(4) クロムめっきリングは表面の油膜がうすくなるためピストン温度を低下させる傾向がある。

(5) ピストンすきまのピストン温度に与える影響は大きく、すきまの小さいところでとくに著しいから、すきまを可能限度に小さくすればピストン温度を低下できる。とくにトップランドの部分を鋭敏に下げうる。

研究に当り御指導賜わった京都大学 長尾不二夫教授に対し深じんな謝意を表するとともに、実験に協力された小倉政一および寄高 進の両氏にお礼申しあげる。また実験に使用したリングはすべて帝国ピストン

リング会社の御援助によった。記して謝意を表する。

文 献

- (1) たとえば大井上, 高速ディーゼル機関 (昭 29), 310, 山海堂.
- (2) たとえば海老原, ピストンリング (昭 29), 36, 日刊工業新聞社.
- (3) T.O. Hunt, *Gas Oil Power.*, **52**, 628 (1957-7), 159.
- (4) 南, 機械学会誌, **62**, 487, (昭 34-8), 1159.
- (5) 南, 向原, 機械学会論文集, **26**, 168 (昭 35-8), 1160.
- (6) S. Eilon & O.A. Sanders, *Proc. Inst. Mech. Engr.*, **171** (1957), 427.
- (7) 古浜, 機械学会論文集, **24**, 148 (昭 33-12), 1033.
- (8) G. Eichelberg, *Engineering* (1937-11-17), 547.
- (9) (6) とおなじ. ただし境界条件を S. Eilon らは第 5 図において $x=0$ および a で $p=0$ および p_1 としているが, われわれは $x=0$ および a でともに $p=0$ とした.

621. 436. 019. 2-57

ディーゼル機関の始動性について*

(第 1 報, 始動とプレリアクションの関係)

深 沢 正 —**

Cold Start Performance of Diesel Engine

(1st Report, Effects of Prereaction on Cold Start)

by Shōichi FUKAZAWA

A series of studies on combustion mechanism in cold start of diesel engines conducted by means of chemical analysis, flame observation, measurement of compression pressure and motoring torque are presented in this paper.

For the purpose of making the cold start easy, it is generally practiced to add some amount of liquid fuel, such as gasoline, into the intake air. Then such gasoline-air mixture makes a prereaction by compression heat, which increases the compression pressure and decreases the motoring torque as well.

It was clarified by the analysis of the exhaust gas that peroxide and aldehyde are produced. In the intermediate products, peroxide promotes the ignition and formaldehyde acts as an inhibitor.

Addition of methane or town gas to suction air inhibits the prereaction. In start test with ordinary injection of fuel, addition of these gases strongly inhibits the ignition of the fuel. In starting, using only the injected fuel, the combustion is supposed to be the "low temperature mode".

1. 緒 言

ディーゼル機関は、火花着火機関に比し冷始動が困難であり、始動を容易にするため古くからいろいろの方法が行なわれている。たとえば、自動車用機関ではグロープラグを用い、小形はん用機関では吸気管中にガソリンを注入したり、または着火紙を使用して着火

しやすくし、トラクタ用機関では始動の際ガソリン機関として始動するとか、または始動用にガソリン機関を備えるなどという方法が行なわれている。この他、外気温度のはなはだしく低い場合には、吸気管内で燃料を燃したり、あるいは、エーテルのように着火性のよい燃料を吸気中に混入させるといったことが実行されている。D. E. Kilty⁽¹⁾によると、ジエチルエーテルの吸入とグロープラグの使用によって、 -54°C の低温度において始動が可能である。しかし、通常必要の多い -20°C くらいまでの始動の際にエーテルを吸入さ

* 昭和 30 年 9 月 18 日 札幌臨時大会講演会, 昭和 31 年 10 月 6 日 北海道地方講演会および昭和 32 年 7 月 11 日 創立 60 周年記念地方第 2 区 (札幌) 講演会において講演, 原稿受付 昭和 35 年 12 月 12 日.

