

内 容	目次	1頁
	本文	21頁
	圖面	2葉

秘

研究實驗成績報告

(秘) 第 1 4 號

航空船發動機用瓦斯燃料の製造 に関する研究 (第一報)

實驗室研究

燃研秘第三號ノ

138

昭和八年六月二十八日

法分處
要通報
用済後焼却

海 軍 燃 料 廠

研究實驗成績報告(秘)第一四號目次

1. 目 的	211
2. 成 果	211
3. 文 献	212
4. 實驗裝置	215
5. 試 料	216
6. 實 驗	218
A. 水平式裝置に依る實驗	218
(i) 温度の影響	218
(ii) 試料通過速度に依る影響	220
(iii) 反應管内壓力の影響	221
B. 直立式裝置に依る實驗	222
(i) 上部より導入する場合	223
(ii) 下部より導入する場合	224
C. 反應管材質に關する實驗	225
(1) 鐵 管	225
(2) 銅 管	226
(3) 眞 鍮 管	227
(4) 「カロライズド」鋼管	227
7. 結 論	231

航空船發動機用瓦斯燃料の製造に 關する研究 (第一報)

實驗室研究

廣海軍工廠附屬海軍燃料廠研究部部員

海軍機關中佐 嘉納 吉彦

海軍燃料廠研究部附

屬 託 藤 本 春 季

1. 目 的

石油類の熱分解に依る航空船發動機用瓦斯燃料の製造法に就きて研究せんとす

2. 成 果

西山産天然瓦斯揮發油を試料とし之が熱分解に依りて航空船發動機用瓦斯燃料を製造するに最も好適なる温度、試料注入速度其の他の條件を決定し併せて之に使用する反應管の材質並に爐の型式に依る得失に就きて研究したる結果水平式反應爐に依りて「コロライズド」鋼管を使用し640°C 附近の温度に於て分解するが最も良く斯くする時には唯一回の熱處理に依りて原試油に對し約 57% の良質なる瓦斯燃料を收得し得る事を確めたり

3. 文 献

航空船の發動機に特種の瓦斯体燃料を使用する事によりて著しく其の性能を優良ならしむる事は一般に異論無き所なり 而して此の瓦斯体燃料は其の實用上の見地より次の条件を具備する事が要求されつつあり

(1) 燃料瓦斯單位容積の發熱量は同容積の水素の重量と等しき重量の Gasoline の發熱量よりも高きこと 即ち 1 立方メートルに就き 13,500 Cal. よりも高き事

(2) 比重空氣よりも僅かに重き事 (1.04 附近を最も適當とす)

(3) 人体及航空船球皮に對して有害作用無き事

(4) 可及的爆發限界小なる事

(5) 寒地飛行の場合囊中にて凝縮する憂なき事

(6) 氣囊に充填する操作容易なる事

(7) 製法簡單貯藏運搬便にして且廉價なる事

今此等の諸條件に適合する瓦斯体燃料を求めんとするに際し瓦斯体化合物中燃料として使用し得べきものを列挙し其の諸性質を挙げれば次の如し

化 合 物	分子式	沸点(°C)	融点(°C)	比 重 (空氣 1)	發 熱 量 (Cal. 1立方メートル)	爆發限界 (%)
一 酸 化 炭 素	CO	-191.6	-204	0.967	3,026	12.5-75
水	H ₂	-252	-259	0.0695	3,049	4-75
「メ タ ン」	CH ₄	-161.4	-184	0.5539	9,414	5-16
「ア セ チ レ ン」	C ₂ H ₂	-83.6	-81.8	0.9072	14,067	3-82
「エ チ レ ン」	C ₂ H ₄	-103.7	-169	0.9776	14,922	3-35
「エ タ ン」	C ₂ H ₆	-88.3	-172	1.049	16,632	3-15
「プ ロ ビ レ ン」	C ₃ H ₆	-47	-185	1.495	22,579	2-9.5
「ブ ロ バ ン」	C ₃ H ₈	-44.5	-189.9	1.562	24,126	2-7
「イ ソ プ タ ン」	C ₄ H ₁₀	-10.2	-145	2.0634	31,390	—
「ノ ル マ ル プ タ ン」	C ₄ H ₁₀	0.6	-135	2.0692	—	1.5-6.5
「ア テ ン」(Δ ₁)	C ₆ H ₆	-18	-130	—	—	—
「ア テ ン」(Δ ₂)	C ₆ H ₆	1.4	—	—	—	—
「ベ ンゼ ン」	C ₆ H ₆	78	6	2.770	34,500	1.5-8

上記の表によりて明かなる如く單一化合物を用ひんとせば「エタン」は沸点・比重・發熱量・爆發限界等最も良く上記の諸條件に適合し航空船用瓦斯体燃料として理想的のものなり 燃れども之を多量に得る事可成困難にして現在石油の Vapour Phase Cracking に依り發生する瓦斯又は特殊の天然瓦斯より「エタン」を壓縮分離し製造し居れども其の値高價なるは免れず「エタン」以外のものに於ては比重 1 より僅かに大なる條件を満足するもの無し 従つて二つ以上の成分を混合し比重 1 のものを製造する必要あり 而して分子内に炭素原子 4 個 以上を有する「ブタン」以上の化合物は沸点 0°C 附近或は其れ以上にして寒地飛行の際囊中に於て凝縮する恐れあれば使用温度に於ける其の成分の蒸氣張力に相當する以上の量を含有せしむるを得ず 又水素及一酸化炭素は發熱量極めて低く不適當なれば結局航空船用瓦斯体燃料としては分子内に炭素原子 1 個 2 個或は 3 個を含有する炭化水素を主成分とする混合瓦斯に求めざるべからず 而して此の際比重に對する發熱量及爆發限界等の關係より見て「メタン」「エタン」「プロパン」の如き飽和炭化水素を用ふるが「エチレン」「プロピレン」の如き不飽和炭化水素を用ふるより稍有利なる傾向を有す特に「アセチレン」は爆發限界著しく大にして之を多量に含有する時は混成瓦斯の爆發限界を著しく大ならしむるを以て成るべく避くる必要あり

次に本瓦斯を實際に製造するには二種類の資源あり 即ち天然瓦斯と石油の分解蒸溜瓦斯とが之れなり 前者は「エタン」「プロパン」の如き高級瓦斯を多量に含有する特殊の天然瓦斯より一部液化法によりて此等の成分を分離するものにして飽和炭化水素が其の主成分たり

