

ポリブタジエン／過塩素酸アンモニウム推進薬の 炭酸ガス・レーザによる低圧着火（第1報）

支燃性、非支燃性および不活性雰囲気における
低放射熱流束条件のもとでの着火挙動

斎藤 猛男*, 原山 美知子*, 岩間 彬*

空間的、時間的に変動する炭酸ガス・レーザが放射する低強度熱線を平準化し、15~25wt% 末端カルボキシル基ポリブタジエンと85~75wt%過塩素酸アンモニウムからなるコンポジット推進薬へ照射して減圧雰囲気のもとでその着火性を研究した。雰囲気に酸素、窒素、炭酸ガス、ヘリウム、アルゴンおよびキセノンと6種のガスを用い、推進薬の組成、寸法、雰囲気をパラメータとして着火時間と着火過程における表面近傍の温度変化を計測し、中速度コマ撮りと流し写真により着火挙動を観察した。

着火時間は放射強度と雰囲気圧の関数として与えられ、放射強度と雰囲気の種類によって自己維持着火ができる第一限界圧、いったん着火してもレーザ照射を打切ると消火してしまう第二限界圧の存在が指摘されている。酸素、窒素およびアルゴン雰囲気において圧力を下げるといずれも気相着火から表面着火に移るが、これに対し500Torr以下のヘリウム雰囲気では表面で着火すること、それが反映してヘリウム雰囲気における着火時の表面温度は同条件のアルゴンや酸素雰囲気の場合より20~50℃高くなることを見出された。

1. はじめに

高空あるいは宇宙環境（真空）のもとで始動させる上段ロケットやアポジモータは点火が確実にこなわれなければならないのは無論であるが、定常燃焼へ移行するまでの遷移期間が不安定で消炎したり、強い圧力スパイクが発生して通信、誘導、観測機器の故障を誘発する、いわゆるハード・イグニッションに過ぎることがあってはならない。実機モータではノズル・クロージャでスロート部を閉塞した状態で打上げ、点火まで内孔空気を逃がさないようにして内圧を1気圧に保持する、点火剤の初期反応によって生じたガスにより雰囲気圧を高める、あるいは凝縮相燃焼生成物が推進薬グレインと強い粘着力をもつ素材を点火剤として選り発端火炎（incipient flame）の保持と発達を促す、などの対策を講じてミスファイヤの防止に努めている。

しかし、ノズル・クロージャは離脱圧力の設定が高過ぎるとクロージャが離脱する際に発生した強い膨張波によって消炎するおそれがあり、また点火ピークが

過大となってグレイン接着部が剝離する原因にもなりかねない。一方、離脱圧力が弱過ぎると下段ロケットモータの点火、燃焼、段間切断がなされる時の衝撃や振動によってクロージャがゆるんで内孔ガスが逸散し、真空条件下の点火となる心配がある。現在、よく使われている純度90~95%のホウ素と硝酸カリウムを主成分とする化学点火剤は真空着火性に優れ、大方の信頼を得ているとはいえ、なお、よりソフトな点火と定常燃焼への移行がスムーズな新しい点火システムの開発が切望されている。その理由は、上段ロケットや軌道変更用モータが点火直後に作動異常に陥り、ミッションが果たせずに終わった例がまだ根絶されていないからである。

本報は末端カルボキシル基ポリブタジエン（CTPB）の重合体を燃料結合剤成分とし、過塩素酸アンモニウム（AP）を酸化剤成分とするコンポジット固体推進薬へ炭酸ガス・レーザを放射し雰囲気を支燃性、非支燃性および不活性ガスで置換して低圧着火性を観察した結果を記述したものである。

