

内 容	目次	1頁
	本文	15頁

秘

研究實驗成績報告

(秘) 第 15 號

航空船發動機用瓦斯燃料の製造 に關する研究 (第二報)

中 規 模 實 驗

燃研秘第四號ノ
一〇〇

昭和八年六月三十日

法分處
尾
要
通
報
燃
料
廠

海 軍 燃 料 廠

研究實驗成績報告(秘)第一五號目次

1. 目 的	233
2. 成 果	233
3. 西山産天然揮發油及航空二號揮發油の分解	234
I. 装置及實驗方法	234
II. 實驗成績	236
III. 「ブライン」温度と瓦斯の比重との關係	242
IV. 所要電力	242
4. 頁岩油の分解	243
(1) 装 置	243
(2) 實驗成績	244
5. 總 括	246

航空船發動機用瓦斯燃料の製造に 關する研究 (第二報)

中 規 模 實 驗

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
海軍燃料廠研究部附
技 生 福 谷 米 輔

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實驗を中規模裝置を以て行ひ併せて之が實用試驗の試料を試作せんとす

2. 成 果

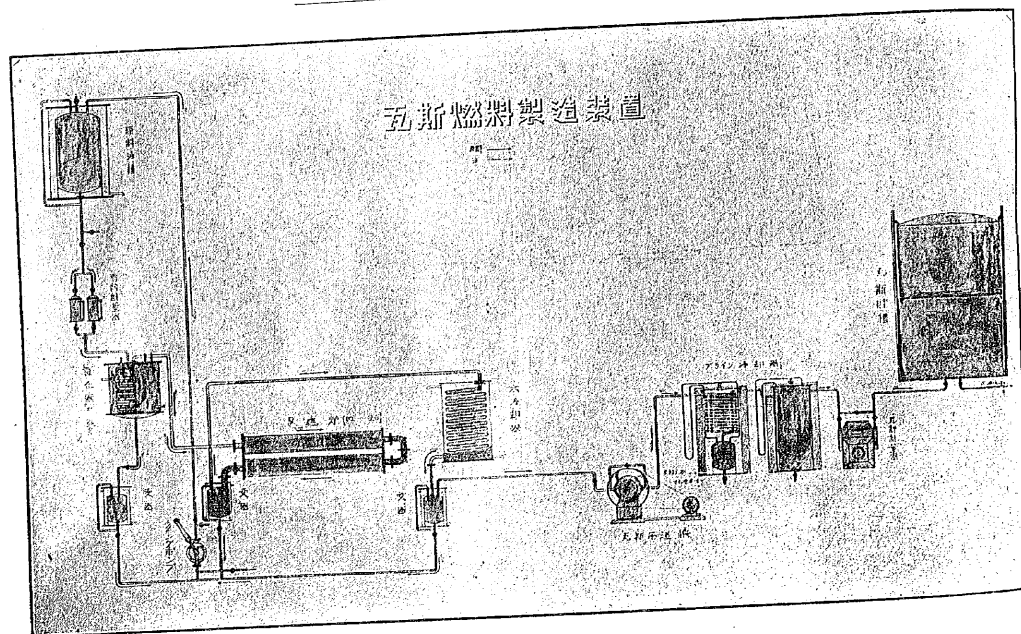
先に實驗室で行へる本瓦斯の製造法研究の成果に基き毎時 2 立方メートルの生産能力を有する中間規模の分解爐を製作し之に依りて新潟縣西山産天然揮發油並に航空二號揮發油の分解 蒸溜を行ひ廣工廠に於て施行さるる實用試驗の試料として 1000 立方メートルの本瓦斯を製造したり。尙本裝置を改良せる分解爐に依りて頁岩油の分解を行ひたる結果揮發油より得たるものと性状良く類似し航空船用瓦斯燃料として使用し得べきものを收量よく製造し得る事を認めたり

