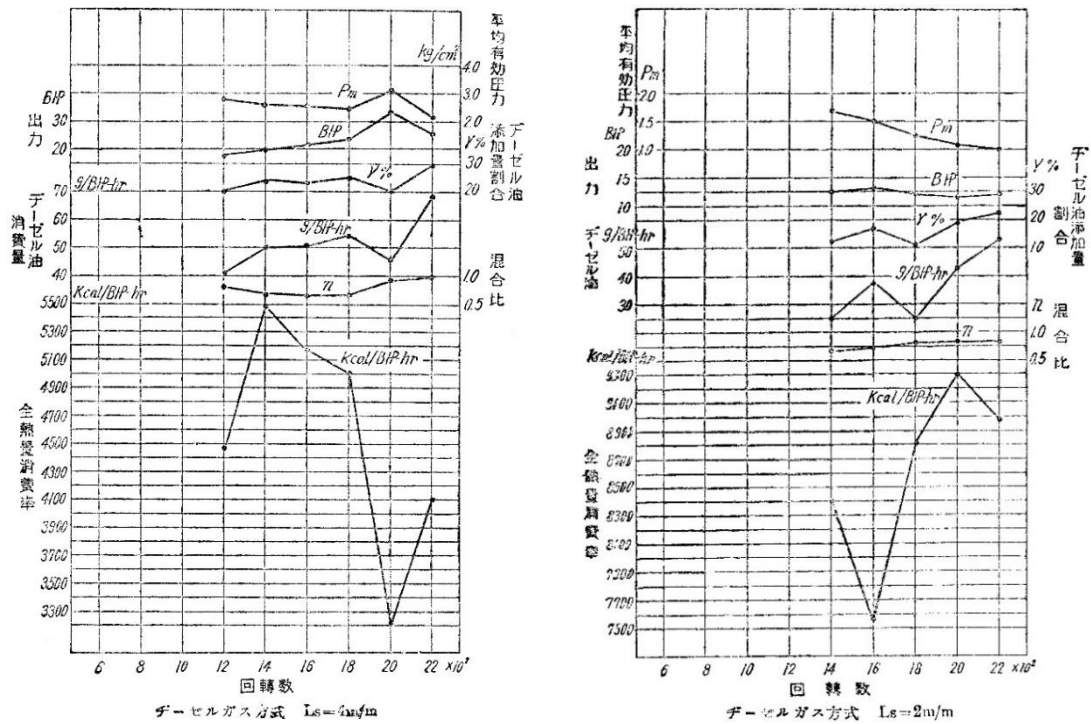
同上、25 頁、第 15 圖、26 頁、第 16 圖。

図 4-14 ディーゼルガス運転(ラック $\sim 8\text{mm}$ / $\sim 6\text{mm}$)の成績



同上、27 頁、第 17 圖、28 頁、第 18 圖。

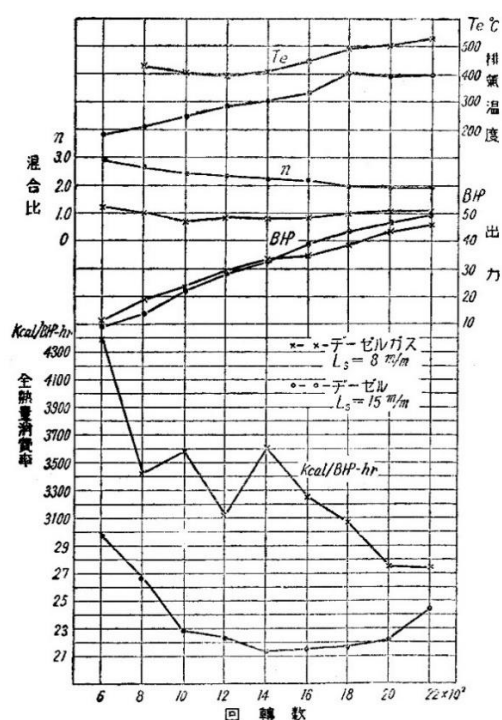
図 4-15 ディーゼルガス運転(ラック $\sim 4\text{mm}$ / $\sim 2\text{mm}$)の成績



同上、29 頁、第 19 圖、30 頁、第 20 圖。

なお、純ディーゼル運転とディーゼルガス運転とでほぼ同一の出力が得られたのは前者におけるコントロール・ラック位置を 15mm までとし、後者におけるそれを 8mm までとした場合であったが、ディーゼルガス運転においては後燃えが著しく、排気温度は高く全熱量消費率は極めて不良であった(図 4-16)。

図 4-16 ほぼ同一の出力特性を示す純ディーゼル運転とディーゼルガス運転



同上、32 頁、第 21 圖。

なお、これ以外にノズルの仕様と出力との関係については $2\phi \cdot 30^\circ$ が $1\phi \cdot 4^\circ$ に比して遥かに大きな出力を与えることが確認された他、ディーゼルガス駆動における噴射圧・ノズル仕様別の混合比 n と排気温度 T_e との関係も測定され、そのデータも掲げられている。これを表 4-2 として引用しておく。

表 4-2 噴射圧・ノズル仕様別の混合比 n と排気温度 T_e との関係

加減 位 置	噴射圧力 噴射弁 型 式	80		100		130		150	
		$2\phi \times 30^\circ$	$1\phi \times 4^\circ$	$2\phi \times 30^\circ$	$1\phi \times 4^\circ$	$2\phi \times 30^\circ$	$1\phi \times 4^\circ$	$2\phi \times 30^\circ$	$1\phi \times 4^\circ$
8	n	0.12	0.65	0.80	0.76	0.83	0.69	0.88	0.99
	T_e	454	418	418	408	396	332	347	390
6	n	0.09	0.56	0.75	0.95	0.97	0.73	0.78	1.08
	T_e	405	398	398	416	352	356	361	372
4	n	0.18	0.67	0.87	0.67	0.70	1.11	0.81	0.86
	T_e	347	382	364	409	348	318	349	350
2	n	0.23	0.68	0.87	0.86	0.92	0.80	0.76	0.79
	T_e	361	370	356	309	370	296	367	338
1	n	—	—	0.74	1.08	0.96	0.90	—	0.75
	T_e	—	—	312	302	378	284	—	334
0.5	n	—	—	0.85	—	—	—	—	0.79
	T_e	—	—	308	—	—	—	—	334

同上、51 頁、第 5 表。

2) 運行試験

部分負荷における試験もロクに済ませぬまま直ちに運行試験へというのも蛮勇の極みであるが、兎にも角にも運行試験は実施されている。もっとも、これについて大道寺は「供試車輛は餘り亂調子で調整に困るやうなことがなく、實用性が十分にあり」などと述べるのみで詳しい記述は一切与えず、表 4-3 を掲げているのみである。

表 4-3 運行試験成績

道路 条件	平 坦 舗 装 路				舗 装 せ ん 道 路			登 坂 路			
運行 距離	大 磯—芳ヶ崎海岸道路				第1日 湯本—箱根—三島— 天城峯 107km 第2日 峯—谷津—小田原— 保土ヶ谷 144.5km			湯本—宮ノ下一小涌谷 9km			
	加減桿 位 置 m/m	速 度 km/hr	ディーゼル 油消費率 l/km	特 記	速 度 km/hr	木 炭 消費率 kg/kg	ディーゼル 油消費率 l/km	加減桿 位 置 m/m	平均時速 km/hr	ディーゼル 油消費率 l/km	特 記
デ ィ ゼ ル ガ ス 方 式	4.4	34.8	0.0362	加減桿位 置移動す "	30~40 40~50 50~54	2.62	0.184	9.9	12.7	0.392	加減桿移 動す "
	4.4	36.2	0.0356			2.64	0.118	11.1	16.4	0.336	
	6.4	47.7	0.0596				0.044 ~0.058	14.9	22.6	0.557	
	8.8	48.4	0.0596				0.020* ~0.049				
	9.9	50.7	0.0885				0.0055** ~0.092				
	11.1	55.7	0.131								
	12.9	62.4	0.154								
備 考	11.1 (デ—ゼ ル)	2.7 (デ—ゼ ル)	0.175 (デ—ゼ ル)		* 1.69~4.15kg/100km に相 當す。 ** 0.46~0.61kg/100km"即 ち M.A.N. 球形燃焼室にて 車輛重量 6.3ton 速度 52.8 km/hr (A.T.Z. 1941.9.198) と同程度)						

同上、34 頁、第 2 表。

3) 分解検査

ディーゼルガス駆動においてはガス体燃料の燃焼が定容的に行われるため、ディーゼル運転時よりも P_{max} が約 10kg/cm^2 高くなり T_{max} 、従って排気温度 T_e も応分、高上する。 T_e の上昇は約 100°C と計測されている。つまり、ディーゼルガス駆動時における燃焼室回りの熱負荷はディーゼル運転時のそれよりも昂進することになる。その反面、ガス体燃料は拡散や燃焼が良好であるため、燃焼室回りへのカーボン堆積はディーゼル運転時よりも軽減される。

約 300 時間のディーゼルガス駆動運転後の分解検査においては、これら正負の諸要因が作用した結果、ピストン隙間、ピストンリング隙間等に何の不都合も観察されなかった。但し、軽油のパイロット噴射量を極度に絞った場合、噴射弁が過熱焼損する事実が確認された。噴射ノズルは燃料に依って内部冷却されていたワケである。

また、予熱栓の焼損例も発覚した。その対策として、予熱栓は撤去して孔を塞ぎ、図 10

に見る「余剰空気吸入弁」からトーチランプの火焰を吹き込み、酷寒時始動補助に供するという皮算用が提示されている。

4) 再確認

大道寺による実験データは、言うまでも無く、データそのものとして尊重されるべきである。数値流体力学でも駆使出来る向きならともかく、それは今更、筆者の如きが再確認するとかしないとかのテーマではない。然しながら、我々の関心はどうしても一連の実験を通じて明るみに出された、と云うよりも、そこで当然の大前提として扱われ、実際的にも不都合を生じなかったことを通じて“真”と扱われた命題、即ち“池貝の渦流蓄熱式機関、少なくとも 4HSD10X 型機関におけるディーゼル方式⇔ディーゼルガス方式の切替は直噴機関、とりわけ MAN の球状開放燃焼室付き直噴機関におけると同様、無改造のままで円滑に行われる”という命題が果して何故に“真”とされ得たのか……平たく言えば、何故、そこから熱点を排除する必要が無かったのか、という点に向けられねばならない。

もっとも、この点についての解答は実の処、旧稿の中で既に用意されていた。「渦流蓄熱式」なる一枚岩的イメージが独歩している感の否めぬ池貝渦流室式高速ディーゼル機関ではあったが、その実態ないし詳細構造は蓄熱のための断熱部の仕様から果てはその有無に至るまで機種毎にかなり異なっていた。そして、ここで問題となる 4HSD10X 型機関における断熱蓄熱部は主燃焼室連絡孔と渦流室との接点から渦方向に 180° ばかり進んだ箇所から渦流方向 60° 程の範囲に設定されていた¹⁶⁵。