炭酸ガス・レーザやアーク・イメージ炉などを用い、固体推進薬の放射着火を研究した論文は既に多くの発

昭和55年4月30日 受理
*東京大学宇宙航空研究所
〒153 東京都目黒区駒場4-6-1

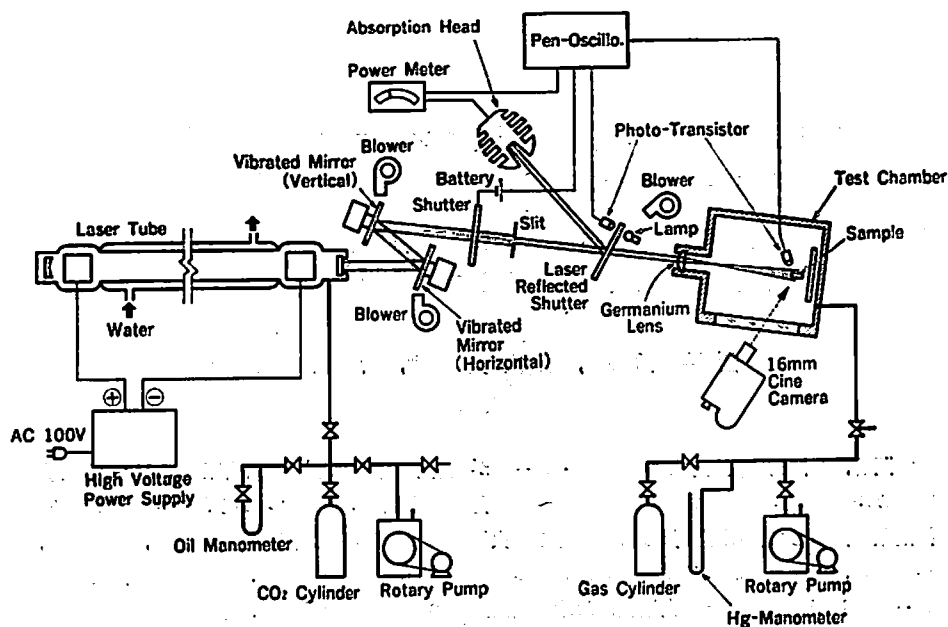


Fig. 1 Schematic diagram of CO₂ laser ignition apparatus

表がある¹¹⁾¹⁰⁾。しかし、着火直後にみられる不安定現象や着火点の同定などの研究は、前者については二基系推進薬を対象とした実験と解析¹¹⁾、後者については Summerfield¹¹⁾¹⁰⁾ と Ryan の推論¹²⁾ があるだけである。ここに述べるような着火不安定性や雰囲気の種類が変わると着火機構自身も異なるという実験事実はまだ報告されていない。

2. 実験装置と方法

出力 100W の炭酸ガス・レーザ光源から放射される波長 10.6 μ m の赤外線を図 1 の装置レイアウトに示されているように 2 枚の鏡で反射した後、ゲルマニウム単結晶レンズ窓を通して、容量 20 l の減圧槽に固定した試料面にあてる。反射鏡はクロム・メッキを施した銅板で 1 枚は振動数 50Hz、他の 1 枚はそれと振動方向を 90°異にして 80Hz で振動させておく。このようにして、可干渉性をもち、空間的、時間的に放射強度が変動する炭酸ガス・レーザの欠点を補っている¹³⁾。

試料は被放射面が 3×1, 3×3 および 5×5mm、長さ 10mm の寸法をもつ直方体であるが、大部分の実験は 3×3×10mm の試料でなされた。レーザ・ビームは約 ϕ 9mm で被放射面を包含する条件で着火を行なった。もし、被放射面積がビーム断面積より遙かに小さいときには表面に沿う熱伝達を考慮する必要があり、着火時間は著しく大きくなる。

試料の組成は 100~150 μ m の粒径をもつ試薬 1 級の AP 75~85wt%, CTPB は架橋剤に用いた MAPO の量も合わせて 25~15 wt% でアルミニウム粉は含まれ

ていない。推進薬グレインは標準的な方法で作られている。雰囲気ガスには支燃性ガスとして酸素、慣用燃料の燃焼に対して非支燃性といわれている窒素と炭酸ガス、そして不活性ガスと名付けられているヘリウム、アルゴン、キセノンと 3 系統のガスのなかから合計 6 種類を選んだ。ただし、炭酸ガスはアルミニウムに対しては支燃性をもっているため、含アルミニウム推進薬の着火反応を助長する機構があり、この固体推進薬を対象とする場合には、非支燃性ガスとはいえない。また、後述するようにいわゆる不活性ガスも低圧着火反応に強く関与している。

発端火炎の検出にはゲルマニウム・光トランジスタ OS-14 を用い、表面付近の温度測定には ϕ 50 μ m のクロメル・アルメル熱電対、着火前後の挙動を観察するために中速度カメラ (駆速度 24~500 fps) と流しカメラを用いた。

3. 実験結果と検討

3.1 着火時間と表面近傍温度

雰囲気の種類、AP と CTPB の比率、グレインの寸法などを変えて、着火時間とレーザ強度との関係が図 2~6 に例示されている。与えられた雰囲気において着火時間 t_i 、放射強度 q_s および雰囲気圧 p との関係を求めると

$$t_i = a(q_s - q_{sc})^{-2}(p - p_s)^{-1} \quad (1)$$

で整理できる。ここに、 a : 推進薬の組成と雰囲気の種類によって決まる定数、 q_{sc} : それ以下では着火できない放射強度限界値、 p_s : 着火後レーザ放射を続けて

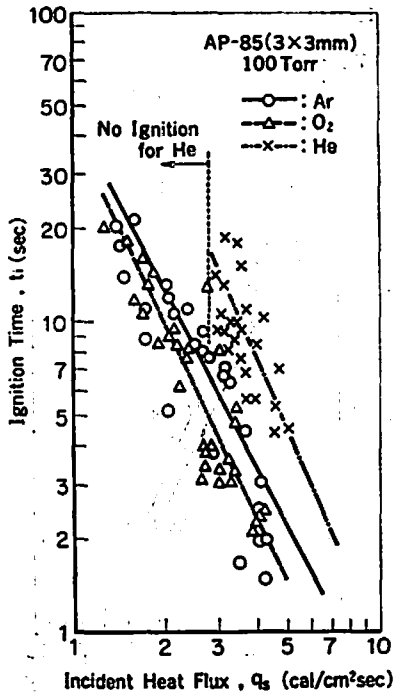


Fig. 2 Relation between incident heat flux and ignition time in 100 Torr argon, oxygen, and helium environments.