3. 西山産天然揮發油及航空二號揮發油の分解

I. 装置及實驗方法

次圖は本實驗に使用せる装置の概要を示すものにして原料は原料油槽より原料計器を通りて氣化器に入り蒸氣加熱に依りて氣化せられたる後

第一圖



反應管に入りて分解せらる 生成瓦斯は空氣冷却「タール」受器、水冷却受器を通過したる後瓦斯壓送唧筒に依りて -10°C に冷却されたる濃鹽水冷却器に入り此の所に於て混在する輕質油分を完全に分離し瓦斯計量器を通りて貯槽に貯へらるものなり 而して各部の構造を詳述せば次の如し

(1) 原料油槽

高さ 5 米の檣上に据付けたる鐵製「タンク」にして 750 立の内容を有す 原料送入には手働唧筒を使用す

(2) 原料油計量器

直徑 20 糎 深さ 45 糎の砲金製円筒形「タンク」2 個よりなり原料油槽より落差に依りて導かれたる原料油は本器に入り其の下部に取付けられたる針弁の開度を加減する事に依りて一定の速度を以て氣化器に入る 尙此の部分には別に硝子製秤量円筒を附隨せしめ之に依りて針弁の開度を調節す

(3) 氣化器

92.5 糎立方の鐵製の箱にして内部に 1 吋鐵管 32 米を裝備し之に蒸氣を通じて箱中の原料油を氣化せしむ

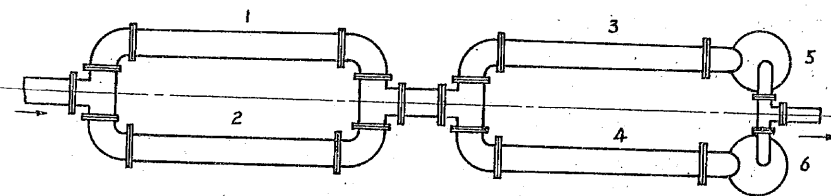
(4) 受器

氣化器に於て氣化せざる部分を捕收す 内容 41 立

(5) 分解装置

反應管は内徑 4 吋 長さ 10 呎の「カロライズド」鋼管 4 本を用ひ 2 本宛並列せるものを上下二段に置き兩者を直結せり 其の連結様式を圖示すれば次の如し

第二圖



1. 2. 3. 4 は各反應管 5. 6 は空氣冷却受器なり 各反應管の加熱には長さ 9 呎 最高使用電力 7 K. W. H の「ニコロム」電氣爐を使用し自働電流斷續器に依りて反應管内部の温度を 600°C に調節せり

(6) 空冷受器

反應管直後の「タール」受器にして内容積 41 立

(7) 水冷却器及受器

直徑 91.5 糎 深さ 152.5 糎 の円筒形水槽中に 2 吋 瓦斯管 26 米を螺旋狀に裝置す

(8) 瓦斯壓送器

毎時 15 立米能力のものにして之に依りて反應管内の壓力を -50 耗(水銀柱)に調節す

(9) 「ブライン」冷却器

直徑 70 糎 深さ 154.5 糎 の円筒形「ブライン」槽中に 1 吋 銅管 34 米を裝備し之を -10°C に冷却されたる鹽化「カルシウム」濃鹽水を以て冷却す

(10) 瓦斯貯槽

容量 50 立米

II. 實驗成績

本實驗は前記中規模裝置を用ひて航空船用瓦斯体燃料を試製せんとする目的を以て行ひたるものにして分解温度を 600°C に一定し試料通過速度を變化する事に依りて生成瓦斯の比重を 1.04 附近に保ちつつ實驗を繼續せるものなり

先づ西山産天然揮發油の分解成績を示せば次の如し 本表は毎 4 時間毎の成績を記載せるものにして瓦斯發生量及生成瓦斯の比重は 1 時間毎に測定し 4 時間毎に其の平均を取り瓦斯分析及發熱量測定は 4 時間毎に