例へば米國 Carbide & Carbon Chemicals Corp. にて製造せる「Pyrofax」は此の一種にして其の組成及性狀次の如し

組成	Propane 98.1 % Butane 1.5 % Ethane 0.4 %
比重	1.57 (air=1)
發熱量	最低 22,800 Cal./m ³
	最高 23,700 Cal./m ³
爆發限界	2.4 % ~ 8.4 %
臨界温度	97° C
臨界壓力	44 氣壓

之を航空船燃料として使用する場合は水素に依りて稀釋するものにして其の割合の標準は Pyrofax 65 % 水素 35 % 比重 1.04 なり 此の混成瓦斯の一般性狀は次の如し

發熱量	最高 16,500 Cal./m ³
	最低 15,600 Cal./m ³
爆發限界	2.3 % ~ 15.8 %

「ツェッペリン」伯號の日本より米國東海岸迄の飛行には本瓦斯を使用したり

石油の分解蒸溜に依る方法は特種の操作に依りて比重大なる瓦斯を可及的多量に得んとするものにして從來の「イルミネーティングガス」と同性質のものなれば其の成分は多種類のものに亘り不飽和炭化水素を多量に含有するは免れず「ツェ」伯號が獨逸より日本迄の飛行に使用せる「ブラウ」瓦斯は此の一種にして其の組成の一例を示せば次の如く

組成	Benzene 1 %
	Butylene 13 %
	Propylene 26 %
	Ethylene 13 %
	Ethane 16 %
	Methane 24 %
	Hydrogen 5 %
	CO N ₂ H ₂ O 2 %

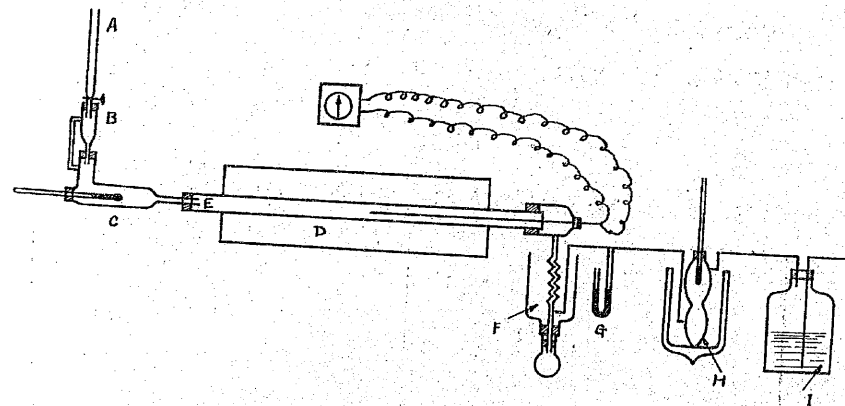
其の一般性狀は凡そ次の如きものを限度とす

比重	1.05 ~ 1.09 (air=1)
發熱量	14,000 ~ 16,000 Cal./m ³
爆發限界	3 ~ 15 %

從來航空船用瓦斯体燃料としては以上の瓦斯を使用し良く其の目的を達し居れり 然れども瓦斯燃料の通弊として運搬不便なる事竝に壓縮容器中に於て一部分液化し居るを以て氣囊に充填する操作簡單ならざる等の不便あるは免れず 翻つて本邦に於ける本瓦斯の資源を求むるに臺灣錦水に於ける天然瓦斯中に高級瓦斯を含有し日石に依りて分離採集されつつあるも其の組成は主として Butane より成り航空船用として有効なる「エタン」及「プロパン」の含有量少なき嫌ありて本瓦斯の供給を主として之に俟つを得ざる狀況にあり 依つて石油の分解蒸溜によりて Blau 瓦斯類似の瓦斯の製造法に就きて研究せん

4. 實驗裝置

本實驗には下圖の如き實驗裝置を使用せり



A は容量分析に使用せらるる 50 c.c. 「ビュレット」にして之より試料を B 中に滴下し其の時の滴下速度を秒時計にて讀みて一定の速度に保持せり

C は硝子製円筒氣化器にして B より入り來りたる試料は此の所に於て熱せられて氣化し一定の瓦斯速度を以て反應管 E に入る 此の時氣化器内の温度は常に 150°C に保持したり 反應管は加熱部分の長さ 69 cm なる電氣爐 D に依りて所要温度に加熱せられ次の 5 種の材質のものを使用せり

石英管	(長さ 1m. 直徑 17m.m.)
鐵管	(" 1m. " 18m.m.)
眞鍮管	(" 1m. " 17m.m.)
銅管	(" 1m. " 16m.m.)
「カロライズド」鋼管	(" 1m. " 16m.m.)

分解生成瓦斯は冷却器 F に於て氷水に依り 5°C 以下に更に H に於て氷 - 食塩の混合に依りて -10°C 以下に冷却せられ瓦斯貯槽 I に入る G は水銀壓力計にして瓦斯貯槽 I より逸出する水を調整することにより反應管中の壓力を所要壓力に保持せり

他に本装置の反應管及電氣爐を直立し試料を上部より導入せる場合と下部より導入せる場合とに就きて實驗せり

5. 試料

試料として西山産天然揮發油を取りたり其の性状次の如し

比重 (d_{4}^{25})	0.7199
屈折率 (n_D^{25})	1.4016
元素分析 { C	84.91
H	14.94
不飽和及芳香族 (%)	0.9
脂肪族及「ナフテン」 (%)	99.1

之を長さ 100 cm. 直徑 1.7 cm. の分溜塔を有する Engler 氏分溜裝置に依りて 5 回再蒸溜を行へる結果次の如く

溜分 (°C)	收量 (%)	d_{4}^{15}	n_D^{20}	溜分 (°C)	收量 (%)	d_{4}^{15}	n_D^{20}
30~35	3.94	0.6208	1.3561	85~90	6.17	0.7375	1.4062
35~40	2.94	0.6332	1.3597	90~95	10.02	0.7350	1.4056
40~45	0.14	0.6874	1.3819	95~100	10.14	0.7492	1.4125
45~50	0.10	0.6985	1.3876	100~105	11.05	0.7576	1.4200
50~55	0.34	0.6866	1.3817	105~110	6.22	0.7638	1.4220
55~60	2.35	0.6801	1.3792	110~115	6.22	0.7598	1.4199
60~65	3.53	0.6784	1.3797	115~120	3.98	0.7511	1.4176
65~70	4.62	0.6988	1.3891	120~125	3.98	0.7591	1.4197
70~75	7.75	0.7242	1.4002	125~130	2.66	0.7718	1.4272
75~80	5.18	0.7335	1.4089	130~135	1.79	0.7879	1.4375
80~85	4.36	0.7485	1.4107	residue	2.45		