** 正員, 北海道大学工学部 (札幌市北 12 条西 8 丁目).

せると圧縮中に着火し、逆転し、危険な場合がある。これまでに各種ディーゼル機関の始動性の実験結果は発表されているが、始動時における着火の機構については、あまり研究が行なわれていないようである。

本研究は、冷始動時における着火機構を調べる目的で、ディーゼル機関の吸入空気中にガソリンのような液体燃料、またはホルムアルデヒド、メタンのような気体燃料を混入させた際圧縮による変化をインジェクタ線図、温度およびフレイムの測定、中間生成物の分析などによって調べ、始動性に及ぼすプレリアクションの作用を明らかにしたものである。

2. 実験装置と方法

2.1 供試機関 四サイクル単シリンダ直射式機関および予燃焼室式機関 2 種類について実験を行なった。直射式機関(第1図)および予燃焼室式機関A(ヤンマー K-4 形)は、そのときの室温で実験を行なったので始動しにくい状態にするため圧縮比を下げて実験をしたが、予燃焼室式機関 B (第2図、ヤンマー ST

-95 形改造)は低温室内に設置し、機関温度を変えようようにして実験を行なった。第3図に実験装置を示す。

各機関とも、正規の噴射装置の他に一組の噴射装置を備え、これによって吸入管内に燃料を噴射しうるようにした。

2.2 計測装置 インジェクタは当研究室で製作したピエゾ電気インジェクタおよびひずみゲージインジェクタを使用した。

フレイムの測定には、燃焼室に石英の窓をとりつけ光電管(東芝 PG-50)、またはフォトランジスタ(ソニー T-102)を使用した。

これらの装置によりフレイムの発生を測定することはできたが、クールフレイムは感度不足のため測定できず、やむを得ず肉眼で観測した。

2.3 中間生成物の分析 燃焼室内に噴射した燃料、または吸気に混合した燃料は圧縮行程中に圧縮熱により化学変化をなしパーオキサイド、アルデヒド、ケトン、一酸化炭素のような中間生成物を生ずるが⁽²⁾⁽³⁾,

シリンダ内径×行程: 110×140 mm, 10HP at 1500 rpm

第1図 直射式機関

シリンダ内径×行程: 95×115 mm, 6HP at 1400 rpm

第2図 予燃焼室式機関(B)

第3図 実験装置

着火に大きな影響を持つものとしてはパーオキサイドとアルデヒドが考えられるので、これらの量を化学分析により測定した。

(a) パーオキサイドの測定 ヨードカリ法を用いた。水 1000 cc にヨードカリ 10 g を溶かし、酢酸で酸性にした溶液を作り、100 cc の注射用ポンプにこの溶液 10 cc 採っておき、このポンプで直接に排気管より試料ガスを 100 cc 採り、よく振とうしてガスを溶液に吸収させて、これをフラスコに移す。

パーオキサイドの存在によりヨードを遊離するゆえこれに指示薬としてでん粉溶液を数滴加える。これをチオ硫酸ソーダの一定濃度の溶液によって滴定しパーオキサイドの濃度を定める。

(b) アルデヒドの測定 アルデヒドの測定にはシッフの試薬を用いた。この場合も前同様 100 cc の注射器に試薬 10 cc を採り、このポンプで試料ガス 100 cc 採取し、1 時間 20°C に保った後、光電比色計で 530 m μ の光で標準液と比較してアルデヒドの濃度を定めた。

(c) 中間生成物の時間的変化について 機関停止後 10 秒経ってから採取したものは、パーオキサイド、アルデヒドともに 1/2 以下に減少してしまう。停止から採取までの間に反応が進行して安定な物質に変化するか、または管壁などに吸収されるものと考えられる。中間生成物を分析する際には、なるべく迅速に機関外に取出すことが必要である。

3. 実験結果と考察

3.1 補助(吸入)燃料の始動に及ぼす影響 直射機関を電気動力計で一定速度 (150 rpm) で駆動し、

第 4 図 補助燃料の始動に及ぼす影響

セタン価の異なる副標準燃料を噴射すると (噴射量 0.12 cc/行程, 定格出力時の 2 倍くらい) 第 4 図の黒丸の回転数において着火するが連続着火はせず、矢印の回転数より連続着火にはいる。

セタン価の高いものほど始動しやすく、セタン価 45 以下のものでは始動はきわめて困難である。

この際補助燃料として吸気中にオクタン価 (O. N.) 99 または 65 のオクタン価測定用副標準燃料を噴射すると図の点線の回転数より連続着火して始動する。補助燃料を送ると始動は容易になり、また補助燃料のオクタン価の低いもののほうが始動性のよいことを示している。

