

航空研究所雑録

第十三號

大正十四年八月

火花點火に就て

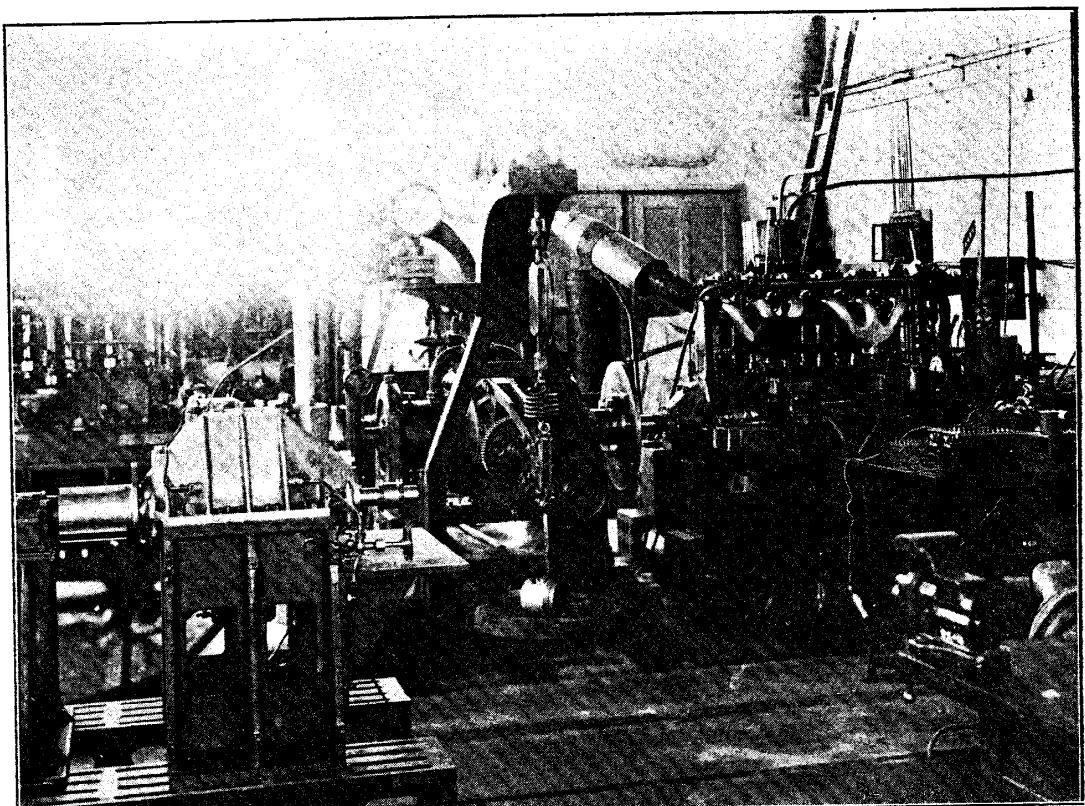
航空研究所々員 中西不二夫
黒田重義
北村菊男

可燃性の混合瓦斯の中で電氣火花を飛ばすときに、點火するかしないかと云ふことはそれによつて焰の傳播が起るか起らないかと云ふことである。そしてこの焰の傳播を起す爲には、その混合瓦斯によつて定まつてゐる ある極少の「エネルギー」以上の「エネルギー」を有する様な火花でなければならぬ。