行へり 瓦斯分析は「ヘンベル」法に依り飽和炭化水素は「メタン」及「エタン」として計算せり 比重は瓦斯天秤を以て測定し發熱量は「ユニオン」熱量計を使用せり

試料裝入速度 (立/時)	瓦斯生成量 (立米/時)	生成瓦斯比重 (air=1)	同發熱量 (Cal/立米)	同 組 成							
				CO ₂	C _n H _m	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	N ₂
10	1.02	1.012	—	0.2	34.5	2.9	0.4	10.8	8.1	38.1	5.0
5	1.77	0.917	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	1.75	0.968	—	0.0	39.6	0.2	0.6	16.1	19.7	23.3	0.5
9	1.80	0.970	—	0.0	39.1	1.0	0.4	14.2	18.4	24.4	2.5
10	2.11	0.975	—	0.0	37.3	2.9	0.3	17.3	4.8	28.0	9.4
11	2.03	1.010	14,950	0.5	41.1	0.4	0.4	14.4	18.4	24.8	0.0
12	1.80	1.025	15,870	0.8	42.3	0.4	0.7	13.4	15.6	24.6	2.2
13	1.85	1.040	14,060	0.2	44.1	0.4	0.3	13.2	12.6	29.1	0.1
14	1.65	1.052	—	0.8	39.4	1.9	0.4	12.7	12.1	31.5	2.2
13	1.17	1.060	17,520	1.0	39.0	0.3	0.4	13.0	10.7	35.6	0.0
〃	1.61	1.060	17,120	0.7	41.7	0.6	0.5	13.6	11.9	30.5	0.5
〃	1.98	1.050	16,350	0.7	41.1	0.7	0.7	12.5	13.6	29.5	1.2
〃	2.10	1.048	16,350	0.4	42.2	0.6	0.2	13.0	11.8	31.7	0.1
〃	2.03	1.025	15,960	0.4	41.0	0.4	0.4	13.3	15.0	30.1	0.0
〃	1.79	1.035	16,300	0.8	41.5	0.5	0.6	14.1	13.6	30.5	0.0
〃	1.61	1.037	17,040	0.8	41.0	0.7	0.4	12.6	11.4	33.1	—
〃	1.44	1.052	16,940	0.6	39.1	0.7	0.5	11.8	11.8	35.0	0.5
〃	1.62	1.050	16,460	0.8	40.5	0.7	0.4	12.7	9.2	35.7	—
〃	1.56	1.040	15,670	0.9	41.7	0.6	0.4	13.5	7.3	34.9	0.7
〃	1.51	1.034	16,600	0.4	41.2	0.3	0.6	13.2	9.7	34.5	0.1
〃	1.75	1.038	16,450	0.9	40.9	0.8	0.4	13.1	11.9	32.4	—
〃	1.80	1.035	17,040	0.4	41.3	0.4	0.4	13.8	11.5	31.1	1.1
〃	1.50	1.031	16,210	0.3	40.0	0.7	0.2	14.0	6.6	36.5	1.7
〃	2.00	1.043	—	0.6	45.2	1.0	0.5	12.6	10.9	28.5	1.7
〃	2.31	1.035	15,150	1.0	42.0	0.4	0.4	13.6	13.6	29.2	—
〃	2.26	1.032	—	0.2	38.1	2.5	0.2	12.3	15.3	25.9	5.5
〃	2.08	1.040	14,970	0.8	38.5	0.3	0.3	14.1	14.1	30.7	0.2
12	2.03	1.019	15,880	1.0	40.1	0.7	0.5	12.7	16.2	27.7	1.1
〃	1.53	1.020	14,060	1.0	39.4	0.6	0.7	13.0	5.0	40.2	1.1
〃	1.41	1.023	14,060	0.3	37.1	0.8	1.1	13.4	7.3	38.8	1.2