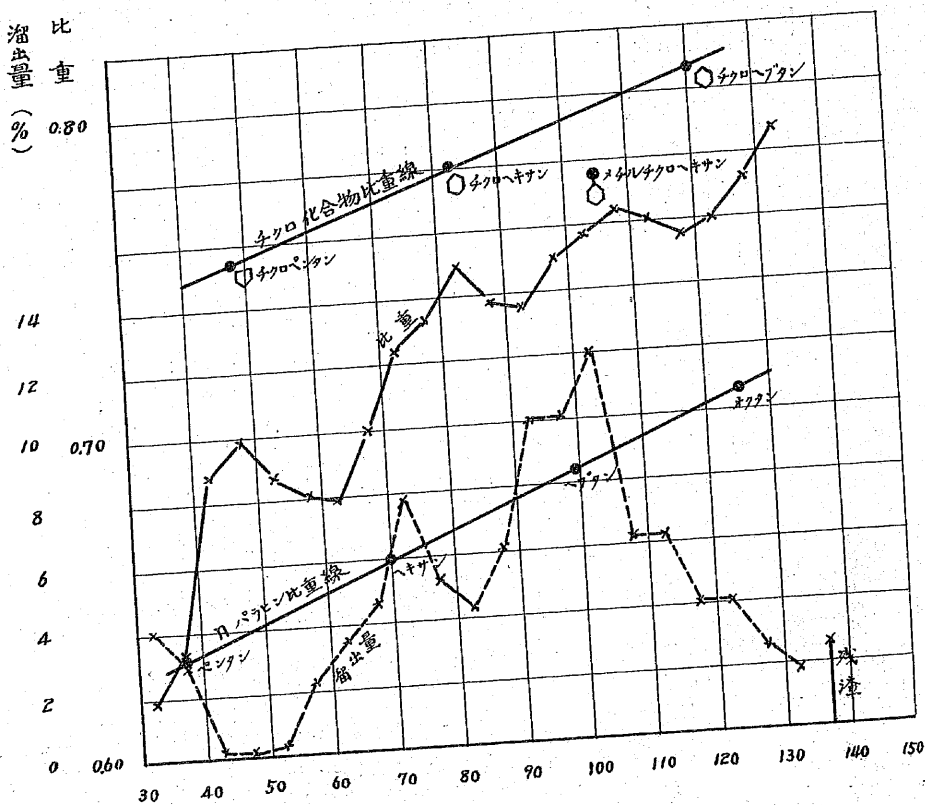
之を圖示すれば下圖の如く 90°C より 105°C の溜分が最も多く含まれ 70°C ~ 75°C のもの之に次ぐ 而して比重及屈折率は Paraffine 及 Naphten 系の中間に位する事より見て本試料は C_6 及 C_7 を主成分とする兩系の混合物と見るを得べく其の比重曲線は Cyclopentane, Cyclohexane, Methylcyclohexane, の存在を明かに示しつつあり

本實驗の試料としては上記の如き性状を有する西山産天然揮發油を普通の蒸溜法によりて 100°C 迄に溜出する部分を集めたるものを使用したり 其の比重屈折率は次の如し

$$d_{4}^{25} = 0.7046$$

$$n_D^{25} = 1.3950$$

比重
溜出量
(%)



6. 実験

A. 水平式装置による実験

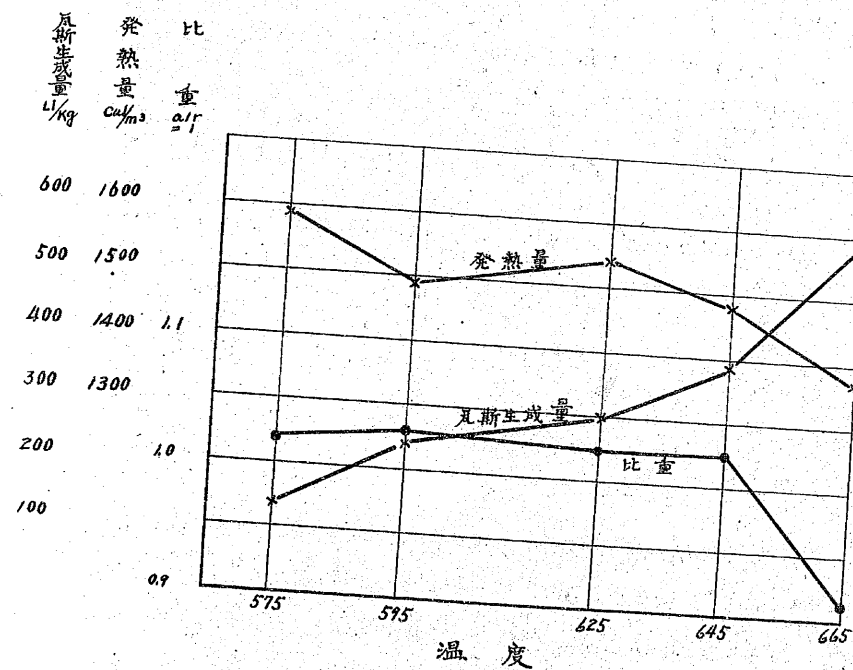
(i) 温度の影響

先づ西山産天然揮発油の分解に依りて航空船用瓦斯体燃料を得るに最も適當せる温度を 575°C より 665°C の間に求めたり 實驗は石英反應管を用ひ試料流入速度毎時 20 c.c. 反應管内壓力 50 m.m. Hg. (減壓) の

條件にて行へり 其の結果次の如し

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	瓦斯 化率 (%)	瓦斯 生成量 (立/時)	比重	發熱量	生成瓦斯組成						
					C_nH_m	H_2	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	n	(CH_4)	(C_2H_6)	N_2 其の他
575	17.5	138.2	1.020	15,900	39.7	1.2	52.5	1.32	35.6	16.9	6.1
595	32.2	243.9	1.028	14,900	43.0	1.7	50.9	1.24	38.9	12.0	4.4
625	42.2	298.3	1.019	15,400	43.7	3.6	49.6	1.30	34.9	14.7	3.1
645	50.5	383.6	1.023	14,800	42.3	3.9	48.6	1.23	38.0	10.6	5.2
665	69.0	589.0	0.913	13,700	39.7	3.7	50.7	1.06	47.8	2.9	5.9