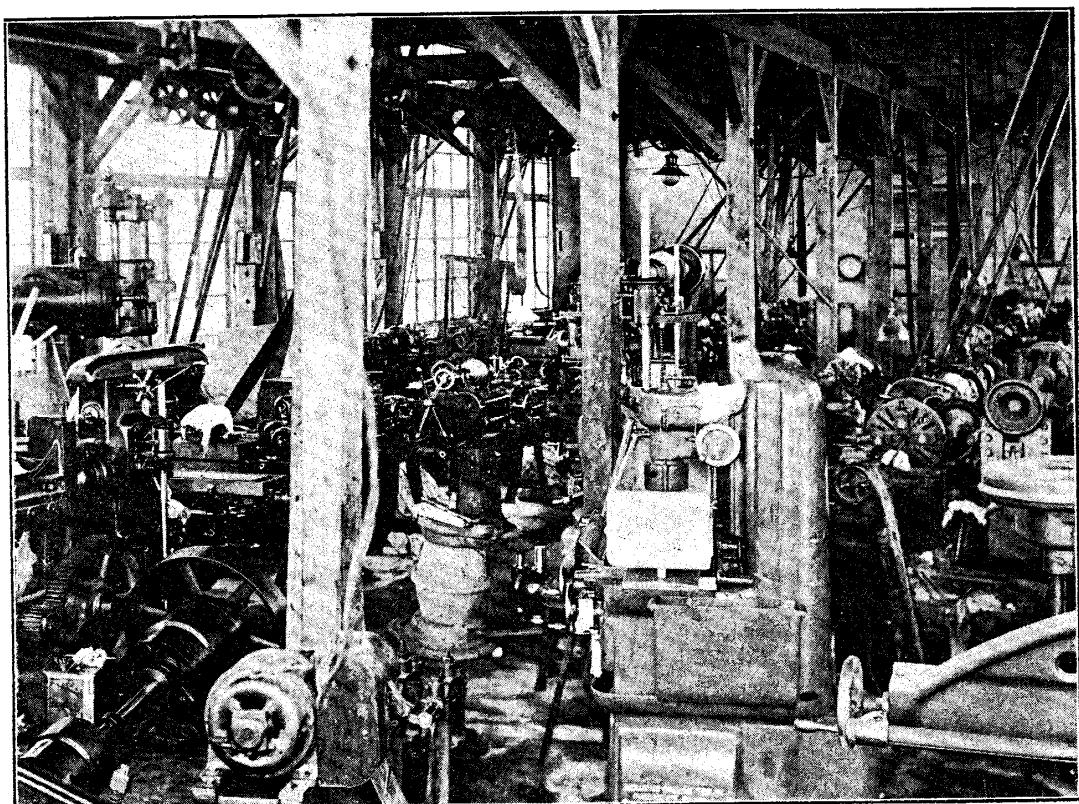
今火花を飛ばせるとすると火花の所は「イオン」化すると同時に非常に高い溫度になつて、こゝで化學作用を始める。然し始めは高溫度にある容積が非常に小さい爲に冷却の影響が強くきて来て、化學作用を起しつゝも溫度は漸次下つて来る。それと同時に化學作用を起す範囲は擴がつて来て、初めの火花の「エネルギー」が充分である場合には、終に放射によつて失ふ熱量及び傳導によつてまわりに取られる熱量よりも化學作用によつて出す熱量の方が打ち勝つて、こゝに焰の傳播を起すものと思はれる。れこれに反して火花の「エネルギー」が充分でない場合には、放射及び傳導に打ち勝つだけに化學作用の範囲が擴がらない内に溫度が下つてしまふものである。

従つてこの「エネルギー」の極少量はその混合瓦斯の化學作用の速度、發熱量、點火溫度等によつて定まつて來るものであつて、その混合瓦斯の中を焰が進む速度と密接な關係のあるものである。即ち速度の早いもの程「エネルギー」は小さくてよい筈である。尙ほこの極少量は火花の種類にもよるし又點火栓自身が冷却の影響を焰に與へるものであるから點火栓の形にもよるものであることは勿論である。

これまでに點火に必要な火花の極少の「エネルギー」を測定した實驗は Patterson and Campbell 兩氏の實驗を初めとして非常に澤山ある、然しこの焰の速度との關係に於て満足であると思はれる様な結果の出てゐるのは一つもない、そこで我々は改めて混合の比が變るときに如何に容量花火による點火の極少の「エネルギー」が變るものであるかを實驗して見た。



發動機實驗室の一部



機械工場の一部

このエネルギーの極少量は前にも述た様に點火栓の形によつて異なるものであるから、「エネルギー」の絶対値を出してもそう意味のあるものではないので、只比較的の値を出せばよいのである。そこで実験の方法としては花火間隙を一定に保つか、電圧を一定に保つか、容器を一定に保つかの三つの方法がある。我々は測定の最も簡単であり、従つて誤差の起り方も少ないのでして、この第三の容器を一定に保つて間隙を變へる方法を探つた。