第 5 図は同じ機関で噴射燃料軽油 (噴射量 0.06 cc/行程), 250 rpm, 空気および冷却水温度 20°C, 補助燃料の種類および吸入量を変えた際のインジケータ線図, フレームの発生を示す。図において (a) 噴射燃料のみで補助燃料を送らぬ場合で、図の 2 番めから噴射を始めている。噴射を行なうと最初軽微な圧力低下がみられ、繰返しているとしだいに上昇する。6 回めくらいよりフレームが出ているが、この程度の弱い燃焼では圧力変化は小さく爆発音は聞こえない。ディーゼル機関の始動試験において初爆, または連続爆発なる語がよく用いられるが、このようにしだいに強い燃焼をなす場合に爆発音による判定は周囲の音響の影響を受ける。(b) 補助燃料として O. N. 99 副標準燃料を吸入させると着火は容易になり強いフレームがでている。インジケータ線図上 (ピエゾインジケータ使用) の短い縦線はクランク角度を示し, T. D. C. および前後 20 度, 40 度を示す。(c) 市販レギュラー級ガソリン (オクタン価 75) を吸入した場合で O. N. 99 よりも着火容易である。(c)' ガソリン吸入量を (c) の場合の 2 倍に増すと圧力低下が大きくなり、着火しにくくなる。(c)'' さらにガソリン吸入量を増すと 20 回以上圧縮しても着火しなくなる。この際排気中のパーオキサイドを測定すると、前の場合の 1/2 以下である。この機関の理論混合比 ($\lambda=1$) における燃料吸入量は約 0.14 cc/行程である。

(d) ノルマルヘプタンを 0.03 cc/行程 吸入させるとガソリンの場合よりも圧縮圧力の上昇が大きく最初の噴射から強い燃焼をしている。(d)' ノルマルヘプタンの吸入量を 0.06 cc/行程 にすると、この場合には 0.03 cc/行程 の場合よりも圧縮圧力の上昇が大きく、激しく燃えている。以上のことからオクタン価の低いものを吸入させるほうが着火を容易にすることがわかる。吸入量については、量を増すと着火しやすくなる場合と着火を妨げる場合があり、最適吸入量は補助燃

料のオクタン価に影響される。

3.2 補助燃料のブレリアクションについて 主燃料の噴射を行わず補助燃料のみを吸入した際の変化について調べてみる。

直射式機関において、200 rpm でモータリングし、補助燃料を吸入管内に噴射した際の圧縮圧力、燃焼室内のフレイム（光電管 PG-50 使用）を第6図に示す。（a）ノルマルヘプタンを吸入した場合で、0.07 cc/行程 では圧縮圧力はしだいに上昇しているが着火せず、0.105 cc/行程 にすると吸入燃料のみで着火してフレイムが出ている。

（b）機関の温度を上げると、0.07 cc/行程 で前よりも圧力上昇が大きく、これを繰返していると着火する。（c）同一回転速度でベンゾールを吸入させると、圧縮圧力は低下し、吸入量を増すと低下が大きくなる。これはベンゾールの気化のため温度を下げ、圧力の低下を生じたものである。このような気化熱による温度降下はノルマルヘプタンを吸入させた場合にも起るはずであるが、ノルマルヘプタンの場合には圧縮熱による化学変化のため圧力上昇があり、最終的には圧縮圧力が上昇する。

次に、ガソリンを吸入した場合、吸入空気温度の影響

直射式機関, $r=12.5$, 250 rpm, 空気および冷却水温度 20°C

第5図 始動時における補助燃料の影響

響を第 7 図に示す。(a) 吸入空気温度 20°C , ガソリンを吸入すると上死点付近でこぶのついた圧力上昇を示している。フレイムは出ていない。(b) 空気温度を上げて 40°C にすると圧力上昇は大きくなり、クールフレイムが出ているが光電管では感じない。(c) さらに温度を上げ、 57°C の場合で圧力は二段に上昇し、第二段の上昇の際のフレイムが光電管に感じている。(b) 図と比較してみると、図の a b 間ではクールフレイムが出ているものと思われるが、その後で強いフレイムが出ているためクールフレイムを見分けることはできない。