12	1.56	1.027	15,140	0.7	39.9	0.5	0.5	14.0	7.5	36.7	0.2
〃	1.75	1.035	14,950	1.0	41.3	0.6	0.4	13.6	11.3	32.8	—
〃	1.29	1.041	16,510	0.2	42.4	0.4	0.3	13.5	10.2	34.0	—
〃	1.42	1.040	16,850	1.8	38.8	0.6	1.6	13.7	9.2	33.2	1.1
〃	1.32	1.045	15,130	0.6	41.6	1.0	0.3	13.6	6.0	36.8	0.1
〃	1.68	1.030	14,780	0.6	40.8	0.8	0.4	11.5	17.0	28.5	0.4
〃	1.55	1.031	16,850	1.8	38.8	0.6	1.6	13.7	9.2	33.1	1.1
〃	1.34	1.034	17,540	1.0	40.7	0.7	0.8	11.5	8.0	36.4	0.9
〃	1.77	1.030	16,240	1.0	40.7	0.5	1.0	13.6	11.4	31.8	—
〃	1.88	1.042	16,860	0.3	43.2	0.7	0.1	13.3	9.4	33.9	—
〃	1.40	1.041	17,760	0.5	44.2	0.4	0.4	13.6	6.5	34.8	—
〃	1.66	1.055	16,500	0.0	43.3	0.6	0.9	13.2	8.8	34.2	—
〃	2.04	1.027	16,400	0.0	42.2	0.5	1.1	13.5	1.7	40.5	0.5
〃	1.51	1.034	16,240	0.0	40.7	0.5	0.9	13.0	2.9	41.7	—
〃	1.76	1.020	16,610	0.2	42.8	0.6	0.8	13.3	1.7	40.0	—
〃	1.95	0.990	—	0.0	41.6	0.4	0.7	13.7	4.3	37.6	1.7
〃	1.64	1.009	16,710	0.0	39.0	0.4	0.6	13.9	4.3	39.6	2.2
〃	2.59	1.006	15,380	0.0	38.8	0.2	0.7	13.2	4.8	39.6	2.7
11	2.67	1.050	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	1.69	1.070	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	1.40	1.075	15,960	0.0	39.0	0.2	2.0	10.1	3.5	43.6	—
13	1.90	1.040	16,050	0.0	38.8	0.2	0.4	15.6	3.9	40.2	0.9
11	2.47	1.030	16,630	0.0	40.8	0.4	0.4	14.7	5.3	37.1	1.3
12	1.71	1.043	17,440	0.0	41.9	0.3	0.7	14.8	4.6	36.5	1.2
13	1.90	1.041	15,670	0.0	42.4	0.5	1.0	14.6	6.7	34.8	—
13	1.45	1.043	15,860	0.0	40.5	0.5	0.8	13.8	9.3	34.9	0.2
13	1.17	1.062	16,330	0.0	39.4	0.4	0.4	13.0	4.8	41.5	1.7
以下積 反せる 管内炭 素堆	2.16	1.020	15,760	0.0	35.0	0.4	0.5	18.7	5.8	38.8	1.1
況不調 （約13 立）	2.68	1.002	16,640	0.0	38.2	0.4	0.8	13.1	19.2	27.1	1.2
積せる 炭素堆	2.11	1.020	14,780	0.0	43.5	0.6	0.4	15.5	8.9	31.0	0.1
炭素堆	2.08	1.028	14,820	0.0	42.7	0.5	0.5	14.6	11.2	30.3	—
炭素堆	2.04	1.042	14,970	0.0	41.5	0.7	0.6	14.9	11.4	30.9	—
炭素堆	1.76	1.030	16,160	0.0	38.6	0.2	1.0	15.0	13.7	30.4	1.1

以上 268 時間実験を行へる時に反応管内に「レトルトカーボン」が充満し原料油の装入に不調を來したるを以て実験を中止し其の成績を検査

せり 即ち原料油装入速度は毎時 12 立 或は毎時 13 立 のもの最も良
く毎時平均 1.76 立方メートルの瓦斯を生成す 而して本実験に於ける原料及
生成物の精算關係は次の如く

使用原料（西山産天然揮發油） 3,228 立（比重 0.720） 2,324 斤	
「タール」空氣冷却受器 1,263 立（比重 0.742）	937 斤
水冷却受器 881 立（比重 0.722）	636 斤
「ブライン」冷却受器 114 立（比重 0.696）	79 斤
氣化器殘渣 50 立（比重 0.763）	38 斤
生成瓦斯 473 立方メートル（平均比重 1.030）	593 斤
「レトルトカーボン」	11 斤
計	2,294 斤