この位置は主燃焼室からは相当に奥まっており、ピストンの降下によって吸入されたガス体燃料が吸入行程でここに触れることは一切無く、圧縮行程で接触を生ずるとしても高温壁面からの熱交換は渦速度が速いためガス体燃料の過早着火を惹き起すには至らなかったものと解釈されて良い。

大道寺は「渦流燃焼室付高速度ディーゼル機関では燃焼室の改造、圧縮比の變化を伴はず、圓滑なる、信頼性ある運轉が出来て實用性あることを示している」(31 頁)と述べているが、同じ渦流室式でもその蓄熱部が一世を風靡したコメット系渦流室下半部のホットプラグや'80 年代に一時、流行った“セラミック・プラグ”の如き構造、材料であったとすれば、吸気との接触・熱交換は速やかであり、相対的に低い ε の下においても容易に過早着火を生じていたことであろう。池貝渦流蓄熱式機関 4HSD10X 型はその蓄熱部の“控の間”ないし奥座敷的配置故に無改造のままで極めて優れたディーゼル方式⇔ディーゼルガス切替特性を発揮し得たと考えられる。

3. 鉄道省におけるディーゼルガス運轉とotto 転換実験

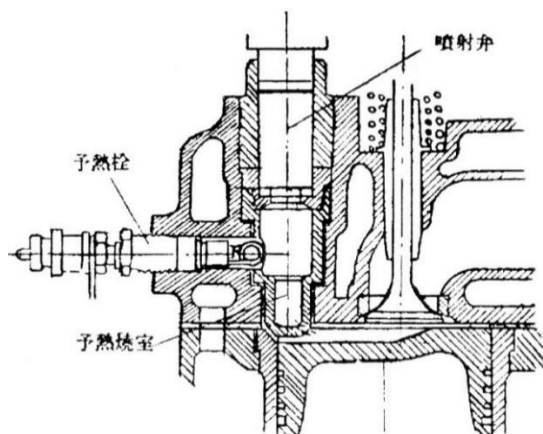
1) パイロット噴射方式に係わる鉄道省の実験

¹⁶⁵ 前掲拙稿「陸軍車両用池貝渦流室式高速ディーゼル機関について[訂正版]」、「94 式 6 輪自動貨車(乙)及び池貝 4HSD10X 型ディーゼル機関再論」、特に後者の図 7、参照。

鉄道省においては鉄道技術研究所と大井工場のスタッフによって液化ガスを用いたディーゼルガス運転や液化ガス、アルコールを燃料とするディーゼル機関のオートー転換に係わる実験が行われた。機関、車体は省営バス用のいすゞDA40 型 5.1ℓ 統制ディーゼル機関及び BX40 型バスであった。DA40 には日本気化器製作所製 ND-1 型気化器と日帝商工社の日帝式液化ガス使用装置が取付けられ、含水アルコールと液化ガス試験に供された。はじめにベンチテストが東京鉄道局大井工場汐溜自動車職場にて実施された¹⁶⁶。

DA40(6-95×120mm)は $\epsilon = 17.5$ で最大出力 85HP/2500rpm.標準出力 55HP/1500rpm.の基本スペックを有していた。また、本機関は乾式予燃焼室を有していたからドイツ流と形容されるべき予燃焼室回りの改造は至って容易であった。逆に言えば、乾式予燃焼室であったからこそ鉄道省如きが単独でかかる実験を為し得たワケである(図 4-17)¹⁶⁷。

図 17 4-DA40 の原型・いすゞ統制型乾式予燃焼室回り



中村・宮田「車輛用ディーゼル機関の代燃化に就て(第1報)」第1図。

以下、論文集より引用。

先ず、試みられたのはパイロット噴射に依る液化ガス・ディーゼル運転である。これは軽油のみを用いて始動し充分暖機後、無負荷 800rpm.相当の軽油を噴射させつつ、徐々にガスの供給を増して行く手法で実施された。

原型予燃焼室ではガスの過早着火を生じ、ディーゼルガス運転への移行は不可能であった。予燃焼室口金部のガスケットを 2 枚重ねにして圧縮比を 15.5 に引き下げても結果は同

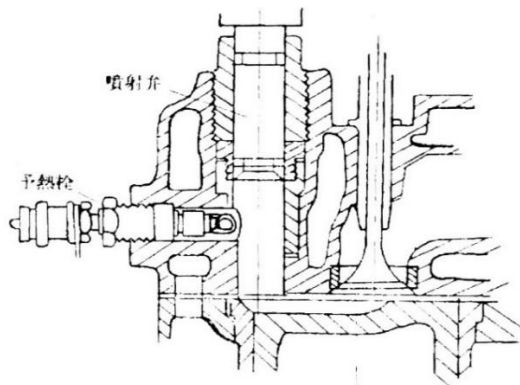
¹⁶⁶ 中村林二郎・宮田康久「車輛用ディーゼル機関の代燃化に就て(第1報)」『日本機械学会誌』第 45 巻 第 307 号、1942 年 10 月、『日本機械学会論文集』第 8 巻 第 33 号、第 2 部、1942 年 11 月、参照。中村は鉄道技術研究所、宮田は大井工場。宮田には「自動車用及び内燃動車に於ける含水アルコール単體運轉に就いて」『内燃機関』58 号、1942 年 6 月、「ディーゼル自動車のアルコール駆動について」『自動車技術協会會報』12 号、1942 年 11 月、中村には「車輛用ガス發生爐の理論」『内燃機関』76 号、1943 年 12 月、といった発表論文もある。

¹⁶⁷ 乾式、湿式予燃焼室を巡る問題については拙著『日本のディーゼル自動車』364~366 頁、参照。

じであった。

予燃焼室口金を撤去し、内部をストレートに成形した予燃焼室に挿し替え、 $\epsilon = 16.0$ としたところ、ディーゼルガス運転への移行が可能となった(図 4-18)。しかし、その出力は 18.8HP/800rpm.→28.8HP/1000rpm.→38HP/1200rpm.→35.8HP/1500rpm.と推移し、それ以上に回して負荷してもノックが激甚化し出力は低下するばかりであった。また、アルコールを吸入させると回転数は却って落込んだ。ガスケットを 2 重にして $\epsilon = 14$ に下げたところ、起動は不能に陥った。

図 4-18 内部をストレート化した挿し替え予燃焼室

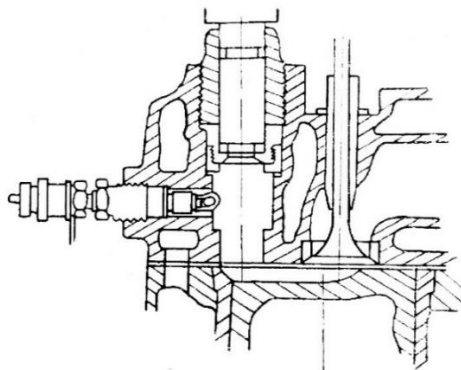


同上、第 2 図(a)。

一部に描き損じあり。

引続き、内部を段付きに^{まぐ}抉った挿し替え予燃焼室に変更し、 $\epsilon = 13.5$ としたところ、これも起動不能となった(図 4-19)。

図 4-19 内部を抉った挿し替え予燃焼室



同上、第 2 図(b)。

パイロット噴射に依るディーゼルガス運転においては圧縮比の設定がオットー燃料のノック限界(燃料オクタン価)とディーゼル燃料の着火限界(燃料セタン価)という相反する制約条件

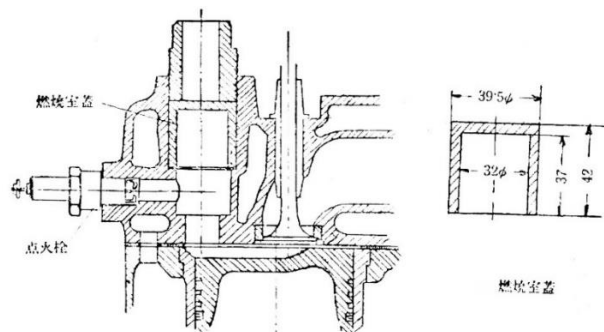
の狭間で為されなければならない。その板挟みの下で好適な組み合わせを見出すことがブレイクスルーとなるが、かように好都合な組み合わせを早急に見出すことは困難であると判断されたため、このディーゼルガス運転実験は以上の諸点を確認したところで打ち止めとされた。

2) 電気点火=オットー転換に係わる鉄道省の実験

ディーゼルガス運転実験の不首尾を承け、液化ガスないしアルコールによる電気点火運転、即ちディーゼル機関のオットー化が試みられた。この実験は予燃焼室の改造という点でディーゼルガス運転の次段階に位置付けられ、記述されてもいるが、ベース機関を DA40 とするだけに、むしろ現物は前章に観たディーゼル自工いすゞのガス体燃料機関 EB10 型と同一線上に位置する改造機関であった¹⁶⁸。

気筒頭の改造を最小限に止めるため、予燃焼室を撤去し、ノズルホルダの位置にキャップを落とし込むことで圧縮比は引下げられ、その下限は EB10 のそれと似たり寄ったりの 8 であった。もっとも、本実験での圧縮比は 10(ガスケット 2 枚)と 11(同 1 枚)に設定された。かような場合、高い圧縮比と熱損失の多い燃焼室形状が機関熱効率に相反する影響を及ぼすものと考えられた(図 4-20)。

図 4-20 予燃焼室を撤去し、内部に蓋を嵌め込まれ、点火プラグを装備された気筒頭



同上、第 4 図。

点火プラグと点火コイルは Bosch、噴射ポンプの定位置に取付けられた配電器は日立のニッサン車用であったが、ボッシュの点火プラグとグロープラグとではネジが同一であったため、前者は後者の元位置に簡単に収められた。

気化器は液化ガス気化装置と直列に装備された。アルコールはガソリンに比して低い発熱量と高い粘度を有することに鑑み、気化器のメインジェット並びにニードルジェットは流量の大きなものに変更されていた。また、吸気マニフールド内部、中央には混合器分配を均一化させるためのバッフルが設けられ、そのチューニングが行われた。また、アルコールの気化促進のため、気化器に吸入される空気は排気マニフールドとの間で熱交換され