予燃焼室式機関 (A) において補助燃料のみを圧縮した際の圧縮圧力、駆動回転力、パーオキサイド、アルデヒドの変化を第 8 図に示す。圧縮比 $r=15.4$,

(a) 補助燃料 ノルマルヘプタン吸入, 噴射燃料なし, 冷却水温度 15°C , シリンダ壁温度 20°C

(b) 補助燃料 ノルマルヘプタン, 噴射燃料なし, 冷却水温度 25°C , シリンダ壁温度 35°C

(c) 補助燃料 ベンゾール吸入, 噴射燃料なし, 冷却水温度 20°C , シリンダ壁温度 25°C
直射式機関, $r=12.5$, 200 rpm, 吸気温度 15°C

第 6 図 補助燃料のみの場合の圧縮圧力, フレイム

200 rpm, 空気温度 20°C , 圧縮圧力, 駆動回転力は吸入後 5 回めのものをとる。

ノルマルヘプタンを吸入した場合, 吸入量を増すと急激に圧縮圧力が高くなり, パーオキサイド, アルデヒドともに増加する。吸入量 0.045 cc/行程 ではアルデヒドは減少し, パーオキサイドも増加の割合を減じているが, このあたりでは一部分着火してホットフレイムの状態になっている。さらに吸入量を増すと, 機関は自力で回転し, 中間生成物は全然出なくなる。

オクタン価 30 および 50 の副標準燃料, またはイソオクタンを吸入させるとオクタン価の低いもののほど中間生成物の発生量が多く, 圧縮圧力の上昇が大きい。市販ガソリン (オクタン価 75) についても吸入量の増加に伴いプレリアクションが増している。

ベンゾールのように熱的に安定なものは中間生成物

(a) 吸入空気温度 20°C

(b) 吸入空気温度 40°C

(c) 吸入空気温度 57°C

直射式機関, $r=12.5$, 200 rpm, 機関温度 20°C , 噴射燃料なし

第 7 図 ガソリン吸入, 吸入空気温度の影響

を全然出しておらずプレリアクションをしていない。

駆動回転力についてはベンゾールのようにプレリアクションしないものも、吸入量の増加とともに減少している。これは吸入した燃料がシリンダ内壁に付着するためであって、圧縮を行わずにモータリング中ベンゾールなどを吸入させると吸入量の増加とともに駆動回転力が減少することからわかる。かかる摩擦力の減少による駆動回転力の低下は、これらのどの燃料でもほぼ同様に生ずるわけであるが、プレリアクションしやすいものほど回転力の減少の著しいのは第9図に示すように圧縮圧力の上昇が大きくなり、その膨張仕事が増加するためと考えられる。

補助燃料を吸入した際、圧縮圧力の上昇、駆動回転力の低下は直射機関、予燃焼室式機関いずれにおいても同様の傾向を示している。

補助燃料の化学変化について Townend⁽⁴⁾ は次のように述べている。パラフィン系の燃料について“高温域”と“低温域”の着火範囲がある。“低温域”の着火の際には二段の燃焼をなし、化学反応が起りはじめてから、クールフレイムが出るまでの第一段(τ_1 期間)とクールフレイムが出てから通常フレイムがでるまでの第二段の燃焼(τ_2 期間)とからなっている。アルキルパーオキサイドなどを生ずるのは“低温域”の

第8図 補助燃料のプレリアクション
予燃焼室式機関 (A)
200 rpm, $r=15.4$, 空気温度 20°C

燃焼の際であり、“高温域”の燃焼は一段で燃焼し中間生成物を生じない。メタン、ベンゾールなどは高温形の燃焼をなすと述べており、またホルムアルデヒドは“高温域”の着火に対し反応を加速するが、“低温域”の着火の際の第一段めの時間を長くする作用を有するといっている。

以上の点から、吸気中に混合したノルマルヘプタン、副標準燃料、市販ガソリンなどは圧縮行程中にかかる“低温域”の反応をなしているものと考えられる。

3.3 プレリアクションに及ぼす空気温度、吸入量の影響 オクタン価の低い補助燃料ほど吸入の際中間生成物の発生量が多く、吸入量を増すと圧縮圧力の上昇が著しくなり、主噴射燃料の着火を容易にする傾向がある。しかし、補助燃料によっては、多量に吸入させるとかえって始動を妨げる場合のあることについては前に述べた。空気温度(機関温度)および吸入量がプレリアクションに及ぼす影響を第10図(a), (b)に示す。