之より計算せる生成物の收量は次の如し

瓦斯	25.5 %
「タール」	71.1 %
氣化器殘渣	1.6 %
「レトルトカーボン」	0.5 %
損失	1.3 %

此の内「タール」の性状を原料天然揮發油のそれと比較せば次の如く

	比 重	不飽和分 (80% 鹼型に吸 収するもの)	芳香族分 (80% 鹼型に吸 収するもの)	飽 和 分
空氣冷却	0.742	7.4	16.0	76.6
水冷却	0.722	8.0	14.0	78.0
「ブライン」冷却	0.696	8.6	11.0	80.4
天然揮發油	0.720	3.0	7.0	90.0

其の性状に著しき變化なきを以て此の「タール」を其の儘再び原料として使用することを得るも其の實驗結果は次の例に於て見る如く

試料速度 (立/時)	瓦斯生成量 (立方米/時)	瓦斯比重 (air=1)	發熱量 (Cal/立方米)	組成							
				CO ₂	C _n H _m	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	N ₂
12	1.08	1.035	—	0.2	42.8	0.7	0.3	16.2	17.9	21.2	0.7
12	1.29	1.016	—	0.2	40.6	1.0	0.6	23.2	18.5	15.1	0.8

瓦斯生成量が比較的僅少なり 次に生成せる「レトルトカーボン」は
 稍褐色を帯びたる粉末にして反應管内に充滿し居れり 實驗後反應管の
 加熱部分（長さ 9 呎）を 1 呎 宛に區割し其の各部分の炭素の量を測定
 せるに其の分布状態も次の如く 4 本の反應管に於て大差なし

「レトルトカーボン」の量

反應管	1 呎	2 呎	3 呎	4 呎	5 呎	6 呎	7 呎	8 呎	9 呎
上段 { ①	0	0	0.02	0.085	0.205	0.568	1.010	1.360	0.193
②	0	0.002	0.025	0.046	0.050	0.218	0.262	1.198	0.102
下段 { ③	0	trace	0.053	0.068	0.110	0.356	0.865	1.198	0.110
④	0	trace	0.040	0.035	0.160	0.355	1.082	1.362	0.153
總計	11.19 k. g.								

次に原料として航空二號揮發油を用ひて行へる實驗の一例を示せば次
 の如し 實驗結果は 4 時間毎の成績を表し實驗方法及其の他の條件は西
 山産天然揮發油の場合と全く同様なり

原料油 装入速度 (立/時)	瓦斯 生成量 (立方米/時)	生成瓦斯 比重 (air=1)	同發熱量 (Cal/立方米)	組成							
				CO ₂	C _n H _m	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	N ₂
12	1.55	0.960	—	0.0	38.2	1.0	0.8	24.0	19.2	16.0	0.8
〃	1.75	0.983	—	0.0	41.6	0.2	1.0	17.0	20.6	19.4	0.2
〃	2.04	1.003	—	0.0	42.2	0.4	1.0	14.6	24.8	16.9	0.1
〃	1.90	1.000	—	0.0	46.0	0.4	1.0	14.7	19.0	18.4	0.5
〃	2.20	1.003	—	0.0	42.6	1.0	0.6	15.1	20.6	18.4	1.7
〃	1.60	1.009	—	0.0	41.0	0.4	0.8	13.2	15.2	19.0	0.4
〃	1.71	1.014	—	0.0	42.2	0.6	0.6	15.2	21.5	18.6	1.3
〃	1.90	1.018	—	0.1	42.9	0.8	0.7	16.0	15.5	22.7	1.3
〃	1.59	1.027	—	0.0	41.4	0.6	0.6	16.6	18.3	21.8	0.7
〃	1.45	1.029	—	0.1	37.7	0.4	0.5	17.1	20.0	21.4	0.8