¹⁶⁸ 本稿第 3 章、参照。

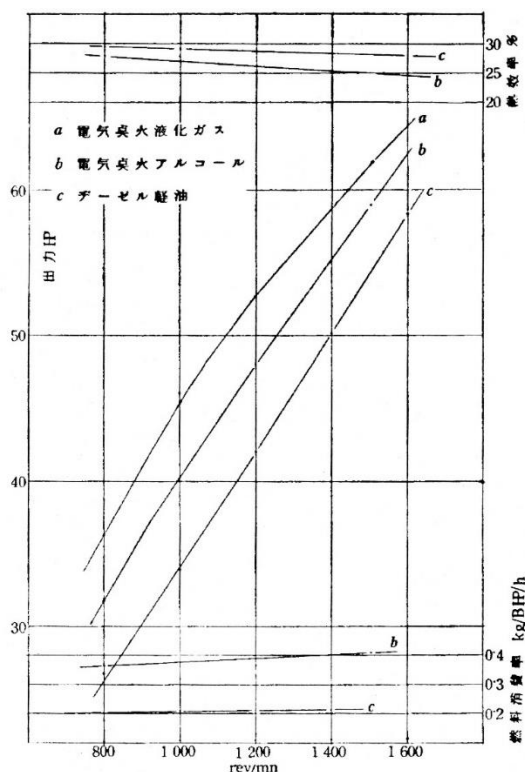
80~120℃に予熱されるよう仕向けられた。

弁開閉時期は逆火を恐れ、当初、弁隙間を増してオーバーラップが減少するように作為された。弁隙間を拡大すれば弁啓開時期は遅延せしめられ、同閉塞時期は早められることになり、機関の特性は自動車用より耕耘機用に近いそれとなる。これは自動車教習所のマニュアル教習車の機関にもしばしば施されている作為である。

然しながら、部品の損傷を慮って試しにオリジナルに戻してみても逆火のようなトラブルは発生しなかった。これはバッフルに依る適正な混合器分配と吸気予熱との効果であると共に、アルコールが希薄混合気でも良好な着火性を有することの帰結であると認められた。

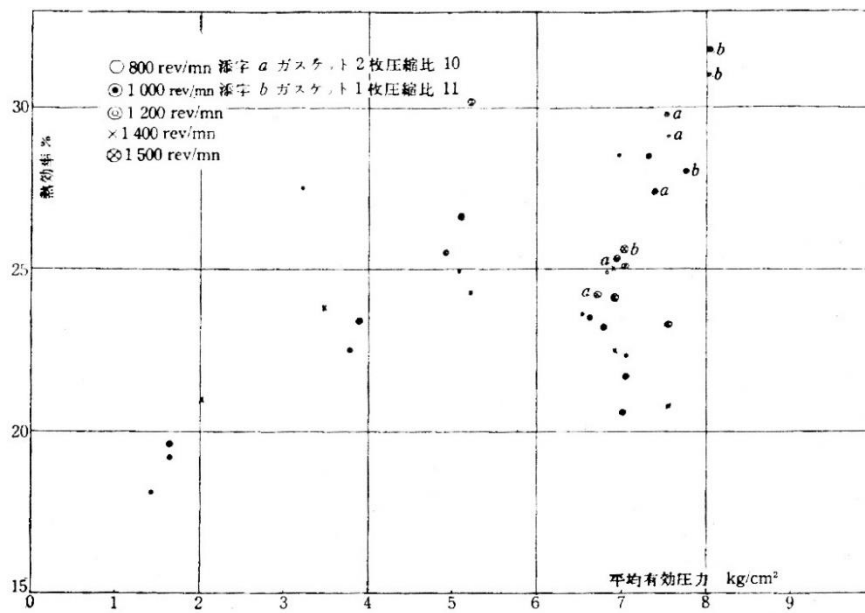
ベンチでのアルコール運転はアルコール混入ガソリンで起動・暖機後、1分弱でアルコールに切替える方式で実施された。試験された回転域において出力は液化ガスを用いた場合の方が若干大きかった。この回転域でのオートー・アルコール運転における出力はディーゼルの標準出力に14%優り、熱効率は当然ながら10%程度劣っていた(図4-21~23)。また、 $\epsilon = 10.5$ 辺りに実用的な最適点があるのではないかと推定された。

図 4-21 各種運転法における出力と燃料消費率



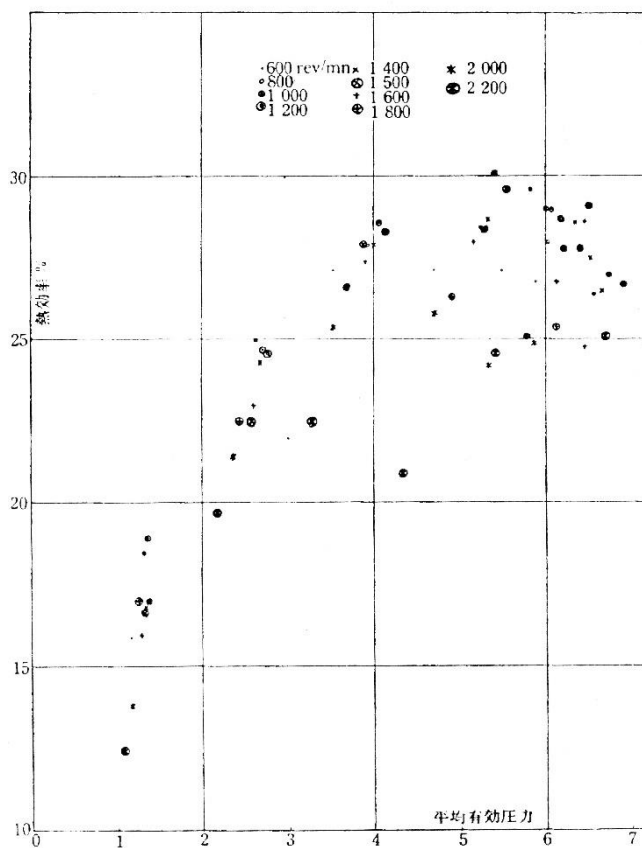
同上、第15図。

図 4-22 オットー・アルコール運転における熱効率と正味平均有効圧



同上、第 16 図。

図 4-23 ディーゼル運転における熱効率と正味平均有効圧(参考)



同上、第 17 図。

車体に載せた運行試験(予備試験と本試験)と定地試験(登坂試験と加速試験)は東京鉄道局工作部に依って'42年6月に実施された。これにはアルコールのみが供され、ガソリン車に近い性能が確認された。表4-4には本運行試験成績が総括されている。もっとも、アルコールは当時、不足気味となっており、アルコール混用法も挫折した位であったから、この方式にメリットやさしたる将来性のあろう筈は無かった。実験報告はこの「第1報」のみで終っており、執筆者の意欲にも拘らず、発生炉ガス等、他の代用燃料に係わる実験は遂に為されなかったようである。

表4-4 本運行試験成績

試験期日 6月18日		天候 18日曇後雨		積載重量 2 035 kg (乗員 17 名、死荷重 1 100 kg)								
車輛番号 DB 13012		機関番号 DA 40-82		供試燃料含水アルコール (純度 90%)								
測定地名	累計料 km	區間料 km	運 轉 時 刻 時 分	區間時分 mn	平均 速度 km/h	燃料消費量		冷却水 溫度 ℃	混合気 溫度 ℃	吸入 空気 溫度 ℃	外気 溫度 ℃	記 事
						區 間 l	耗當り l/km					
東京驛前	0.0		発 前 9 10 着 前 9 26	15				63	15	64	26.0	
北 品 川	7.5	7.5		9 26 10 12	(16) 46	30.0 33.0	3.30 11.10	0.440 0.439	78	15	83	25.5
保 土 谷	32.8	25.3	10 22 11 11.5	49.5	42.6	14.50	0.412	84	9	81	26.5	
大 磯	68.0	35.2	11 25 11 45	22	39.8	5.12	0.350	84	15	81	25.0	
小 田 原	82.6	14.6	11 45 1 00	9	36.0	2.45	0.454	84	9	81	26.5	晝 食
湯本(三枚橋)	88.0	5.4	着 前 1 09 着 前 1 15	50 (61)	13.2	16.47	1.495	84	3.5	97	28.0	高速針弁を 1 回轉開く
元箱根(旧道 終点)	99.0	11.0	着 前 2 16 着 前 2 18	46 (75)	26.0	6.22	0.312	84	5	87	21.0	箱根頂上休憩
三 島	118.9	19.9	着 前 3 33 着 前 3 49	56 (104)	20.5	17.20	0.915	74	5	69	24.0	予備車 燃料補給
日 金 山 頂	137.7	18.8	着 前 5 33 着 前 5 35.5	30	18.0	2.75	0.306	89	11	89	19.0	
熱 海	146.7	9.0	着 前 6 05.5					77	15	100	22.5	
小 計 平 均	146.7			323.5	27.2	79.11	0.540					
熱 海	0.0											
小 田 原	25.2	25.2	発 前 9 32 着 前 10 29	56 (57)	27.0	12.40	0.492	38	13	48	26.5	
大 磯	40.1	14.9	10 29 10 55.5	19.5 (26.5)	45.8	6.40	0.430	70	17	77	27.0	
保 土 谷	78.2	38.1	11 03 2 08	57.5 (185.0)	39.8	13.40	0.352	80	19	64	27.0	晝食並に 加速試験
北 品 川	103.2	25.0	着 前 2 22.5 着 前 2 11	48 (48.5)	31.2	8.60	0.344	76	11	73	27.0	
小 計 平 均	103.2			181.0	34.2	40.80	0.395	86	15	83	28.5	
総 計 平 均	249.9			504.5	29.7	119.91	0.480					

區間時分()は途中停止時分を含む

同上、第5表。

4. ディーゼル自動車工業(いすゞ)におけるディーゼルガス駆動：実験と実践

1) パイロット噴射方式に係わる伊藤正男氏に依る実験

ディーゼル自工におけるパイロット噴射方式に係わる実験と実践の輪郭については旧著で若干言及しておいたが、本節ではこれを伊藤正男氏の実験報告論文に依拠しつつ、体系的に

紹介する。この伊藤論文は日本ディーゼル自動車普及会主催の技術研究会(1948年5月)における伊藤氏の報告を元にした文章であり、当該報告はこの研究会に対する総括と提言を行ったGHQ(CTS)のJ.,D., ショッター氏から「特にいすゞ自動車の伊藤氏の油にかんする話が、これが私にとりましては最も興味深く、かつ最も重要な問題だと考えております。……中略……伊藤氏は日本の領土内で求められる油というものに触れられましたが非常に興味をもつて傾聴致しました」と特段の言及を呈されたものである。但し、本章で取上げられるのは、行論の都合上、当然ながら油そのものではなく、ガス体燃料を用いてパイロット着火燃料たる軽油を節約する技術である¹⁶⁹。