その火花間隙及び燃焼室は第一圖に示す如きものである。電極は 9.5 粮の鋼の球であり、これを「スフェロメーター」にとりつけて 1/500 粮位まで正確に間隙を測れる様にしたものである。電極の直徑が可成り大きいのは一定の混合瓦斯については常に一定の結果を得んが爲であつて、曲率半径の小さい

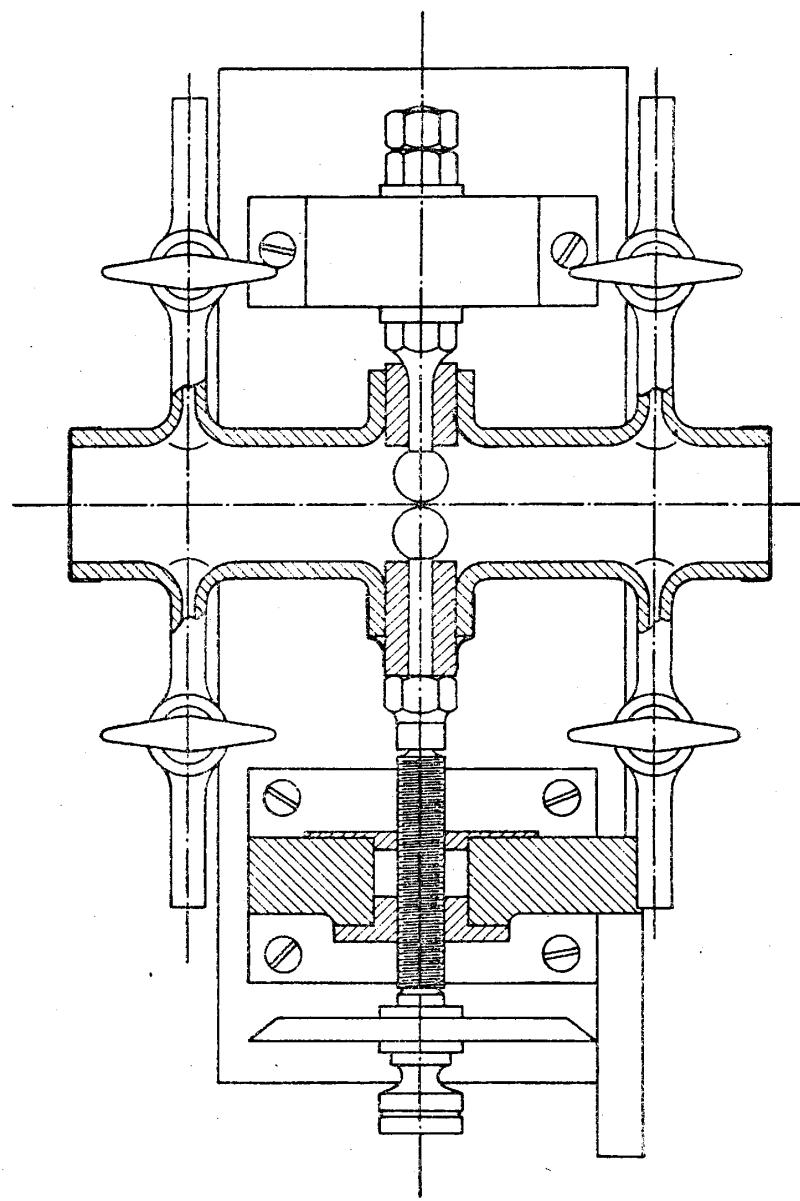


Fig. 1

電極を用ふるときには一定の結果を得ることが困難だからである。燃焼室に混合の割合の分つた瓦斯を入れて火花を飛ばすのであるが、電圧は wimshurst の起電機によつて徐々に加へる、そして點火するまで間隙を少しづゝ擴げては火花を飛ばして行く。火花を飛ばせば點火は起らなくても化學作用は多少起つてゐる筈であるから、瓦斯の成分に變化を及ぼすものと見られる、従つて數回火花を飛ば