第10図(a) 予燃焼室式機関(B)において、ガソリン(O.N.75)を吸入する(噴射燃料なし)、空気温度+10°Cの場合には吸入量を増すとプレリアクションが増し、0.068 cc/行程において着火し、補助燃料のみで回転し始める。

空気温度の低い場合にはプレリアクションしにくく、-10°Cの際にはほとんど圧力上昇せず、多量に吸入するとかえって低下している。

第10図(b)はノルマルヘプタンを吸入した場合で、0°Cの際に0.06 cc吸入で着火し、-15°Cにおいても吸入量の増加とともに圧縮圧力は上昇し、中間

第9図 プレリアクションが駆動回転力に及ぼす作用

生成物も増加の傾向を示している。実際ディーゼル機関の始動の場合に、ノルマルヘプタンを吸入させると -15°C においても着火を助け、始動を容易にするこ

とがわかる。以上の点より補助燃料の化学的安定度に応じ、空気温度に対し最適の吸入量のあることがわかる。

3.4 ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドなど

の作用 ガソリンなどを吸入した際に、パーオキサイドとアルデヒドがほとんど同じ傾向で発生し、これらの個々のガスの作用はよく知られていない。それゆえホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、メタンおよび都市ガスなどを吸入させて実験し、機関の始動性に及ぼす影響を調べてみた。

(a) ホルムアルデヒドの吸入 予燃焼室式機関 (A) $r=14.15$ において、セタン価 30 または 50 の副標準燃料を主燃料として用い、噴射すると直ちに着火するような状態で、ホルムアルデヒドを吸気に添加吸入させると着火しないことを見出した。この際排気中の中間生成物を分析してみると、ホルムアルデヒドの吸入によってアルデヒドの量は増すがパーオキサイドの発生量は減じている。

また O. N. 36 副標準燃料の吸入 (噴射燃料なし) によってプレリアクションを起している際、吸気中にホルムアルデヒドを混入させると第 11 図のように混入量を増すにつれて圧縮圧力の上昇は減じ、駆動回転力の低下も減じ、パーオキサイドの発生量は減少している。以上の点から、ホルムアルデヒドはプレリアクションを抑制し、始動に対し阻止作用をもち、パーオキサイドが着火を促進するものであることがわかる。

第 10 図

ホルムアルデヒド
予燃焼室式機関 (A), $r=16.0, 250 \text{ rpm}$,
補助燃料のみ (O. N. 36 副標準燃料, $\lambda=0.5$)
吸入空気温度 25°C

第11図 補助燃料によるプレリアクションを起しているとき、ホルムアルデヒドが圧縮圧力、パーオキサイド、駆動回転力に及ぼす影響

(b) アセトアルデヒドの作用 アセトアルデヒドは液体のアセトアルデヒドに微量の濃硫酸を加え、加熱して発生したものを吸入させた。前と同じ機関で実験の結果、やはり排気中のパーオキシドを減じ、幾分着火しにくくなるが、ホルムアルデヒドのように強い作用はない。

アセトアルデヒドの炭化水素の酸化に対する影響は、着火の反応を阻止するという結果と促進するという結果が報告されているが⁽⁵⁾、比較的低温度では阻止作用がある。

(c) メタンの作用 予燃焼室式機関 (A), $r=14.15$, 吸気温度 $t_a=23^\circ\text{C}$, 主燃料としてセタン価 70 の副標準燃料を用い (噴射量定格出力時の 2 倍くらい) メタンを吸入させて実験を行なった。第 12 図に示すように、メタンの吸入量を増すとパーオキシドの生成量は減じ始動は著しく困難になる。アルデヒドは最初増加し、のちしだいに減少しているが、パーオキシドが激減するため結局始動性 (始動回転速度) は著しく劣化する。

(d) 都市ガスの吸入 補助燃料としてガス体燃料を吸入させると気化熱をうばうことがなく着火を容

第 12 図 噴射燃料 C. N. 70 副標準燃料メタンガス吸入

易にすると考え、都市ガスを吸入させたが、これは予想に反し噴射燃料の着火を妨げる作用をすることがわかった。

ガソリンなどを吸入しプレリアクションをしている際、微量の都市ガスを吸入させると、ホルムアルデヒド、メタンの場合同様にプレリアクションを阻止する作用がある。このガスの成分はメタン 22.5 %, 水素 22.3 %, 窒素 39.1 %, その他を含み理論空気量は $2.75 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$ である。