上記成績の平均値を天然揮發油の場合と比較せば次の如し

區分		航空二號揮發油	天然揮發油
瓦斯生成量 (立方米/時)		1.77	1.76
瓦斯比重 (air = 1)		1.005	1.030
瓦斯組成 (%)	C _n H _m	42	41
	O ₂	0.5	0.7
	CO	0.8	0.7
	H ₂	16	13
	CH ₄	20	11
	C ₂ H ₆	19	32
N ₂		2	2

即ち原料として航空二號揮發油を用ふるも天然揮發油と殆んど相等し
 き收量を以て目的の瓦斯を收得し得れども瓦斯の品質は稍劣り水素及
 「メタン」を比較的多量に含有す 従つて比重は少しく小さき値を示す

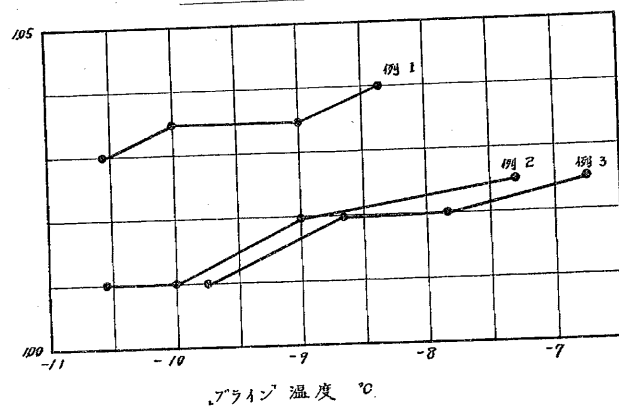
III. 「ブライン」温度と瓦斯の比重との関係

本実験に於て生成する瓦斯は主として「メタン」「エタン」「エチレン」「プロピレン」及水素とより成るも少量の高級炭化水素瓦斯を含有するを以て「ブライン」温度の如何に依りて之等高級瓦斯の含有量が變化し従つて瓦斯の比重も之に依りて左右されるものなり 前章の実験は孰れも「ブライン」温度を -10°C 附近に調節して行ひたるものなるも温度變化が比重に及ぼす影響を二三の瓦斯に就きて実験せる結果は次の如く -10°C 附近に於ては「ブライン」温度の 1°C の變化に依りて比重は約 0.005 變化す

IV. 所要電力

本実験装置の分解爐に於て消費する電氣量は爐内の温度を分解温度に保持するに 18 K. W. H. を要し分解實行時に於ては 25 K. W. H. を要

第 三 圖



す 此の場合爐の温度を保持するに要する 18 K. W. H. は主として爐壁よりの熱の副射に消費されるものなれば保温設備を完備する事に依り

て或程度迄遅延せしめ得べく實際分解に所要する電力は 7 K. W. H. なり而して瓦斯生成量は毎時 1.76 立方米なれば 1 立方メートルの瓦斯を製造するには約 4 K. W. H. の電力に相當する熱を必要とす

4. 頁岩油の分解

前章迄の実験は揮發油を原料とせるものなるも本瓦斯を工業的に生産せんとする場合には成る可く安價なる原料を使用する事を必要とするものなれば本実験に引き續き頁岩油の分解に就きて實驗せり

試料頁岩油は海軍に於て使用しつつある頁岩重油にして比重 0.899 のものなり 本試料は 360°C 迄に溜出する部分は 65% にして「ピッチ」分を多量に含有するものなれば揮發油を原料とせる場合の如く瓦斯状態として反應管内に導入する事を得ず又其の含有する「ピッチ」分は反應管内に於て「コークス」化する傾向の大なるものなれば前章に於ける分解爐を其の儘使用する事を得ざる關係上其の一部分を改造せる装置を以て實驗せり