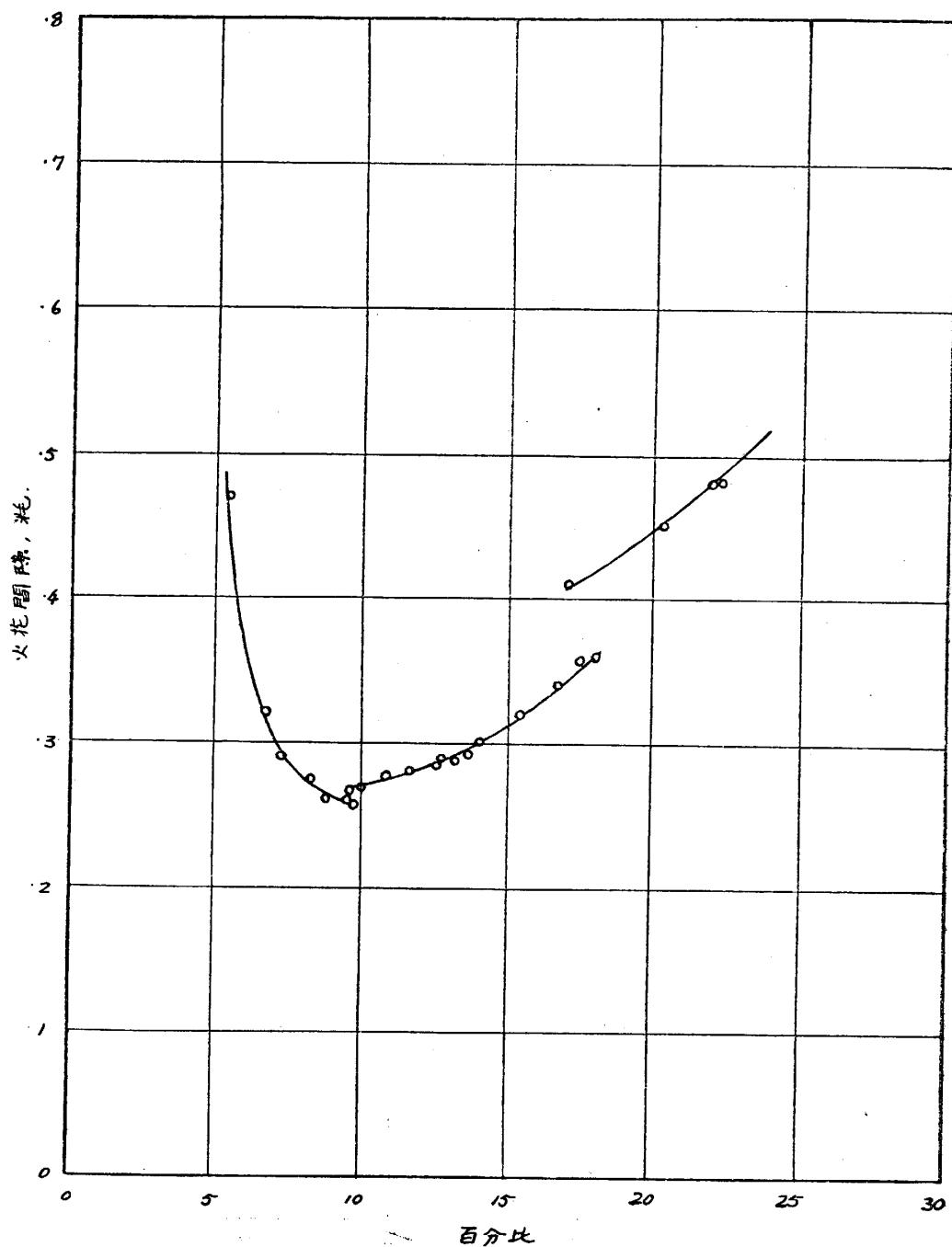


Fig. 2

せて未だ點火しなかつたときは瓦斯は新しいものと取りかへて實驗を行ふ。

かくの如くして得られた、「アセチレン」と空氣との混合氣體についての結果は第二圖及び第三圖に示す如きものである。第二圖の結果は容量 0.0042「マイクロフアラツド」で實驗したものであり、第三圖は容量 0.0031「マイクロフアラツド」で實驗したものである。大體の傾向は發熱量の多いもの程必要な「エネルギー」の量の少ないと示してゐる。只約 10%, 17.5% 及び 24% の所に急激にこの「エネ