此の時各温度に於ける瓦斯發生量及生成瓦斯の比重及發熱量の關係を圖示すれば次の如く



瓦斯発生量は温度の上昇と共に増加するも発熱量は反対に低下する傾向を示す。而して比重は 645°C 迄は 1 より稍重く航空船用燃料として適当せるものなるも 665°C に於ては急激に低下し 0.91 となり又発熱量も此の点に於て 13,700 の如き低き値を示せば少なくとも 645 以下に於て分解する必要あり 625°C 附近が最も好適なる分解温度の如く此の温度に於ける生成瓦斯は比重 1.019 発熱量 15,400 Cal/m³ を示し航空船用燃料として満足なる性質を有す

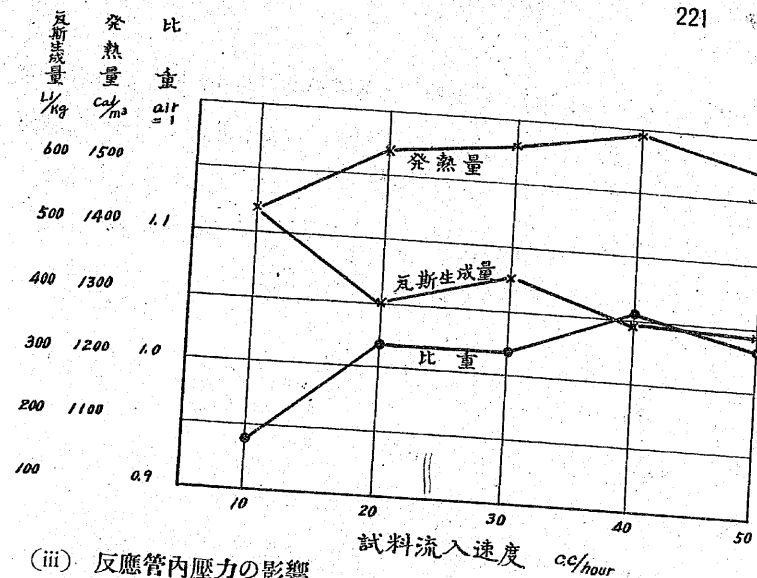
(ii) 試料通過速度に依る影響

熱分解の生成物は分解温度に依りて決定せらるると同時に熱を受ける時間にも亦關係するを以て試料の流入速度に依る生成物の變化を檢查したり

分解温度 625°C とし 壓力：50 m.m. Hg. 減壓に於て石英反應管を用ひ實驗せる結果は次の如し

試料速度 (cc./m.)	瓦斯生成量 (立/時)	瓦斯化率 (%)	比重	發熱量 Cal/m ³	生成瓦斯組成				
					C _n H _m	H ₂	C _n H _{2n+2}	n	其の他
10	535	64.8	0.938	14,300	38.2	7.2	50.7	1.32	3.9
20	298	42.1	1.019	15,400	43.7	3.6	49.6	1.30	3.1
30	352	46.3	1.018	15,600	43.0	3.8	50.1	1.29	3.1
40	295	40.2	1.055	15,900	43.9	2.2	50.2	1.23	3.7
50	288	36.8	1.034	15,400	44.1	2.1	50.6	1.29	3.2

瓦斯生成量・比重・發熱量を圖示すれば次の如く試料流入速度が増加すれば比重・發熱量共に増加する傾向にありて生成瓦斯の性状は良好なれども瓦斯の收量は減少す



(iii) 反應管内壓力の影響

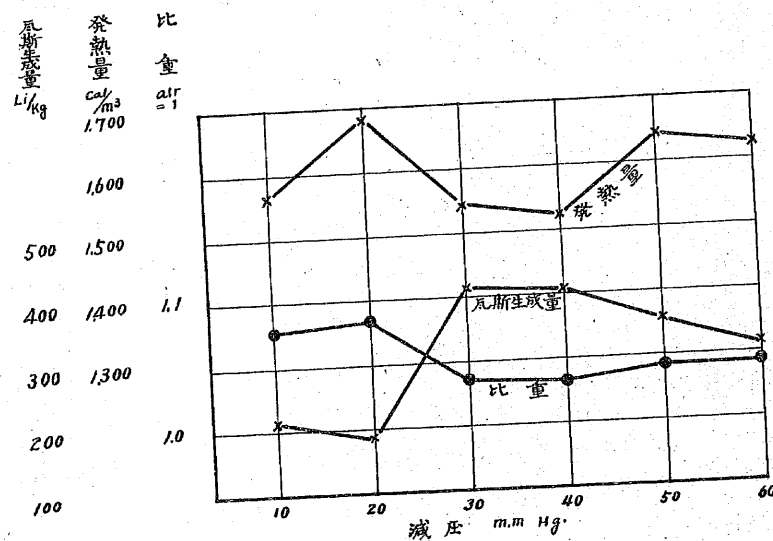
反應管内壓力とは生成瓦斯の吸引に依りて反應管内に發生する減壓の謂にして試料蒸氣及分解生成物の反應管内に於ける流動狀況に影響するものなり

實驗は石英反應管を用ひ温度 625°C 試料流入速度毎時 30 c.c. とし吸引壓力を水銀柱 10 m.m. より 60 m.m. 迄各 10 m.m. 毎に行へり

減壓 (m.m.)	瓦斯生成量 (立/時)	瓦斯化率 (%)	比重	發熱量 (Cal/m ³)	生成瓦斯組成				
					C _n H _m	H ₂	C _n H _{2n+2}	n	其の他
10	208	29.1	1.077	15,600	44.0	10.6	41.9	1.67	3.5
20	187	26.2	1.083	16,800	43.6	9.9	42.4	1.72	4.1
30	410	54.1	1.033	15,400	45.0	9.2	43.3	1.35	2.5
40	405	54.0	1.031	15,200	44.6	9.2	41.9	1.42	4.3
50	353	47.5	1.041	16,400	44.5	8.1	44.6	1.45	2.8
60	311	41.9	1.042	16,200	44.3	7.6	45.3	1.46	2.8