パイロット噴射方式に係わる試験に供されたベース燃料の種別と性状は表 4-5 の通りである。

表 4-5 パイロット噴射方式実験の供試燃料

都市ガス	CO : 7~10%, CH ₄ : 20~30%, H ₂ : 50~55% 低発熱量 3500~4200kcal/m ³ , 理論混合気低発熱量 807kcal/m ³
湿式木炭ガス	CO : 28%, H ₂ : 11% 低発熱量 1130 kcal/m ³ , 理論混合気低発熱量 620 kcal/m ³
液化ガス(三菱石油川崎製油所) 日帝式 IT 型液化ガス装置 ¹⁷⁰	エタン/エチレン : 2.08%, プロパン : 33.7%, プロピレン : 27.2% 低発熱量 : 10,950 kcal/m ³ , 理論混合気低発熱量 : 800 kcal/m ³ ,
エタノール	気化器方式に依る

伊藤「各種燃料による、いすゞディーゼル機関の試験成績について」第2表及び本文、より。

2) 都市ガスによるディーゼルガス駆動実験

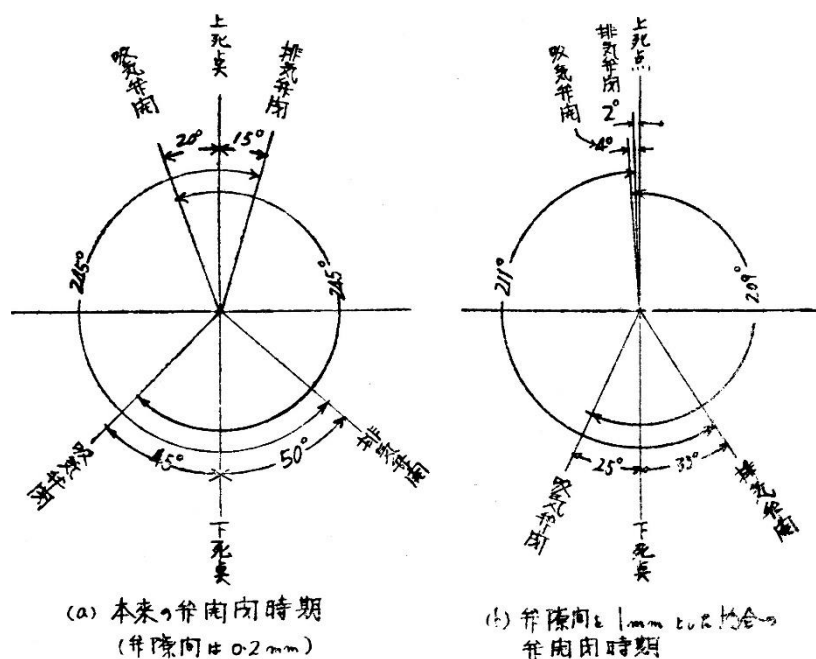
陸軍統制 5.1ℓディーゼル DA43 型予燃焼室式機関(6-95×120mm, 85HP/2500rpm.)のεは無改造状態では 17.5。その吸気多岐管には簡単なガス混合器が取付けられた。ディーゼルガス駆動においては鉄道省での手法と同じく、弁隙間が標準の 0.2mm のままでは逆火を生じた。これは熱点に因る過早着火のために生じた現象であろう。このため、弁隙間は順次拡大された(図 4-24)。

図 4-24 DA43 型における弁開閉時期：弁隙間 0.2mm と 1mm の場合

¹⁶⁹ 伊藤正男「各種燃料による、いすゞディーゼル機関の試験成績について」日本ディーゼル自動車普及会『ディーゼル自動車機関の研究』1950年、所収、『伊藤正男 トップエンジニアと仲間たち』3及び152頁、参照。

なお、実験の梗概についてはいすゞ自動車(株)特許・技術情報部『いすゞディーゼル技術50年史』1987年、108~111頁にも伊藤氏ご自身の筆によって紹介されているが、その記述は紙幅制限のためか簡略に過ぎる体裁となっている。

¹⁷⁰ 日帝商工社製をはじめとする液化ガス使用装置については清水甲三『自動車及各種代燃車』342~345頁、参照。



伊藤「各種燃料による、いすゞディーゼル機関の試験成績について」第 13 図。

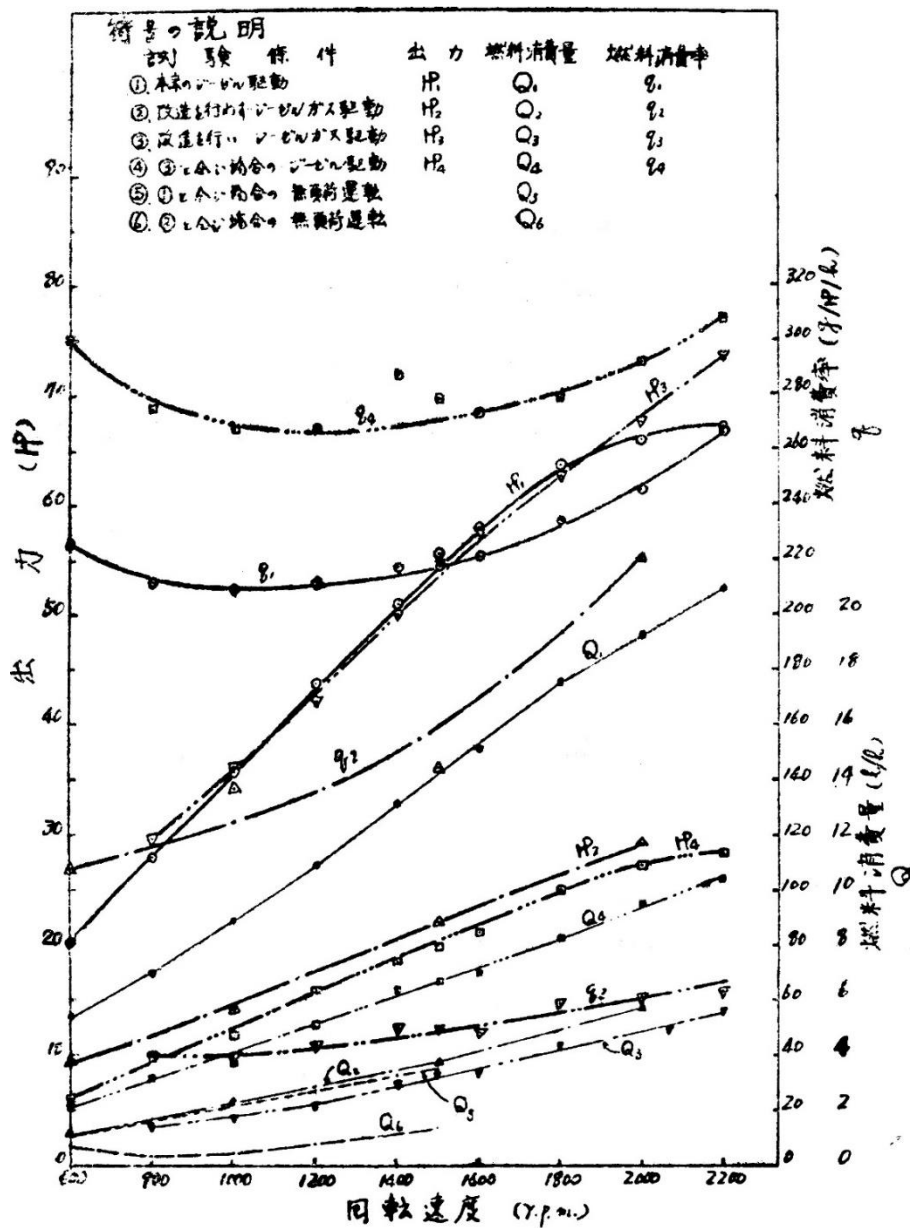
図 4-25、 Q_5 、 Q_6 に示される通り、無負荷運転における軽油消費量は軽油のみに依る駆動に比して 600rpm. にて 57%、1000rpm. にて 20%、1500rpm. にて 38% となった。しかし、 IP_1 、 IP_2 に示される通り、負荷試験におけるディーゼルガス駆動の最大出力は 2000rpm. において軽油運転の約 45% に過ぎなかった。しかも、この負荷試験においては逆火とノックが甚だしかった。

そこで、予燃焼室の尖端を切除して ε を 14 に低下させて試験した結果、出力 IP_3 はオリジナルの軽油運転 IP_1 とほぼ同等、軽油消費量 q_3 (判り辛いが一番下の q) は q_1 の 18~25% となった。 ε の切下げと熱点の排除のお蔭である。また、弁隙間が順次拡大せしめられたのは実はこの間においてであり、最終的にその値は吸気 1mm、排気 1.3mm で落ち着いている。また、遅い燃焼速度をカバーするため、噴射時期は正規より 15° 進められ、最大進角は 32° BTDC に設定された。

同類中の最下位に位置する IP_4 と同じく最上位に位置する q_4 とは勿論、低 ε のディーゼル駆動時における低い出力(正規の約 42%)と劣悪な熱効率を顕示する曲線となっている。この点、統制型いすゞ予燃焼室は直噴機関や池貝渦流蓄熱式 4HSD10X 型機関よりも融通性に欠けること夥しかった。

もっとも、左様な融通性が当時のこの国においてどれ程一般的に希求され、かつ、この国にそれを十全に活かす発生炉技術やガス体燃料供給インフラが整備されていたのかについては自ずと別の問題である。

図 4-25 都市ガスに依るディーゼルガス運転成績



同上、第 12 図。

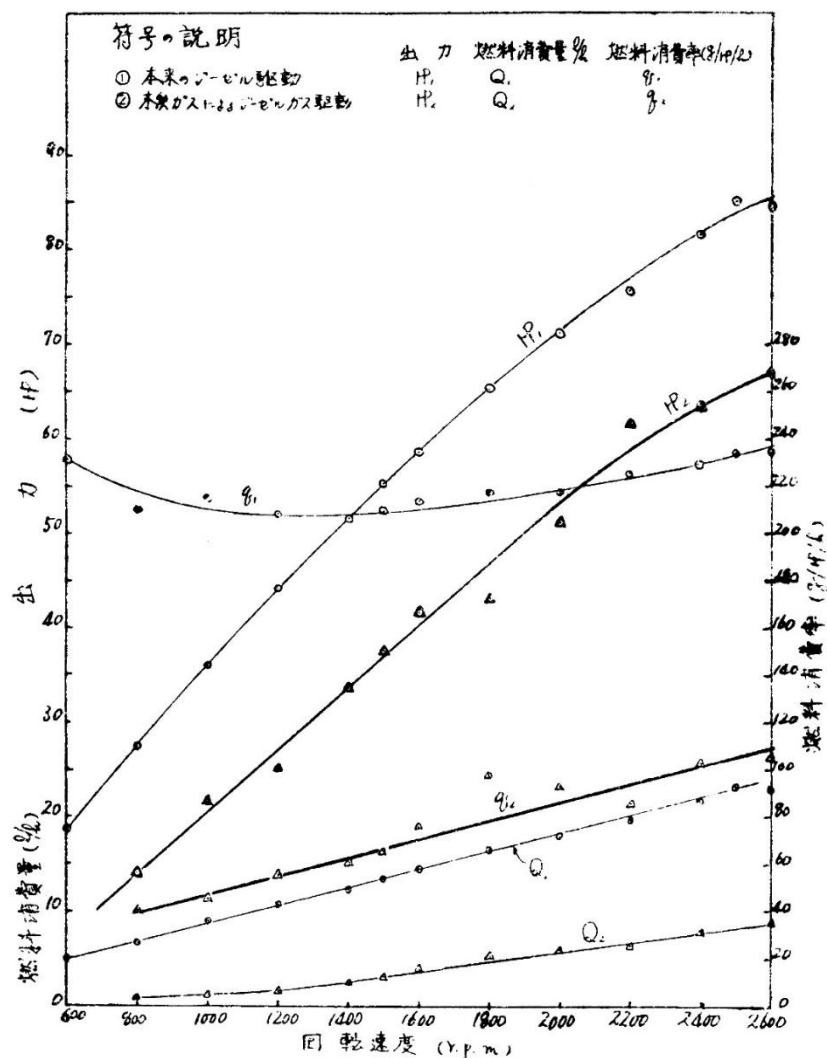
なお、そのこととは別に、DA43 型におけるこのほとんど何の取り柄も無さそうに見えた伊藤氏に依る都市ガスに依るディーゼルガス駆動方式実験はいすゞのエンジン製造工場における摺合わせ(無負荷)運転用に産業技術として立派に活かされ、石油資源逼迫の情勢下、当該工程における「軽油の使用量を 75%節約することができた」。それは確かに“稽古場代燃”に類する行為ではあったが、決して畳水練に終りはせず、ひとかどの産業技術となり^{おお}遂げたワケである。