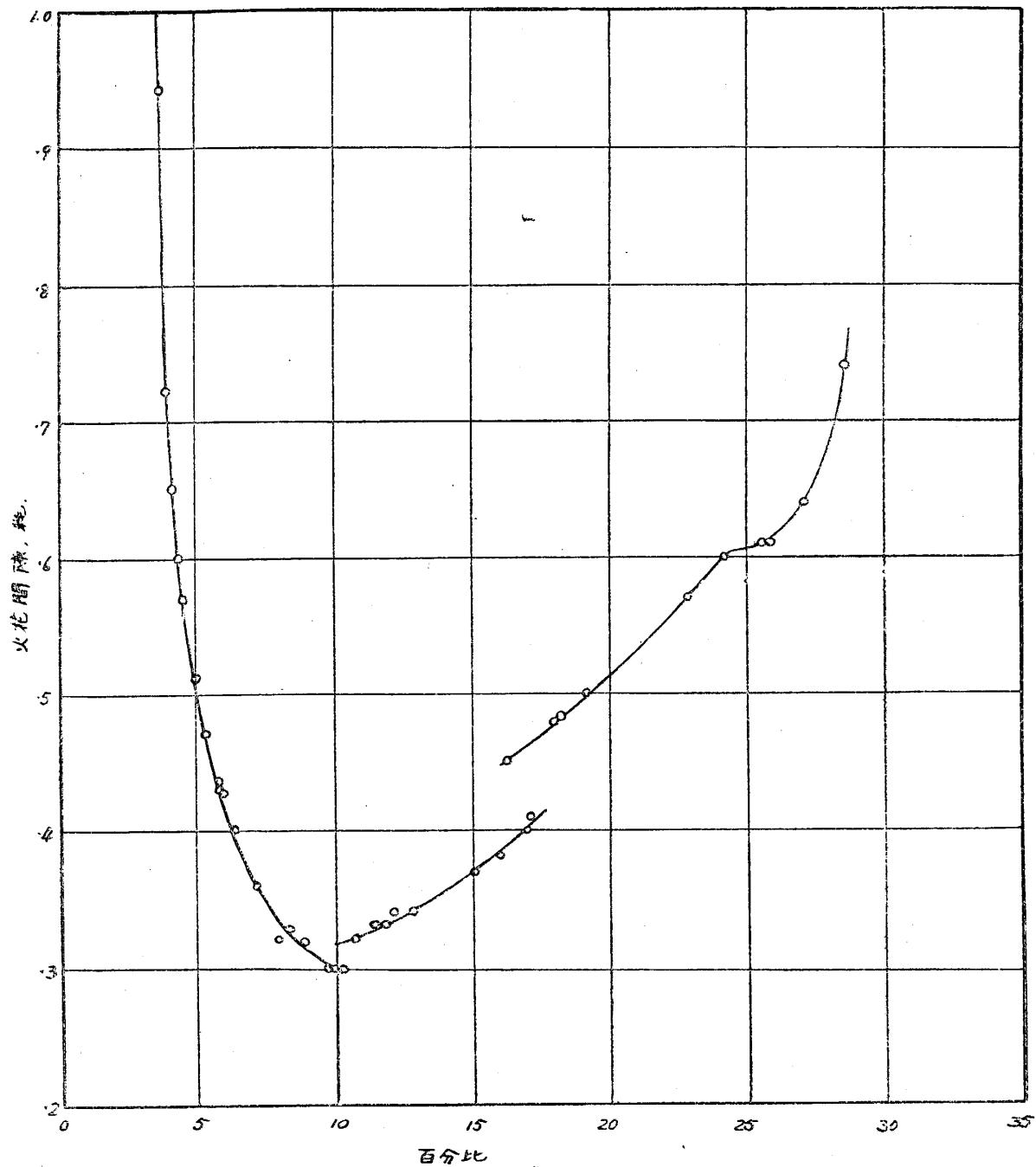


Fig. 3

ルギー」の量に變化のある點がある、これらの點に於ての「アセチレン」と酸素との分子の數を比較して見れば；

$$\begin{aligned} 2 C_2H_2 + O_2: & \quad 9.6\%, \\ C_2H_2 + O_2: & \quad 17.5\%. \\ 3 C_2H_2 + 2O_2: & \quad 24.0\%, \end{aligned}$$

であつて圖の急に變化のある點とよく一致してゐる、そして圖の傾向から考へてこれらの點の前と後とで化學作用、少なくとも化學作用の初めの方の段階は全々異なるものであつて、發熱の割合がその爲に異つて來るものと見られる、尙これを「焰の傳播について」* の中に出して置いた混合瓦斯中に於る焰の速度と比較して見るに曲線の不連續になる點が全く一致してゐて、しかも速度の早いもの程點火に要する「エネルギー」の少い様になつてゐる、このことは點火とは焰の傳播を起すと云ふ意味である以上當然かくあるべき筈のことである。

この結果を既にある實驗の結果と比較して見る、Thoruton 教授の點火の實驗 ** に於ては曲線の形に段のある點は、この實驗の結果と可なり似てゐる、彼のこれに對する説明は燃料たる瓦斯の分子のまわりに酸素の分子が對稱的に並んでゐる場合には、これを「イオン」化するのに對稱的でない場合よりも多くの「エネルギー」を要し、従つてかかる點に於ての點火に要する「エネルギー」の點は滑かな曲線から外れた點に來ると云ふのである、然しかゝることは一寸考へられないことであり一般からあまり信じられてゐない様子である。