此の内瓦斯生成量・比重及發熱量を圖示すれば次の如く反應管内減壓

度の低き時及高き時には生成瓦斯の發熱量及比重は共に高き値を有し其の中間の 30~40 m.m. の減壓度に於て最低となる 然れども此の点に於ても尙比重 1.03 發熱量 15,300 Cal/m³ にして航空船用燃料として満足なる値を有するのみならず此の点に於ては瓦斯生成量曲線の示す如く他の減壓度に比較し多量の瓦斯を生成し收量最も大なれば本實驗の目的に對し最も適當せる減壓度なり



以上の實驗結果より本實驗の裝置に於て水平式石英反應管を使用する場合には温度 625°C 試料流入速度毎時 30 c.c. 反應管内減壓度 30~40 m.m. Hg. が最も適當せるものの如く試料に對し 54% の瓦斯を收得し生成瓦斯の比重は 1.03 にて發熱量は 15,300 なり

B. 直立式裝置に依る實驗

從前の裝置の電氣爐及反應管を直立し他は全部同じものを用ひたる裝置に於て試料を上部より導入したる場合と下部より導入したる場合に就

きて實驗せり 此の様式に於ては水平式のものと比較し反應管内の試料の流動狀況竝に温度の分布状態に差違あれば生成物に於ても亦之に影響されたる差違を生ずるものと豫想さる

(i) 上部より導入せる場合の反應温度、試料速度及減壓度の影響に就きて實驗せる結果次の如し

	温度 (°C)	試料速度 (c.c./m)	減壓度 (mm. Hg.)	瓦斯生成量 (立/時)	瓦斯率 (%)	比重	發熱量 (Cal/m ³)	生成瓦斯組成			
								C _n H _m	H ₂	C _n H _{2n+2}	n
1	595	40	50	189	26.6	1.089	17,000	45.3	11.9	41.2	1.59
2	625	40	40	284	40.1	1.091	17,000	45.8	11.0	39.8	1.64
3	625	40	50	334	45.5	1.054	16,700	45.2	12.5	39.4	1.67
4	625	40	60	307	42.0	1.060	16,900	—	—	—	—
5	625	40	70	279	39.0	1.080	16,950	49.7	10.3	37.8	1.72
6	625	50	50	247	34.8	1.078	17,200	47.1	11.1	40.1	1.63
7	625	60	50	200	27.9	1.088	17,700	47.6	11.7	38.8	1.61
8	645	50	50	320	42.9	1.038	17,000	46.1	12.0	39.8	1.55

以上の結果より瓦斯生成量、比重及發熱量に對する温度試料速度及減壓度の影響を見れば別圖の如く水平式反應管の場合に於けると同様に次の關係ある事を認む

1. 温度の上昇するに従ひ瓦斯生成量は増加するも比重及發熱量は低下す
2. 試料流入速度の大なるに従ひ反對に瓦斯生成量は減少し比重及發熱量は増大す
3. 減壓度が増加するに従ひ瓦斯生成量は増加し或点に於て最高に達し其れ以後減少す 而して此の点に於て比重及發熱量は最低の値を示す

又此の實驗に於ては水平式の實驗結果に比較し生成瓦斯中の飽和炭化水素の n 値が高く $C_nH_{2n+2} : C_nH_m$ の比率も比較的大なり 従つて瓦斯の比重及發熱量も高く一般に良質の瓦斯を生成す 然れども其の收量は少なく試料に對して 45% が最大なり

(ii) 試料を直立反應管の下部より導入せる時の結果次の如し

温度の影響 (試料流入速度毎時 40 c.c. 減壓度 50 mm. Hg.)

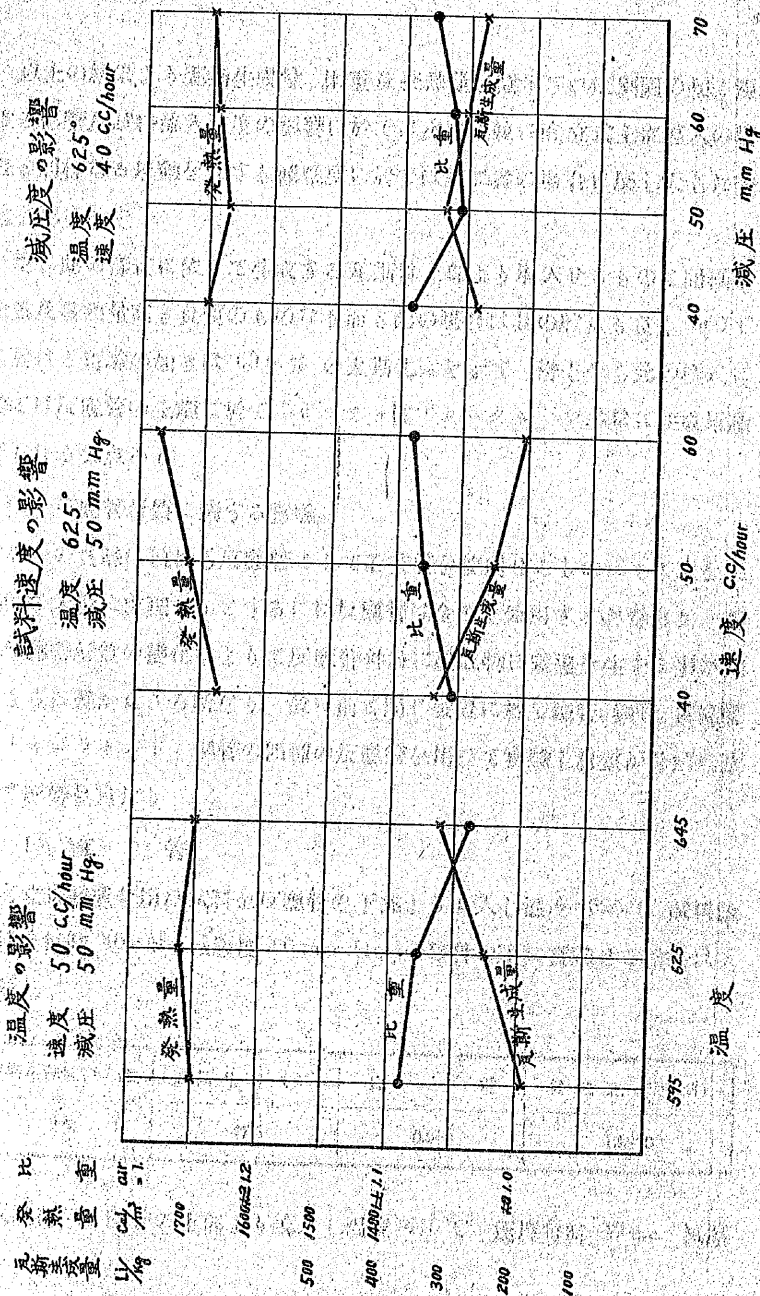
温度 (°C)	瓦斯生成量 (立/時)	瓦斯率 (%)	比重	發熱量 (Cal/m ³)	生成瓦斯組成				
					C_nH_m	H_2	C_nH_{2n+2}	n	其の他
600	197	28.5	1.112	17,800	45.6	9.1	40.6	1.83	2.9
620	291	41.3	1.098	17,400	46.2	9.7	40.4	1.65	4.7
640	340	49.5	1.077	16,800	46.5	11.5	39.3	1.56	2.7
660	532	69.6	1.010	15,600	44.0	12.8	41.3	1.51	1.9