3) 木炭ガスによるディーゼルガス駆動実験

木炭ガスによる運転に際して DA43 型機関には様々な改造が試みられた。しかし、最終的には無改造機関を以て最も良好な性能が得られる事実が判明した。木炭ガスはアンチノック性が高く逆火も起こし難い上、その低い発熱量故に予燃焼室噴孔周りに熱点を形成する憂いも無いため、本来の ε のままでの運転が可能であった。

試験結果は図 4-26 に示される通りで、軽油消費率は本来のディーゼル(軽油)駆動に比して 18~45% となったものの、最大出力は約 80% と判明した。発生炉の通風や装置全体の流動損失に起因する低い体積効率と木炭ガスの低い発熱量がこの低位の動力性能の根本要因であった。運行試験における軽油消費量はディーゼル駆動時の約 40%、木炭消費も木炭自動車の約 40% であった。

図 4-26 木炭ガスによるディーゼルガス運転成績



同上、第 14 図。

本実験はしかし、発生炉ガスに依るディーゼルガス駆動運転の実行可能性を確認すると

いうレベルに終始した。既に観た通り、代燃用木炭は元々、不足気味となっていたし、家庭用木炭にはその本来の用途があったから、ディーゼル代燃用燃料として木炭を供するという行為に現実的な意味は乏しくなっていた。

4) エタノールを用いたディーゼルガス駆動実験

本実験はメインジェット径を拡大したいすゞ4.4ℓ 商工省標準形式自動車系ガソリン機関 (SV, 6-90×115mm) 用気化器を DA43 型ディーゼル機関の吸気多岐管にただ取付け、エタノールと空気との混合気を気筒に吸入・圧縮せしめ、軽油のパイロット噴射に依ってこれを着火させるディーゼルガス駆動実験である¹⁷¹。

1500rpm.時の出力はディーゼル駆動時の約 90%、軽油消費率は 115g・HP・h、エタノール消費率は 149g/HP・h であったが、運転中、気筒頭ガスケットに焼損を来している。これは混合気の気化不良ならびに分配の不均一に起因する事故であると解釈された。逆に表現すれば余り本気の実験項目ではなかったということである。

5) 液化ガスによるディーゼルガス駆動実験

本実験はプロパン主体の液化ガスと日帝商工社製 TI 型液化ガス使用装置を用いたディーゼルガス駆動実験である。先に観た鉄道省での実験に最も良く重なるのがこれである。機関の改造要領は都市ガスによるディーゼルガス駆動実験の場合と同様、予燃焼室先端の切除に依る ε の切下げと熱点排除であった。実験によって得られた出力は本来の軽油駆動の場合とほぼ同等で、軽油消費量はその 20~35% であった。しかし、運転状態はノックが酷く混合気濃度に対して敏感であり、気筒頭ガスケットの焼損も発生した。 ε を 10 に引下げてみたが着火不能となった。

以上、ディーゼル自動車工業(いすゞ)においては伊藤正男氏の手でパイロット噴射方式に係わる様々な試行が為されたものの、現実には産業技術としての成立へと至ったのは都市ガスに依る無負荷の摺合わせ運転のみであった。しかし、それは所与の社会インフラと予燃焼室式に固有の問題点とを巧みに妥協させた、当時のこの国においては唯一、到達可能な意味のある解に他ならなかった。

5. 発動機製造(ダイハツ)における据付用ディーゼルガス駆動機関

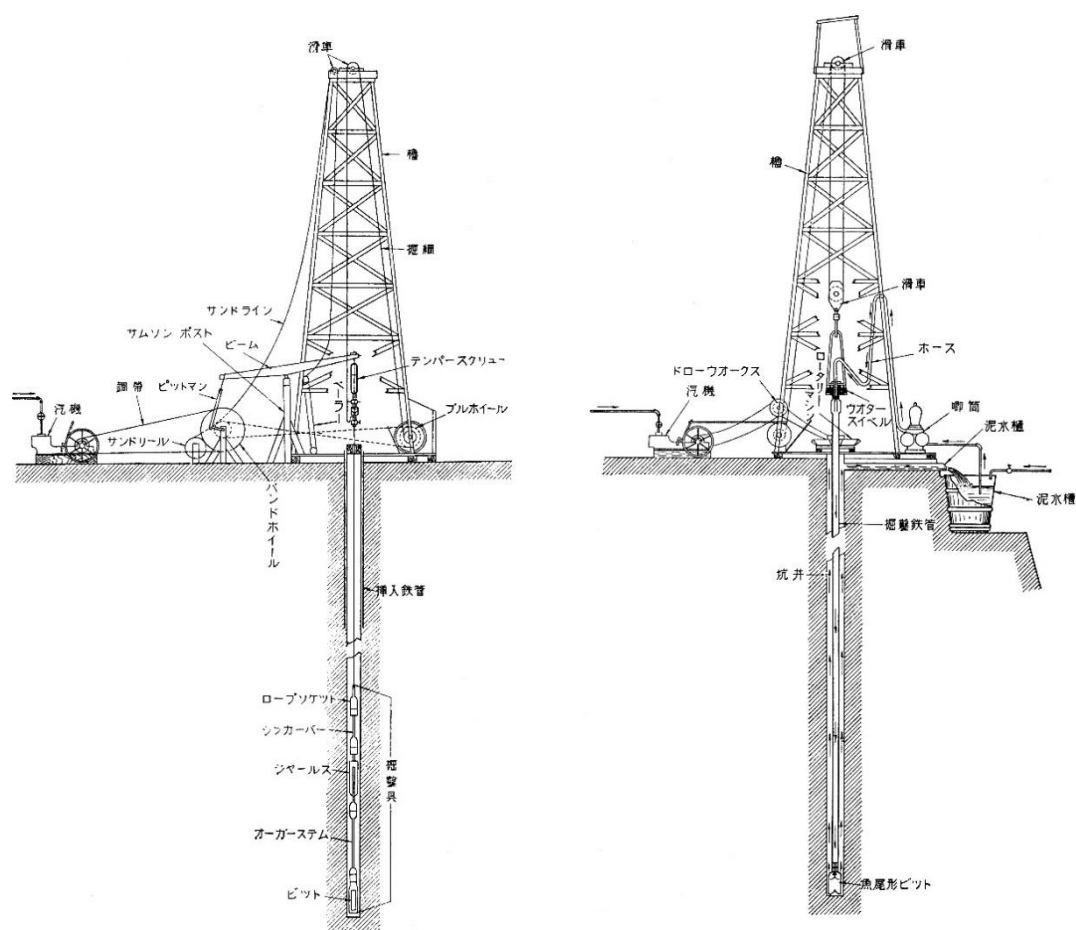
最後に、直接の自動車用というワケではないが、自動車用代用燃料としても一部実用された天然ガスのガス田掘鑿用原動機として効能を発揮した天然ガス併用ディーゼルないしディーゼルガス運転法に係わる国産技術に触れておくことにしよう。その主役はオート三輪メーカーとしても知られた発動機製造(株)(現・ダイハツ工業(株))である。

¹⁷¹ 1936 年 4 月以降、標準車系ガソリン機関の気化器としては日本気化器製 ND-133 型、同 ND-1 型及び Carter の WI-346S 型が使用されていた。因って、原表記だけでは気化器の具体的機種を特定することが出来ない。

天然ガスは単独でも天然ガス田という形で存在するが、油田に天然ガス田が付帯し、謂わば石油開発の副産物として天然ガスが得られる場合も多い。この天然ガスは当初、副産物どころか産業廃棄物として捨て置かれたが、やがてアメリカにおいて大規模パイプラインを敷設し、これを都市ガスとして供給する事業がカリフォルニア油田→サンフランシスコ、テキサス油田→シカゴといった格好で勃興した。

資源小国である我国においても新潟県西山高町油田→柏崎町、新潟県大面油田→長岡市・新潟市といった天然ガスの供給事業例を生じ、台湾錦水油田地域でもその事業化が進められていた¹⁷²。

図 4-27 機械化された石油掘鑿法の例



網掘装置(上下打撃)

水圧回旋掘装置(回転)

燃料協会『實用燃料便覧』263 頁、第三十六圖、265 頁、第三十七圖。

これを油田開鑿の場において先取りし、掘鑿用原動機の燃料として水際で最初に活用しようというのが此処に謂う天然ガス併用ディーゼルである。即ち、図 4-27 に描かれている

¹⁷² 燃料協会編纂『實用燃料便覧』丸善、1932 年、270、272 頁、参照。

蒸気機関をディーゼル機関に置換え、当初はディーゼル機関として液体燃料でこれを駆動し、天然ガスの噴出が始まればこれをディーゼルガス駆動に切替えるというアイデアである。