(1) 装 置

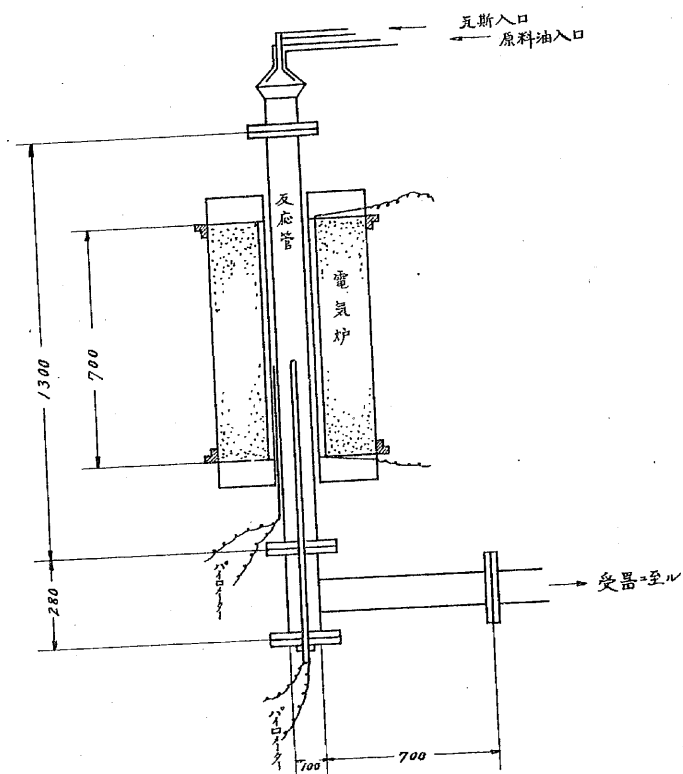
實驗装置は揮發油の分解に用ひたるものの氣化器及分解爐を取り去り其の代りに次圖の如き分解爐を裝備し又水冷却器の「コイル」を取り去りて内部に「コークス」を充せる「タール」分離器に改造せり 其の他の部分は前装置其の儘使用せり

分解爐は圖の如く加熱部分の長さ 75 厘の「シュリット」電氣爐を直立し其の中に長さ 130 厘の 4 吋「カロライズド」鋼管を通したるものなり

原料は原料計量器を通りて液狀の儘原料油入口より反應管の上部に入り壁を傳つて落下せしむ 瓦斯入口は装置内の空氣を石炭瓦斯にて置換

する時にのみ使用するものにして頁岩油分解時は閉塞し置くものなり

第 四 圖



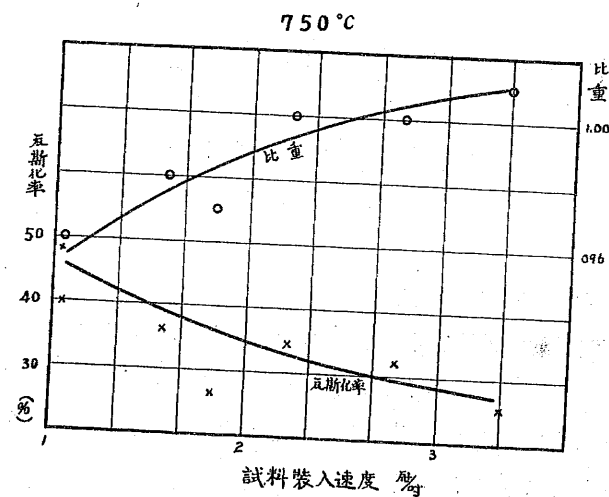
(2) 實驗成績

實驗は反應管の外側の温度を 750°C 及 800°C に保ち試料装入速度を變化して行へり 此の時反應管内部の温度は之より約 120°C 低く夫々 630°C 及 680°C 附近を上下せり 又反應管内の壓力は大氣壓と同壓に調節せり 其の實驗結果は次の如し