試料流入速度の影響 (温度 640 °C 減壓度 50 mm. Hg.)

試料速度 (c.c./m)	瓦斯生成量 (立/時)	瓦斯率 (%)	比重	發熱量 (Cal/m ³)	生成瓦斯組成				
					C_nH_m	H_2	C_nH_{2n+2}	n	其の他
20	411	53.8	1.013	1,5800	42.9	12.0	42.5	1.37	2.7
30	361	48.8	1.045	1,6600	46.5	11.3	40.1	1.53	2.1
50	327	45.1	1.085	1,6800	47.2	11.7	38.8	1.51	2.3
60	264	37.5	1.099	1,7500	49.0	11.3	36.6	1.59	3.1

減壓度の影響 (温度 640 °C 試料速度毎時 40 c.c.)

減壓度 (mm.)	瓦斯生成量 (立/時)	瓦斯率 (%)	比重	發熱量 (Cal/m ³)	生成瓦斯組成				
					C_nH_m	H_2	C_nH_{2n+2}	n	其の他
10	304	42.3	1.077	17,100	46.8	11.0	38.5	1.59	3.7
30	290	41.1	1.080	17,300	47.3	10.8	38.9	1.64	3.0
50	340	49.5	1.077	16,800	46.5	11.5	39.3	1.56	2.7
70	300	41.9	1.082	17,700	47.4	11.4	39.4	1.58	1.8



以上の結果より瓦斯生成量・比重及發熱量を圖示すれば別圖の如く温度の影響及試料流入速度の影響に於ては水平式竝に直立式上部導入の場合と同様なる舉動をなすも減壓度に於ては前二者の場合に反し大した差違を認め得ず

更に此の様式に依りて生成する瓦斯は上部より導入せるものと同様に比重及發熱量高き良質のものなり而も此の場合は其の收量も良く 660°C に於ける實驗の如きは 69.6 % の瓦斯化率を示す 併し乍ら此の様式に於ては反應管の上端に於て「ビッチ」様「コークス」を多量に生成堆積せしむる欠点あり

C. 反應管材質に關する實驗

以上の實驗は孰れも反應管として石英管を使用せるものにして之を工業的に大量に處理せんとするには反應管は金屬を使用する必要あり 而も反應管材質の變化によりて反應條件竝に生成物に差違を生ずる事は豫想するに難からざる所なり 故に前と同じ裝置に於て鐵管・銅管・眞鍮管及「カロライズド」鋼管の四種の反應管を用ひて實驗し材質が分解に及ぼす影響を見たり

(1) 鐵 管

直立式裝置を用ひ試料を反應管の下部より導入し温度 625°C 試料流入速度毎時 40 c.c. 減壓度 60 m.m.Hg. の條件の下に實驗せる結果は次の如し

瓦斯生成量 (立/時)	瓦斯化率 (%)	比 重	發 熱 量 (Cal/m^3)
370	47.5	0.903	13,400

又試料を反應管の上部より導入し温度 645°C 速度毎時 40 c.c. 減壓

度 50 m.m. Hg. の條件の下に實驗せる結果は次の如く

瓦斯生成量 (cc/hr)	瓦斯率 (%)	比重	發熱量 (Cal/m^3)	生成瓦斯組成				其の他
				C_nH_m	H_2	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	n	
363	35.0	0.745	12,000	25.6	33.9	31.7	1.67	3.8

孰れの場合に於ても生成瓦斯の性状一般に悪く特に水素を多量に含有す即ち炭素結鎖の分裂の他に鐵の接觸作用を受けて炭素水素間の分解を起すものの如く反應管内には多量の有離炭素を堆積す 従つて本實驗の目的には鐵製反應管は使用し得ず