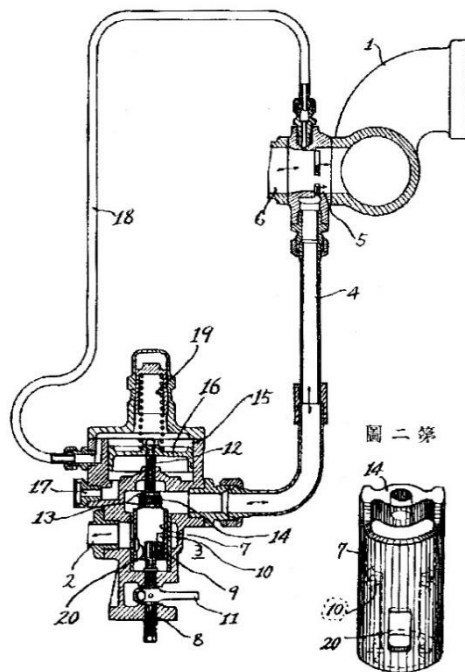
似たようなアプローチがヘッセルマン機関を以て実行されていた件については既に論じておいた。ディーゼルガス駆動は謂わばその相棒として位置付けられるような技術ではあるが、ヘッセルマンなどより遥かに大きな幹へと育ち、ディーゼル・ベースの中~大形天然ガス機関と言えはこのパイロット噴射ディーゼルガス駆動方式のそれを意味するほど定番化し、脱・代燃技術と化している¹⁷³。

発動機製造による据付用「複速度瓦斯機関」ないし「變速度機関」に係わる特許は 1941 年 11 月 1 日に昭和十六年特許出願公告第五八一六號として公開された。特許番号は第一四八六二七號で、発明者は小泉 清、特許権者は発動機製造(株)となっており、出願は同年 6 月 13 日に為されており、翌'42 年 2 月 25 日を以て特許が認められた。その請求範囲はガス供給の加減に依る定速回転と設定回転数自体の複数化とが可能な押込みガス機関であった。とは言え、その要点は図 4-28 に示されるガス調節弁と呼ばれる比較的シンプルな制御機構にあった。

図 4-28 発動機製造(株)の可変速ガス機関の制御機構

¹⁷³ ヘッセルマン機関については拙稿「多燃料発動機の時代と日本」、アメリカの天然ガス機関の一端については川上茂三・中原盛夫「LSV トライヒューエルエンジン(1),(2)」『内燃機関』Vol.6 No.62, 1967 年 8, 9 月(神鋼・Cooper-Bessemer 電気着火ガス/パイロット噴射ディーゼルガス/純ディーゼル機関)、西川隆史・布施仁志「ガスエンジンとその利用システム」同、Vol.21 No.270 1982 年 10 月(ウォークシャ・ガス機関の概要と適用例)、拙稿「東芝 DD12 1 とその時代——復興期の試製的汎用ディーゼル電気機関車——」(ウォークシャ、クーパーベッセマー・ディーゼルガス機関、「補論」：大阪市立大学学術機関リポジトリ掲載)、参照。

圖一第



- | | | | | | | |
|---------|---------|---------|--------|-------------|---------|---------|
| 1 機関吸気管 | 2 ガス給管 | 3 ガス調節弁 | 4 管 | 5 Venturi 管 | 6 空清器より | 7 調節弁体 |
| 8 回転軸 | 9 キー | 10 キー溝 | 11 旋回腕 | 12 ピストン棒 | 13 ワッシャ | 14 弁体の柄 |
| 15 シリンダ | 16 ピストン | 17 通気孔 | 18 管 | 19 調節バネ | 20 弁開口部 | |

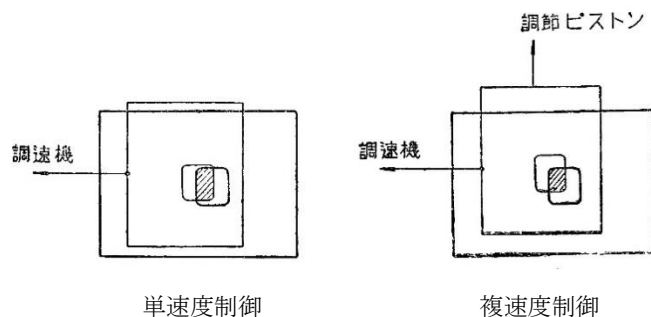
特許公告ならびに特許明細より。呼称は一部変更。

回転とスライドを行うガス調節弁は旋回腕 11 によって遠心式调速機と連動の上、8 を軸として旋回せしめられると共に、吸入負圧を検出するピストン 16 によって軸方向にシフトせしめられる。定速運転に際しては回転上昇と共に通常の据付機関のようにガバナの作用に起因する弁の旋回に依ってガス調節弁の開口面積が絞られ、逆は逆となる。

他方、調節バネ 19 によるプリロードが適当に設定されておれば、ガバナにおける速度設定の加減に応じて適度な吸入負圧に応じたピストン位置、従ってガス調節弁高さが選ばれ、適正なガス調節弁開口面積、従って正しい空燃比が自ずと得られる。

通常のガバナのみに依る発電用等の単速度制御の場合と比較した複速度制御の論理は発明者にして發動機製造の設計次長であった小泉自身が解り易く図解してくれている(図 4-29)。

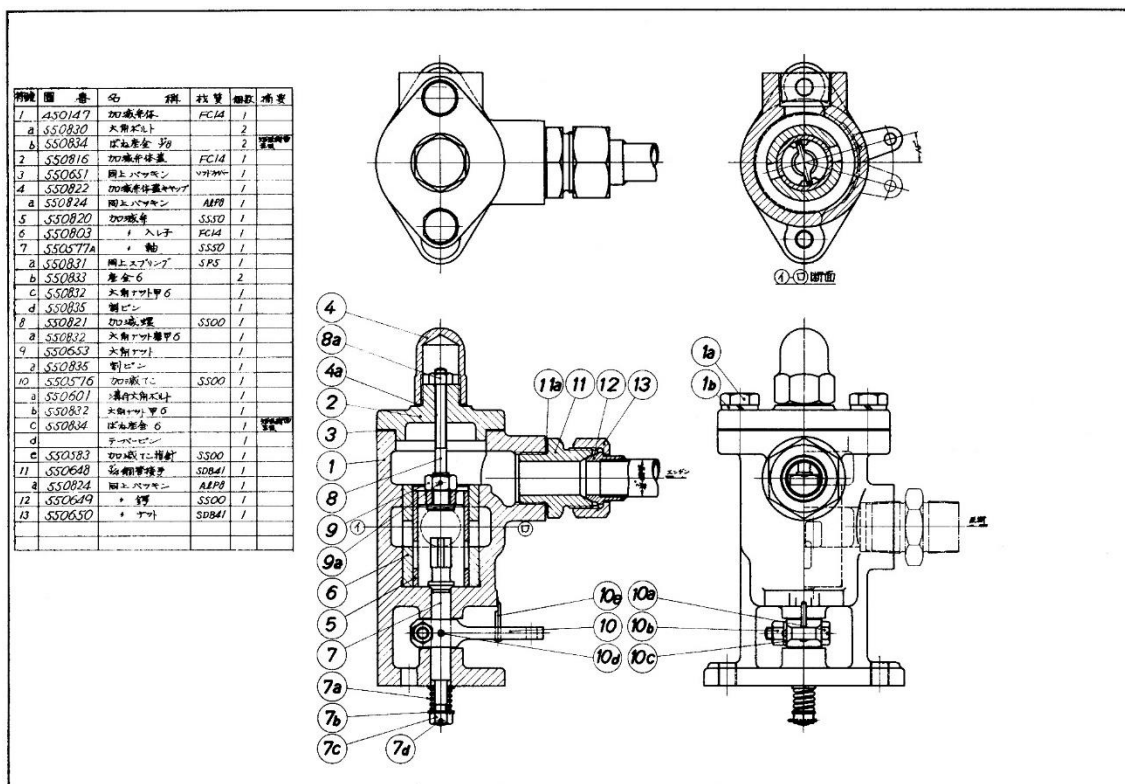
図 4-29 単速度制御(発電機駆動等)と複速度制御における空燃比制御の基本的論理



小泉 清「変速ディーゼルガス機関」『内燃機関』第7巻 第3号、1943年、第2圖。

単速度用と複速度用のガス調節弁の詳細は図 4-30, 31 の通りである。前者の場合、機関が負荷に絶えず回転数が低下する際にはナット 8a を弛め、ねじ 8 を抜き出す方向に回して弁体を引上げ、再度固定する措置が講じられた。