直射機関において、軽油を噴射して始動を行なう際都市ガス吸入の影響を第 13 図に示す。(a)図は噴射燃料のみの場合で噴射すると直ちに強い着火を生じている。しかるに都市ガスを吸入すると(b)図のように着火遅れは前の場合よりも 20 度くらい大きくなり、着火しにくくなるのがめいりょうである。この理由は都市ガス中のメタンが、メタンガス吸入の場合と同様にパーオキシドの生成を妨げるためであると考えられる。

4. 結 論

(1) 直射式および予燃焼室式ディーゼル機関において、吸入空気中にガソリンなど補助燃料をまぜて吸入させると始動を容易にする作用があるが、この補助燃料のオクタン価が低いほどその効果は大きい。

(2) 補助燃料のみを吸入して圧縮を行なった際、オクタン価の低いもののほどプレリアクションしやすく

第 13 図 都市ガスの吸入が噴射燃料の着火に及ぼす影響

パーオキサイド、アルデヒドなどの発生量が多い。

(3) プレリアクションにおける中間生成物中パーオキサイドは着火を促進しホルムアルデヒドは着火を阻止する作用がある。

(4) 補助燃料の量を増すと冷却作用が増加するので、比較的低オクタン価の高い燃料を多量に吸入させるとかえって着火を妨げる場合がある。

(5) メタン、都市ガスなどは着火抑制作用を有し、これらを吸入させると著しく始動を妨げる。これはメタンガスがパーオキサイドの生成を著しく妨げるためである。

(6) 微量のメタン、ホルムアルデヒドなどを吸入させると噴射燃料(主燃料)の着火を著しく妨げることから、始動時には“低温域”の酸化すなわちプレリ

アクションにより着火するものであることが想像される。

本研究を行なうにあたり御指導を賜った北海道大学工学部 黒岩教授に深く感謝の意を表し、実験に協力された大館 弘、伊藤亮三、関谷芳男、佐々直道の諸君、および実験用機関を貸与されたヤンマーディーゼル会社に厚くお礼申上げる。

文 献

- (1) D.E. Kilty, N.K. Lammers, & K.J. Fleck, *SAE J.*, **61** (1953-2), 36.
- (2) B. Lewis & G. von Elbe, *Combustion, Flame and Explosion of Gases* (1951), 117, 135, Academic Press.
- (3) B.M. Sturgis, *SAE Trans.*, **63** (1955), 253.
- (4) D. T. A. Townend, *Chem. Rev.*, **21**, (1937), 258.
- (5) 文献(2)の 155 ページ.

621. 436. 019. 2-57

ディーゼル機関の始動性について*

(第 2 報, 始動時の着火に影響する諸因子について)

深 沢 正 一**

Cold Start Performance of Diesel Engine

(2nd Report, Some Factors which Effect on the Ignition in Cold Start)

by Shōichi FUKAZAWA

In 2nd report, discussions on the ignition quality for the case of supplying both the main and the auxiliary fuel are presented.

In general, auxiliary (suction) fuel undergoes prereaction and produces intermediate products which promote the ignition of main fuel.

To investigate the effects of ignition quality, volatility and amount of injected fuel, injection timing, and motoring speed on the ignition in cold start, some experiments were carried out.

From these results, it was found that the prereaction was closely related to the cold start performance of diesel engine.

The result of experiments on a new method of improving the cold starting performance by throttling the suction air moderately is explained. If the proposed method will be employed, the temperature of cold start could be lowered by more than 10°C.

1. 緒 言

前報において始動時に吸気中にガソリンなどをまぜて吸入させると、これらの補助燃料が圧縮の際プレリアクションをなし始動を助けることについて述べた。本報では補助燃料と主燃料の両方を供給した際、どち

から着火がはじまるかということ、および主燃料のみを噴射する際始動に影響する諸因子につき実験を行ない、さらに著者の考案した始動補助方法について述べる。

2. 実験装置と方法

前報において述べた四サイクル直射式機関および予燃焼室式機関(A),(B)を用い、圧縮温度を測定す

* 昭和 33 年 5 月 20 日 第 648 回講演会および昭和 33 年 10 月 5 日 北海道地方講演会において講演、原稿受付 昭和 35 年 12 月 12 日。

** 正員、北海道大学工学部(札幌市北 12 条西 8 丁目)。