(2) 銅 管

直立式上端より試料導入の裝置に依り銅管を使用し實驗すれば次の如し

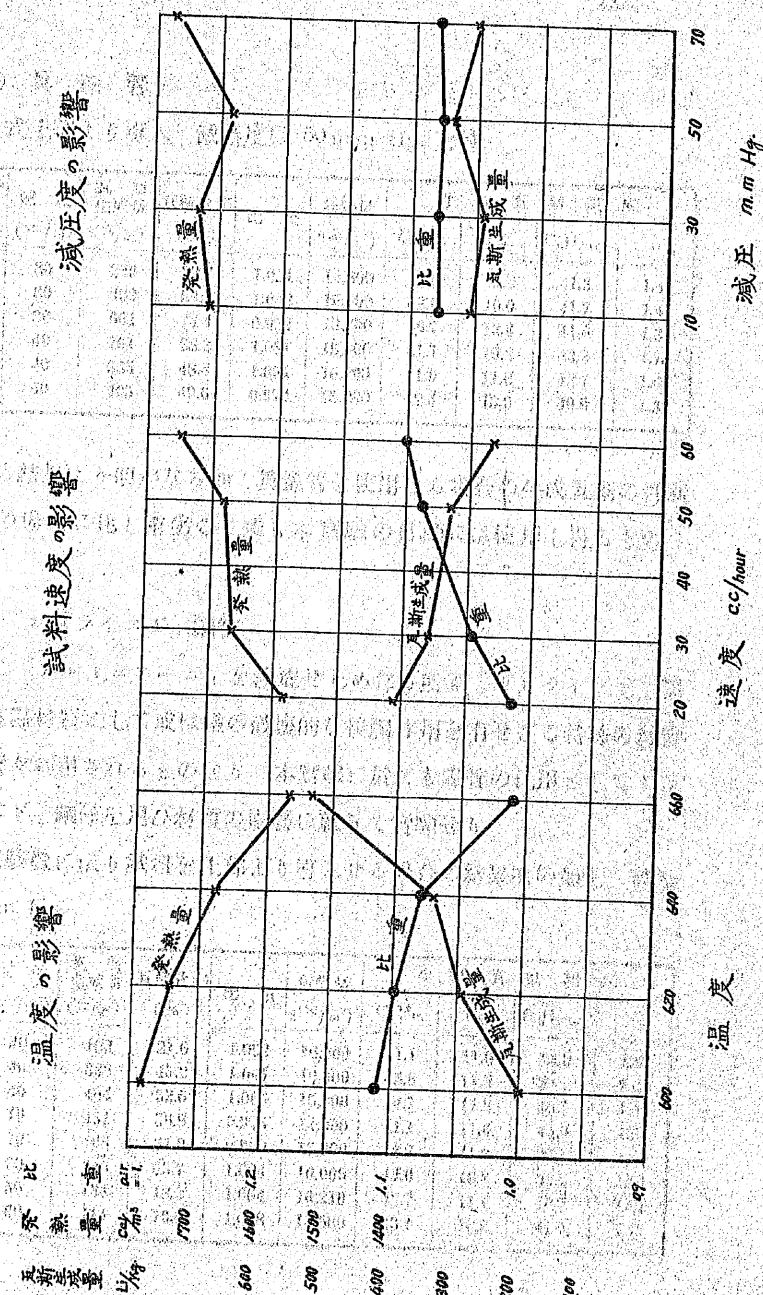
温度 ($^{\circ}\text{C}$)	速度	減壓度	瓦斯生成量 (cc/hr)	瓦斯化率 (%)	比重	發熱量 (Cal/m^3)	生成瓦斯組成			
							C_nH_m	H_2	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	n
595	40	50	63	8.8	1.065	16,500	42.0	6.0	49.0	1.87
625	20	60	574	72.8	0.980	14,500	42.7	12.5	40.7	1.39
625	30	60	371	49.6	1.034	15,400	46.4	11.8	38.5	1.49
625	40	50	227	32.1	1.091	17,000	45.8	10.0	42.6	1.61
645	30	60	381	51.2	1.037	16,800	45.6	11.9	39.3	1.46
645	40	50	291	41.5	1.065	16,600	48.2	10.8	37.7	1.65
675	40	50	549	72.5	1.020	16,100	44.8	11.9	40.6	1.57

以上實驗結果の如く銅管は良好なる結果を示し鐵管に於けるが如き遊離炭素の生成殆んど無し 然れども銅管は實驗中著しく浸蝕され其の表面は漸次剝落するを認めたり

減圧度の影響

試料速度の影響

温度の影響



(3) 眞 鋅 管

直立式上部より導入 減圧度は 50 m.m. Hg. とす

温 度 (°C)	速 度 (c.c./hr.)	瓦 斯 生成量 (立/分)	瓦斯化率 (%)	比 重	發熱量 (Cal/m ³)	生 成 瓦 斯 組 成			
						C _n H _m	H ₂	C _n H _{2n+2}	n
625	30	249	33.7	1.051	14,800	43.6	9.8	41.3	1.49
645	30	402	54.1	1.042	15,900	43.0	10.0	41.7	1.49
675	30	601	74.4	0.952	13,700	39.7	13.6	41.6	1.35
625	40	161	28.3	1.081	15,800	41.1	10.2	43.2	1.78
645	40	355	48.4	1.051	16,200	41.9	11.6	43.7	1.61
675	40	405	49.6	0.974	15,200	42.4	13.0	40.9	1.37

以上の結果より明かなる如く眞鋅管を使用せる場合の生成瓦斯の性狀は銅管の場合に比し稍劣ると雖も本實驗の目的には使用し得るものと認む

(4) 「カロライズド」鋼管

鋼管に「アルミニウム」を滲透せしめたる所謂「カロライズド」鋼管は耐高温材質として或は鐵の破壊的な接觸作用を有せざる特殊の材質として屢々利用されるものなり 本實驗に於ても鐵管の代用として「カロライズド」鋼管を用ひ材質の影響に就きて實驗せり

直立式装置に依り試料を上部より導入せる場合の結果次の如し 減圧度 50 m.m. Hg.

温 度 (°C)	速 度 (c.c./hr.)	瓦 斯 生成量 (立/分)	瓦斯化率 (%)	比 重	發熱量 (Cal/m ³)	生 成 瓦 斯 組 成			
						C _n H _m	H ₂	C _n H _{2n+2}	n
590	40	153	21.6	1.092	16,300	41.1	11.0	44.0	1.80
625	40	336	45.2	1.041	16,000	43.8	11.3	39.7	1.62
645	40	404	52.5	1.005	15,900	44.1	11.8	40.1	1.49
625	10	451	56.8	0.975	14,000	41.1	11.6	44.0	1.52
625	20	406	51.8	0.989	15,300	43.7	11.2	38.5	1.45
625	30	246	33.7	1.024	16,000	44.0	10.8	39.7	1.61
625	50	134	18.3	1.054	16,210	43.7	11.1	40.7	1.67
625	60	114	16.0	1.088	16,600	43.1	10.8	41.9	1.77

上記の実験結果より見るに生成瓦斯の性状及収量に於て石英管・銅管並に眞鍮管に比して遜色無し 又遊離炭素の生成も殆んど認め得ず工業的装置の材質として最も適當せるものと認めれば更に直立式試料を下部より導入するもの及水平式装置によりて實驗し「コロライズド」鋼管を使用せる時の最も適當せる溫度及分解條件を決定せんとす

直立式下部より試料を導入する場合の實驗 (減壓度 50 m.m. Hg.)

溫度 (°C)	速度 (c.c./hr.)	瓦斯 生成量 (cc/hr.)	瓦斯化率 (%)	比重	發熱量 (Cal/m ³)	生成瓦斯組成			
						C _n H _m	H ₂	C _n H _{2n+2}	n
600	40	197	28.5	1.112	17,700	45.6	9.1	42.6	1.83
620	40	291	41.3	1.098	17,400	46.2	9.7	40.4	1.65
640	40	340	49.5	1.077	16,800	46.5	11.5	39.3	1.56
660	40	532	69.6	1.010	15,600	44.0	12.8	41.3	1.51
640	20	411	53.8	1.013	15,800	42.9	12.0	42.5	1.37
640	30	361	48.8	1.045	16,600	46.5	11.3	40.1	1.53
640	50	263	37.5	1.099	17,500	49.0	11.3	36.6	1.59

水平式装置に依る實驗 (減壓度 50 m.m. Hg.)