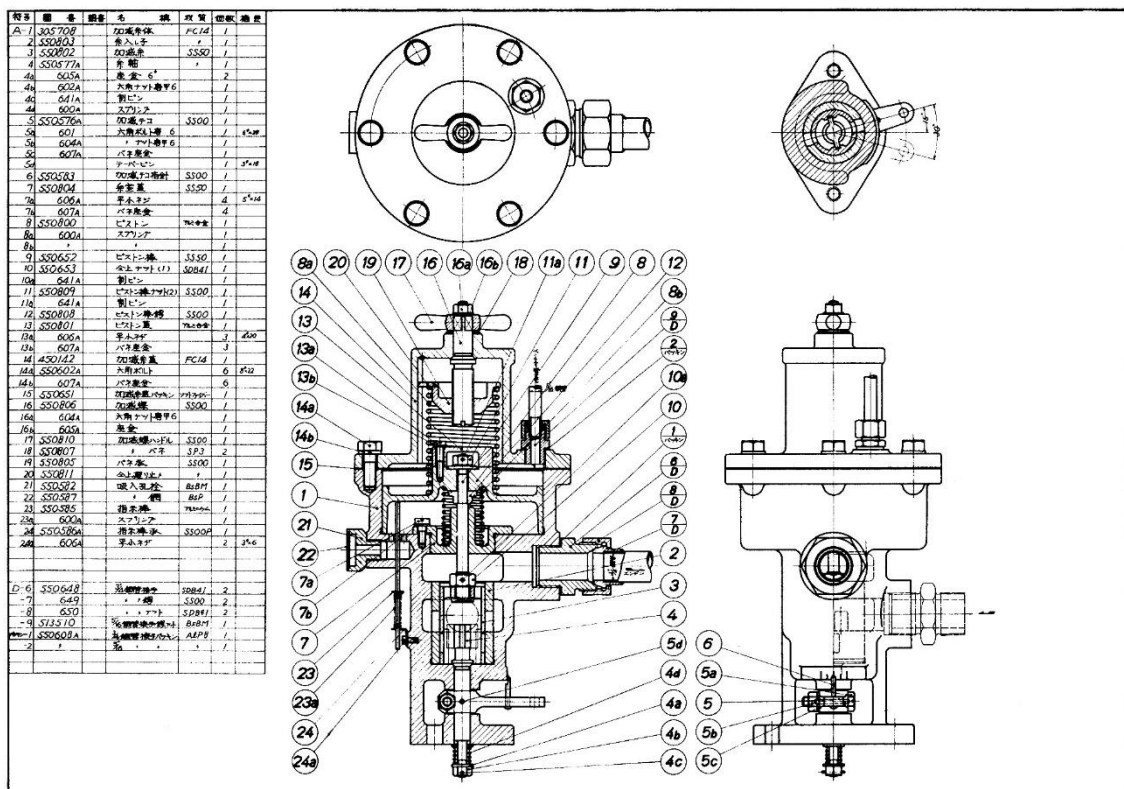
図 4-30 単速度用ガス調節弁



発動機製造(株)『天然ガス併用ディーゼル機関 取扱説明書(特許 第 148627 号)』1942 年 8 月(推定)、第 2 圖。

後者(複速度用)の場合、機関過負荷の際には加減ねじハンドルを締め込み、ピストンにかかるバネのプリロードを軽減する措置が講じられた。

図 4-31 複速度用ガス調節弁



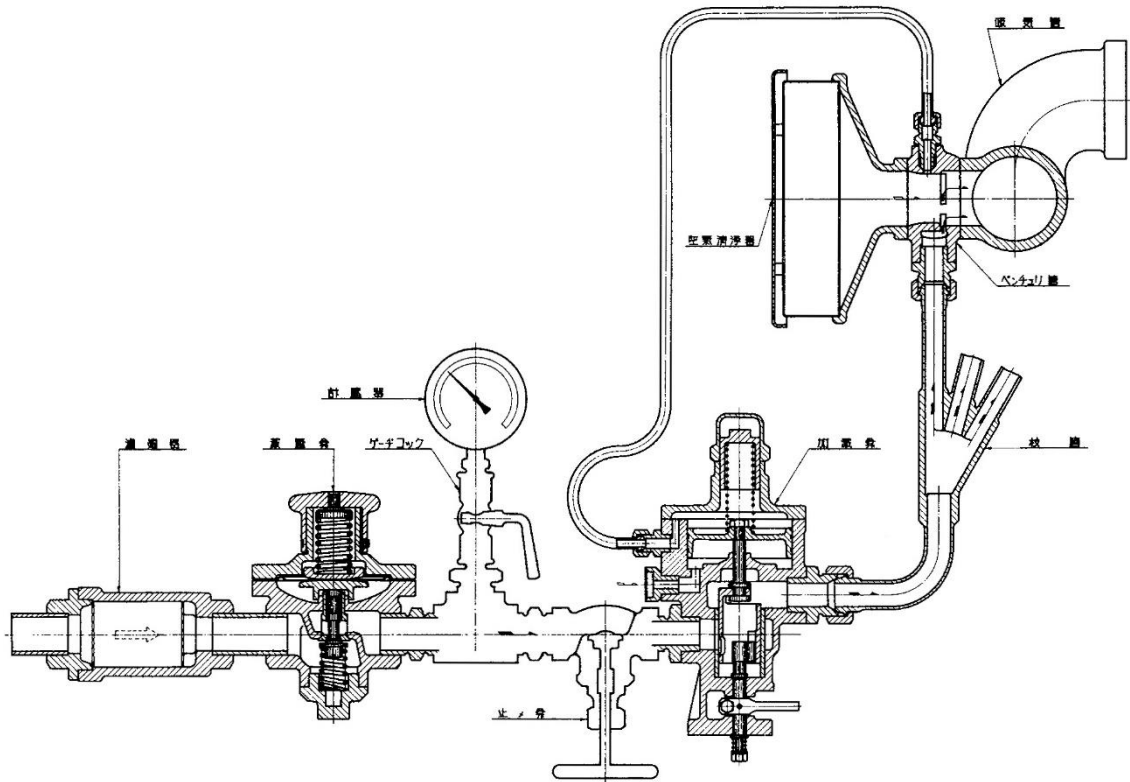
同上書、第3図。

小泉前掲論文第6図もほぼ同じ。

この天然ガス併用ディーゼル機関におけるガス併用装置の全体像は図 4-32 の通りであった。此処に観られるのは「機関本体は燃料ガス導入機構を除くほかはまったく在来のディーゼル機関と同じで、ガス・ディーゼル機関から通常のディーゼル機関への切替使用は簡単である」、「簡単な装置を増設することによりディーゼル機関をガス・ディーゼル化することができる」との評言そのままの実態である¹⁷⁴。

図 4-32 ガス併用装置の全体像

¹⁷⁴ 引用は曾田範宗・熊谷清一郎監修『内燃機関ハンドブック』養賢堂、1964年、391頁、より。

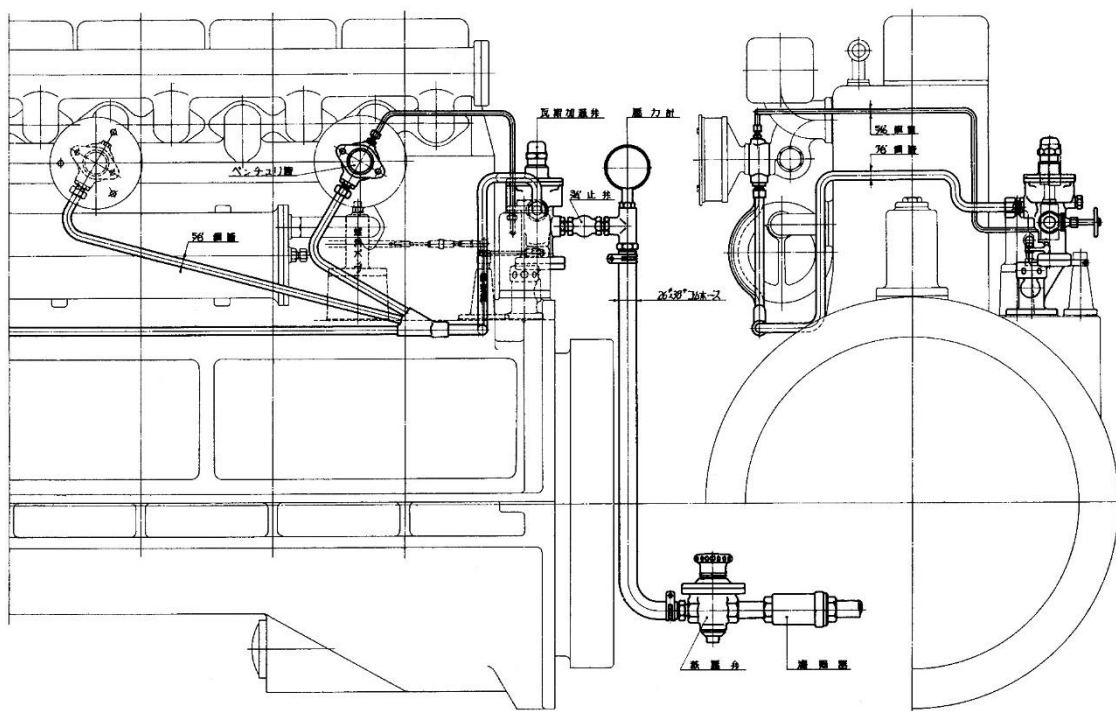


同上書、第8圖。

小泉前掲論文第4圖、日本機械學會『機械工學年鑑』昭和18年版(1944年8月発行)、246頁、第1図もほぼ同じ。

發動機製造の複速度制御型天然ガス併用ディーゼルの要部は図4-33に示される通りであった。機関は4サイクル直噴式、6-150×220mm、最高回転数1000rpm、最低回転数500rpm、燃料噴射弁は気筒蓋中央に垂直配置。噴孔は $0.2\phi \times 4$ 。噴射ポンプはボッシュ型独立ポンプでプランジャ径10 ϕ であった。

図4-33 發動機製造複速度制御型天然ガス併用ディーゼル要部



同上書、第9圖。

小泉前掲論文第3圖もほぼ同じ。

起動はエア・モーターを用いた純ディーゼル駆動で行い、暖機後、噴射量を運転継続限界まで絞り、ガス塞止弁を開く。回転数は上昇するが、調速機に依って設定値に制御される。その状態で噴油量を一層絞って着火限界を見極め、そこで噴油量を固定するという手順となる。

但し、パイロット噴射の噴射量は純ディーゼル全負荷運転時における最大噴射量の 5%程度でも充分間に合ったが、これを極度に絞れば噴射量の筒間不均等が顕現する上、池貝の処でも触れたようにノズルを内部から燃料冷却する必要もあるため、実態としては負荷の如何に係わらず最大噴射量の 20%程度、絞ってもせいぜい 12~13%という値が推奨されていた。停止は起動と逆にガスを止めて行われたが、なおディーゼル運転が継続する場合には噴油も停止されねばならなかった。

残念ながら、恰も海軍 51 号 6 型内火機械(6-140×200mm)を若干拡大の上、純直噴化したような、あるいは戦後、同社の投入になる計画造船用発電補機 6PS-18B(6-180×240mm)の縮小版のような本機関に係わる負荷試験データやその南方油田辺りでの実用の程度・範囲については伝えられていることが乏しいようであり、目下の処、それらについては一切不明とせざるを得ない¹⁷⁵⁾。

¹⁷⁵ 51号内火機械については拙著『鉄道車輛工業と自動車工業』日本経済評論社、2005年、第7章第2節、拙稿「戦時日本の中速・大形高速ディーゼル」、「空気室式高速ディ

池貝自動車製造における大道寺の実験は如何にも工学的関心に導かれ、論文作成のために進められたかに見受けざるを得ない。実利的には確かに池貝渦流蓄熱式機関におけるディーゼルガス方式⇔ディーゼル方式の無改造・即時転換可能性の検証がそのメリットであったと言えよう。そして、その背後には渦流室式の意味する処を拡大解釈しつつその優越性を発揚した上で、ドイツの新技术と並び立つべき若い構成員としてその“一族”に加わった池貝渦流蓄熱式の独自価値の証明を企図せんとする論理構成が仕組まれていた。

然しながら、そのディーゼルガス方式⇔ディーゼル方式の無改造・即時転換可能性を具体的に活かす、換言すればそれを産業技術として大々的に取り立ててくれるに足るガス発生装置も社会インフラも当時のこの国には全く存在していなかった。

鉄道省における実験はディーゼルガス駆動から早々にオットー・アルコールへと鞍替えし、燃料に違いはあれ、その限りにおいては本家ディーゼル自工いすゞEB10 型的なカラクリに落着した。其処で述べたような理由から ε こそ低目に設定されてはいたが、戦時下のこと、あるいはEB10の燃焼室と^{いすゞ}雖もこの鉄道省改造DA40型と似たようなヤツツケ仕事であったのではないかと勘繰られる¹⁷⁶。

ディーゼル自動車工業(いすゞ)における伊藤正男氏の当該に係わる研究・実験は液体燃料に関する実用開発験をメイン・テーマとするものであり、ガス体燃料については補完的位置付けしか与えられていなかった。しかし、何れの領域に係わる実験も実学的関心に貫かれた追究の一環をなし、それ故にこそ伊藤氏による研究の一局面はその一大業績たる予燃焼室式統制発動機の技術的特徴を心得た“無負荷限定・無改造・即時転換可能性の産業技術としての活用”、即ちディーゼルガス駆動方式の工場摺合わせ運転領域での導入・実用化という健全・妥当な知恵の形を取って結実し得た。そこには現場を知る開発技術者ならではの知性の発動があり、それこそが石油不足に呻吟した戦時~復興期、適材適所を良しとする産業技術の典型としてかかる記憶遺産の成果をもたらしたものである。