温度 (°C)	試料速度 (g/時)	瓦斯発生量 (立方分/時)	生成瓦斯比重 (air=1)	組成								瓦斯化率
				CO ₂	C ₁ H ₄	O ₂	CO	H ₂	C ₁₀ H ₂₀₊₂	(n)	N ₂	
750	1.05	0.42	0.96	9.5	37.6	2.6	0.8	7.8	37.0	1.2	14.2	48.8
〃	1.58	0.48	0.98	0.6	46.6	0.6	1.8	7.8	36.4	1.2	4.6	36.0
〃	1.83	0.41	0.97	2.0	47.8	1.4	1.8	3.6	36.2	1.2	9.5	26.4
〃	2.11	0.60	1.00	0.3	47.9	1.2	1.4	7.2	36.9	1.3	5.1	34.4
〃	2.78	0.74	1.00	0.2	51.1	0.5	1.1	6.2	40.0	1.3	0.9	32.2
〃	3.33	0.69	1.01	0.2	53.5	0.5	1.2	5.9	37.9	1.3	0.8	25.4
800	2.37	0.92	0.96	0.2	46.1	0.5	1.3	9.0	41.1	1.2	1.8	45.2
〃	2.40	0.80	0.99	1.2	47.6	0.7	1.9	8.0	36.9	1.2	2.5	40.0
〃	2.64	1.03	0.96	0.0	47.3	0.5	2.2	11.0	37.8	1.2	1.2	45.4
〃	2.68	0.86	0.97	0.4	49.8	1.0	1.4	6.3	37.9	1.8	1.4	38.7
〃	2.98	1.00	0.95	0.4	43.8	0.8	1.8	6.4	43.6	1.0	2.2	39.5
〃	3.12	0.91	0.99	0.0	49.8	0.4	1.6	8.7	37.6	1.2	1.9	35.0
〃	3.55	1.04	0.98	0.0	49.2	0.4	1.2	8.9	39.3	1.2	1.0	35.0
〃	3.90	1.09	0.99	0.2	50.2	0.5	1.4	7.6	38.3	1.2	1.8	33.5

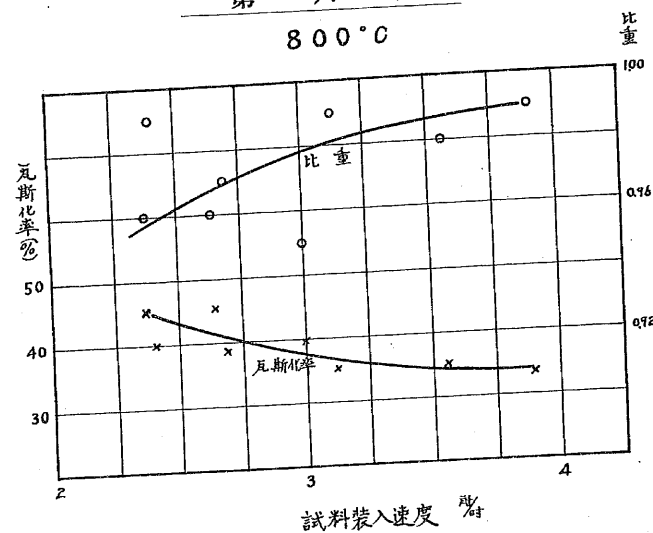
上記の結果より試料装入速度の變化に對する瓦斯の比重及瓦斯化率を圖示せば次の如く 750°C, 800°C, 共に試料速度が増加すると共に瓦斯化

第 五 圖



第 六 圖

800°C



率は減少するも反対に生成瓦斯の比重は大となる傾向を有し 750°C の実験に於ては比重 1 を超過し航空船用燃料として使用し得べき瓦斯を約 30% の瓦斯化率を以て生成し前章に於ける揮發油の実験に於ける 25% よりも寧ろ優秀なる成績を示せり 800°C に於ては瓦斯化率は更に増加し約 35% と成るも生成瓦斯の比重は稍小さく 0.98 乃至 0.99 の値を示す

5. 總 括

(1) 航空船發動機用瓦斯体燃料の製造に關し第一報實驗室研究の成果に基き毎時 2 立方メートルの瓦斯生産能力を有する中規模装置を製作し西山産天然揮發油及航空二號揮發油を原料として 1,000 立方メートルの瓦斯を試作せり 其の收量は 25.5% なり

(2) 本装置を改造せる装置を用ひ頁岩重油を原料とする實驗を行ひ航空船用燃料として使用し得べき瓦斯を 30% の收量を以て製造し得る事を認めたり

(昭和七年五月二十八日稿)