溫度 (°C)	速度 (c.c./hr.)	瓦斯 生成量 (cc/hr.)	瓦斯化率 (%)	比重	發熱量 (Cal/m ³)	生成瓦斯組成			
						C _n H _m	H ₂	C _n H _{2n+2}	n
600	30	135	19.0	1.097	17,500	42.2	9.2	43.2	1.82
620	30	228	32.7	1.082	17,500	44.1	11.3	39.8	1.73
640	30	331	45.4	1.050	17,000	44.2	11.7	37.7	1.55
660	30	551	69.4	0.975	16,300	43.8	11.1	43.7	1.43
620	10	329	43.6	1.048	15,600	42.8	11.0	42.3	1.72
620	20	303	36.4	1.071	17,000	43.8	10.9	41.8	1.77
620	40	137	19.7	1.104	17,200	43.1	10.0	43.9	1.80
640	20	412	57.3	1.076	16,400	45.8	9.6	41.4	1.68
640	40	311	44.2	1.098	17,500	44.1	7.3	44.4	1.59
640	50	255	37.0	1.123	17,100	45.8	4.6	45.9	1.60

即ち反應管として「コロライズド」鋼管を使用せる場合は一般に石英反應管の場合に比し分解に最も適當せる溫度が少しく高し 従つて瓦斯化率も亦稍大なる値を示し生成瓦斯の性状は良好なり

次に直立式上部下部並に水平式の各様式に於ける成績を比較すれば生成瓦斯の性状は各様式に於て見るべき差違を認めず其の収量の最も大なるものは航空船燃料として最も適當せる比重 1.04 以上の瓦斯を生成する條件に於ては

様式	反應條件		收量 (%)
直立式 (上部)	625 °C	40 c.c./hr.	45
〃 (下部)	640 °C	40 c.c./hr.	50
水平式	640 °C	20 c.c./hr.	57

又航空船燃料として使用し得る低度のもの 即ち比重 1.00 附近の瓦斯を生成する條件に於ては

様式	反應條件		收量 (%)
直立式 (上部)	645 °C	40 c.c./hr.	53
〃 (下部)	660 °C	40 c.c./hr.	70
水平式	660 °C	30 c.c./hr.	69

上記の如くにして直立式 (下部) のもの及水平式のもの良好なる成績を示す然れども直立式にして試料を下部より導入する様式のものにあつては石英管を使用せる場合と同様に分解生成物か反應管の加熱部分より出する位置即ち反應管の上端に「ビッチ」様「コークス」を生成堆積し長時間の實驗中には反應管を閉塞する欠点を有し工業的に應用せんとする際には之に對し特別の對策を講ずる必要あり

上記の如く「コロライズド」鋼管を使用し水平式実験装置を以て実験する時には唯一回の熱處理に依りて比重 1.04 を超ゆる良質の瓦斯を試料に對し 57 % 收得するを得たり 而して此の時に生成する「タール」は約 30 % の不飽和分を含有し 100°C 以下の溜分約 70 % を有す故に此の 100°C 以下の溜分を探り同じ装置に依りて再び実験せるに其の結果次の如し (温度 640°C, 減壓度 50 m.m. Hg.)

速度 (c.c./hr.)	瓦斯 生成量 (g/hr.)	瓦斯化率 (%)	比重	發熱量 (Cal/m ³)	生成瓦斯組成			
					C _n H _m	H ₂	C _n H _{2n+2}	n
30	225	30.8	1.061	16,000	45.6	5.7	46.3	1.40
40	204	28.7	1.080	17,100	46.4	4.7	46.1	1.35

即ち「タール」を再度分解する場合は最初の分解よりも收量に於て著しく悪し 然れども生成瓦斯の性状は實驗結果の示す如く良質のものなれば之を一部分原試料に混合して用ふるが如き方法に依りて再度使用し得るものの如し

以上の諸實驗に於ては試料は西山産天然揮發油を普通の蒸溜に依りて 100°C 迄に溜出せる部分を使用したるも次に原試料を其の儘使用する實驗を行ひ之を同條件の下に實驗せる従前の結果と比較せば次の如し

裝置様式 直立式上部 温度 625°C 試料速度 40 c.c./hr.
減壓度 50 m.m. Hg.

試料	瓦斯 生成量 (g/hr.)	瓦斯化率 (%)	比重	發熱量 (Cal/m ³)	生成瓦斯組成			
					C _n H _m	H ₂	C _n H _{2n+2}	n
100°C 以下	336	45.2	1.041	16,000	43.8	11.3	39.7	1.62
原油	338	45.9	1.046	16,100	42.5	11.3	42.4	1.63

試料の 100°C 以下の溜分を用ひたる時と原油其の儘使用せる時とは殆んど同様な性状の瓦斯を生成し其の收量に於ても亦變化なし

7. 結 論

以上の實驗結果を要約せば次の如し

1. 分解温度は低温度の時には生成瓦斯の性状は良好なるも收量悪く温度の上昇と共に收量を増大するも反對に瓦斯の性状を低下せしむる關係にありて本實驗の目的には 620° 乃至 650°C が最も適當とす
2. 試料流入速度は製品に及ぼす影響大なるを以て正確に流入し一定の蒸氣速度を以て反應管内に入る様注意せざれば常に一定の製品を得ることを得ず
3. 減壓度は試料及生成物の管内流動状態を左右するものにして夫々の温度及流入速度に應じ最も適當せる減壓度を有するものの如し
4. 反應管の型式は水平式、直立式上部より導入及直立式下部より導入の三者に於て著しき差違は認め得ざれども水平式が最も良好なるものの如し
5. 反應管材質は石英管、鐵管、銅管、真鍮管及「コロライズド」鋼管の内「コロライズド」鋼管最も良好なる結果を與ふ
6. 水平式「コロライズド」鋼管を使用する時には試料に對し 57 % の良質なる瓦斯を得 此の時副生する「タール」は 100°C 以下の溜分を約 70 % 含有す 之を再度分解する時には原試油の 65 % の瓦斯を收得する事を得

(昭和七年五月二十八日稿)