なお、液化ガスの利用はドイツでは成功したかに喧伝されていた。このテーマは恐らく我国においても直噴機関を以て充分な時間をかけた錬成が図られるべき問題ではあったろう。然しながら、液化ガスの燃料化を負荷変動の甚だしい自動車用機関において、しかもパイロット噴射方式を以てするディーゼルガス駆動機関という格好で実現しようとする所作は、電子制御万能の今日においてさえ、蓋し無用の回り道として棚上げされるべきテーマでしかあるまい。

伊藤氏が「さらに高級なディーゼル機関」と呼んだ自動車用直噴機関については、当時のこの国にこれを十全に開花させるに足る産業技術的基盤は欠落していた。更に、発展途上の

ーゼルの盛衰と日立自動車用機関」(大阪市立大学学術機関リポジトリ登載)を、戦後のダイハツPS系については『機械の研究』第3巻 第1号、1951年1,2月、125頁、中谷勝紀『船用ディーゼル機関の解説』天然社、1953年、第15章、参照。

¹⁷⁶ 本稿第3章、参照。

自動車用直噴機関を速成させるには変速機の段数に制約されるその運転方法自体の改変が前提されねばならず、全ては戦後の課題として持ち越されるしかなかった¹⁷⁷。

発動機製造、小泉 清による油田鑿井用を主目的とする天然ガス併用据付ディーゼルはドイツにおける近似的対応物の例と同様、無改造の直噴機関を以て成功裏に開発・実用化されたようであり、これもまた適材適所を旨とする良き産業技術の一典型と目されて良い。

¹⁷⁷ 引用は伊藤正男「いすゞディーゼル機関の燃焼室(1),(2)」『機械の研究』第4巻 第7,8号、1952年、(2)、より。自動車用直噴機関導入に機が熟していなかった戦前戦時の日本の技術状況については拙著『日本のディーゼル自動車』、参照。

むすびにかえて

この国における発生炉ガス式代燃車は木炭を主とし薪を従とする構図の中で発展し、一時、コーライトを経て無煙炭(とりわけ陽泉炭)、局所的には有煙炭、褐炭・亜炭に過大な期待を寄せるも全て敢え無く空振りに終り、最後、薪自動車の普及・改良へと微かな望みを繋いだ時には既に手遅れ……といった階梯を踏みつつ消長を遂げた。薪炭と同じバイオ燃料であるアルコールのガソリン混用もこれと似た腰砕けの軌跡を描いた。

薪炭ガス発生装置を典型とするバイオガス発生装置の社会的進出には二つの山が存在した。その第 1 はガス機関一般の進化の中での下方展開として理解されるべき端緒的現象であり、第 2 は戦時代燃化＝石油資源消費節約策の一環としての隆盛である。そして、浅川權八こそは本邦における二つの山のそれぞれに研究、機器開発両面で先導的役割を果たした人物であった。

その第 1 ピーク期における自動車用動力ガス発生装置としての浅川式木炭ガス発生装置に対しては遺憾ながら非力というやや不公平に過ぎる評価がまとわり着いて来ていた。これに対抗し、浅川式木炭ガス発生装置の名誉を些かなりとも回復出来たとすれば、本稿が技術史に係わる文章として全く無意味ではなかったというオチにもなろう。

第 2 ピーク期、即ち戦時において内外を問わず相当広く実用されたとは言え、木炭車であれ薪自動車であれ、石炭ガス自動車であれ、発生ガス代燃力プラントは、①：燃料ガスの発熱量の相対的低位、②：燃料気化に因る吸気冷却を待めぬ気体燃料の特性とガス冷却器艱装上の困難との相乗的帰結たる低い充填効率、③：ガス体燃料の低い平均燃焼速度……のためその比出力は小さく、ガソリン車の 1 に対して薪自動車 0.70～0.80、湿式発生炉付木炭車 0.70～0.75、乾式発生炉付木炭車 0.60～0.65 程度というのが公称値であった。しかし、とりわけ戦時期においては適切に高圧縮比・高充填効率化改造され強力な点火装置を持つ専用機関が実用に供されなかったという事情も相俟って実態はこの水準を下回っていた。

また、代燃車は始動・休止操作及び保守整備が煩雑で概ね走行 500km 程度ごとにプラントの内部各所の徹底的な清掃が求められていた上、走れば加速性能不良、航続距離短小、ガス中の灰分による気筒磨耗・潤滑油汚損激甚、ガス発生装置周りの追加重量(木炭ガス発生装置で自重 200～300kg、木炭充填量 40～50kg 前後、大型用薪ガス発生装置で自重 400kg、薪充填量 70kg 程度)による積載量減少、と使い勝手は誠に劣悪であった¹⁷⁸。

第 2 の山の主役の内、陸式自工型が優勢を占めた薪自動車たちは燃料調達が相対的に容易で出力的にも有利であったため、戦後日本においては揮発油統制が解除される頃まで暫時、使用され続けた。それらの中には陸式自工型のように戦後まで細々と改良が積み重ねられた型式もあれば日通式の如く戦前のミナト式を戦後改良して開発された新型式も見受け

¹⁷⁸ 代燃車における気筒磨耗や潤滑油劣化問題の一端については石油配給統制(株)『薪炭自動車用潤滑油の節約法』1944 年、参照。なお、清水前掲『自動車及各種代燃車』297 頁の表を掲げて筆者は日燃式以外の代燃ガス発生装置の重量がまとめて記載されている文献を見ていない。

られた。しかし、安価な石油の時代の到来と共にそれら裏街道の住人たちは世界の、あるいは据付式や舶用の兄弟共々、忘却の彼方へと置き去りにされて行くこととなった。

遙か時を隔てた現在、ガス体燃料系内燃自動車としては僅かに液化ガス(LPG)自動車と圧縮ガス(CNG、一部に腐敗ガス)自動車が気を吐き、液体燃料としては絶滅危惧種であるメタノール自動車が限られた範囲にその命脈を引き継ぐ一方、国や地域によってエタノール混用法がエネルギー安全保障的観点や温暖化イデオロギーへの帰依を象徴する儀式として継続されている。それらは須らく往時の発生炉ガス自動車とは対照的にマトモな自動車ないしそれに近いモノである。とは言え、耕地面積が絶対的に少ない上、政策的に農業切り捨てを重ねて来たこの国におけるその将来は決して明るくはなからう。

自動車用代燃ガスプラントの技術史全般については従前、これを俯瞰するような資料や研究文献、あるいは指導的立場に在った当事者たちに依る率直かつ責任ある回想の類が一切欠けていた。あるいはこれは往時、その任に堪えた程の人士は終始、前向きの仕事に邁進されていたからであろうか？ それかあらぬか、本邦代燃技術史については巷間、とかく“イロイロ苦勞がありました”的な毒にも薬にもならぬ懷旧譚としてまとめられがちとなつて久しい。

然しながら、現実の過程は場当たりそのものの選手起用法と技術のつまみ食いの反復そのものであった。かような指導性・一貫性欠如丸出しのテイタラクの下で当該技術の何かが一つでも世界水準に育っていたとすれば、それはむしろ僥倖として悦ばれるべきことである。左様なまぐれ当りなど起きる筈も無く、現に只の一つも起きてくれてはいない。もっとも、同じような欠陥はこの国の準戦時~戦時技術政策の各所に露見していたワケで、代燃車だけに一人勝ちを期待することなど所詮、出来ぬが道理であった。

燃料の如何に係わらず、発生炉式代燃装置普及策は本質的に小規模・非効率な発生炉濫造策なのであるから、その資源利用効率は固より発生ガスの品位が総じて低く推移する結果は避けられる筈もなかった。それにも拘らず、発生炉の効率や発生炉ガスに含まれるダストや硫黄分の機関部に対する影響については断片的な研究報告の類こそ見出されたものの、体系的な研究成果は固より有効な解決策が発表された形跡など絶無であった¹⁷⁹。

皮肉な物言いをすれば、そもそも毒ガスを生成させるのは得意でも、蒸気動力プラントとは異なり、これを吸込まれるのは至って苦手、これが内燃機関一般の生得的資質だったのであるが……¹⁸⁰。

¹⁷⁹ 純然たる化学談義や一般的技術論の類については特に列挙する必要も無からう。ダストの影響に係わる断片的報告としては増子 一「代燃車潤滑油劣化と濾過器の研究」『内燃機関』59号、1942年7月、中鉢文三郎「薪自動車と潤滑油の節約」同誌80号、1944年4月、石油配給統制(株)「薪自動車用潤滑油の節約法」『石油智識』第9号、1944年9月、が目につく程度である。後二者が代燃政策の暗黙裡の転換を教える示相化石として持つ意義については留意しておきたい。

¹⁸⁰ 内燃機関との対比を意識した蒸気動力プラント技術史については前掲拙稿「蒸気動力技術略史」参照。

かような基本認識を抱く筆者なればこそ、かつて自動車用に喧伝された代燃手法の如き一般的内燃機関に輪をかけたかの如き問題児がこの先、ヨリ高い技術的地平の上であれ盛大に復活・再生を遂げ得ようなどとは到底、言い切れるものではない。

しかし、それらを駆逐した技術が未来永劫の命を保証された存在であり続けるかの如き観念の幻想性は当節、益々明らかになりつつある。我々は水圧破碎法に起因する環境破壊を含めた化石燃料供給サイドに係わる重苦しい展望やVW、メルセデス・ベンツのディーゼルスキャンダル、ナノ粒子への暗澹たる不安に象徴される内燃機関を通じた石油の過剰利用に起因する負の技術状況から眼を逸らせることや電気万能教への帰依に安心立命の境地を求めることなど許されてもいなければ、出来もしない。

かような状況に対するささやかではあるが本質的なブレイクスルーとして数えられるのがバイオマス・エネルギーであり、その利用技術の体系の中に往時のガス発生装置をはじめとする“マトモ”ではない、不便かつ不出来ではある反面、デジタル仕掛けとは対照的に天井知らず的量産規模を前提としない装置が位置付けられ得ることもまた真である。

淘汰されたモノたちを一括りに“過去のもの”と見下すことは容易い。しかし、現にある使命を担った個別的産業技術に対する歴史的評価は単なる技術的・工学的到達度の検証という視点からではなく、それを必要とした社会環境との緊張関係において、そして世界的視野から見た開発動向という背景の下において下されるべきである。かく言う筆者は歴史の深層に沈積している技術たちに再び頼らざるを得ぬ社会が仮令、明日日訪れたとしても、高エネルギー文明の遺産たちを延命しつつ、それを幸福度の高い社会への道具へと転生させて行く知恵が見出される可能性無しとしない、かく信じて已まぬ者でもある。