尙 Patterson 氏は Thoruton 教授の實驗に對して、この段階の出來るのは火花の「エネルギー」が段階的であるからであつて、化學的のものではないと稱へてゐるが、これは Patterson 氏の實驗に用ひた裝置がたまたま火花の「エネルギー」が段階的に出る様な裝置であつたのに過ぎないのである。第二圖及び第三圖の結果は火花の性質の爲でないのは勿論であつて、我々はその曲線の形から見て、不連續の點の前と後とではどうしても化學作用が異つてゐるものであると信ずる。

水素と空氣との混合氣體の實驗の結果は第四圖に示す如くである。このときの容量は 0.6024 「マイクロファラツド」である。この曲線にも明瞭に不連續の點が二つある、即ち約 13% の所と約 38% の所である。これ等の點に於て水素と酸素の分子の比を見れば；

$$\begin{aligned} 2 H_2 + 3 O_2: & \quad 12.4\%, \\ 3 H_2 + O_2: & \quad 38.6\%, \end{aligned}$$

であつて丁度不連續のある點と一致する。こゝでも「アセチレン」の場合と同様に曲線の傾向から見て、これ等の點の前と後とに於て化學作用の異なることを示してゐるものである。同じ水が出来るにしても

* “焰の傳播に就て” 航空研究所雑録第十二號 231頁 (大正十四年七月)

** Proceedings of Royal Society of London, May, 1916; Oct. 1915; Nov. 1914.

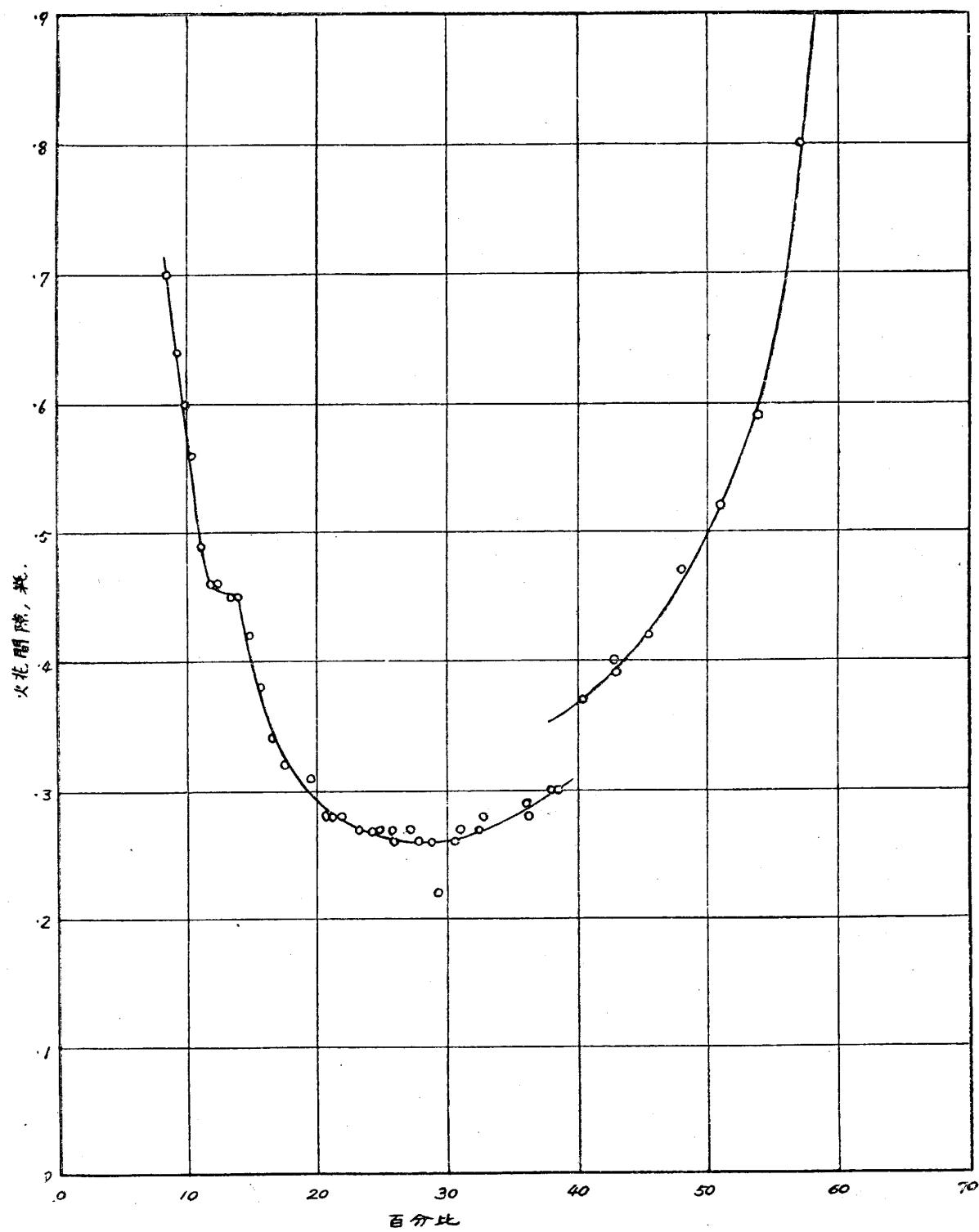


Fig. 4

その階梯が異なるものに相違ない。必要な「エネルギー」の最少の點は發熱量の最も多い點即ち $^2\text{H}_2 + \text{O}_2$ の點と殆んど一致してゐる。

この結果から水素と空氣との混合氣體の焰の速度を想像するならば、29% 近くの所で最も早い速度を有し、12.4% 及び 38.6% の近くで速度が急に變化する。しかもその變化の仕方は 12.4% の所より稀薄になれば速度は却つて少し増加して、それから稀薄になるに従つて速度は減つて来る。又 38.6% の濃厚になると共に急に速度が減少する點があるものと考へることが出来る。

他の瓦斯については未だ實驗を行つてゐないが炭化水素の蒸氣と空氣との混合氣體には一般にかかる不連續の點があるものと考へられる、しかもその不連續になる點は酸素の分子の數と燃料の分子の數とがある簡単な比をなしてゐる所であり、それより稀薄なときとそれより濃厚のときとでは異つた化學作用をするものであると考へられる。

(終)