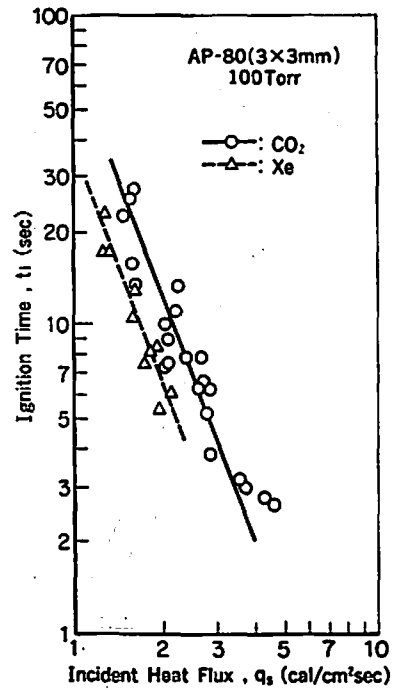
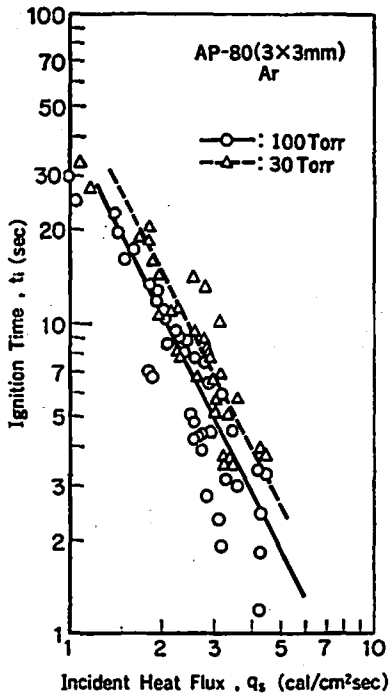
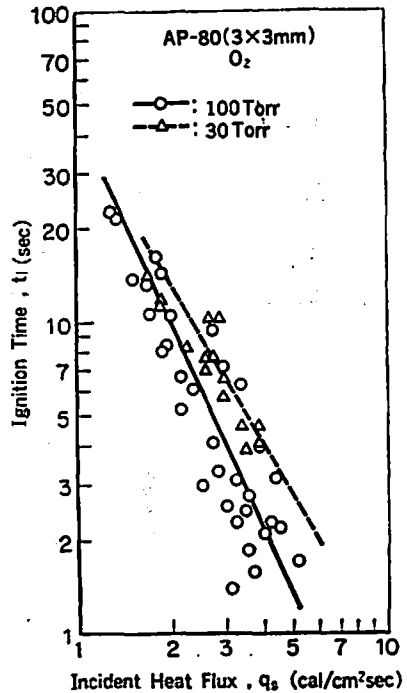


Fig. 3 Relation between incident heat flux and ignition time in 100 Torr carbon dioxide and xenon environments.



(a) Ar



(b) O₂

Fig. 4 Relation between incident heat flux and ignition time in argon and oxygen environments at 100 and 30 Torr, respectively.

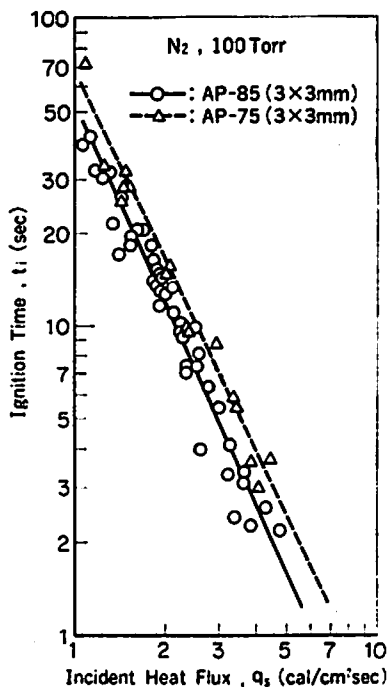


Fig. 5 Relation between incident heat flux and ignition time in nitrogen environment for two propellants having different AP content. For example, AP-85 denotes 85 wt% ammonium perchlorate and 15 wt% polybutadiene.

も、それ以下では有炎燃焼も灼熱表面分解反応も起こらない雰囲気圧、これを第二限界圧と定義する。なお、着火すればたとえレーザー放射を切っても必ず定常燃焼へ進む雰囲気圧を第一限界圧 p_1 という。

(1)式において AP 85 wt%, CTPB 15 wt% からなる q_{sc} の値はアルゴン、ヘリウムおよび酸素雰囲気それぞれ 1.0, 2.0 および 0.7 cal/cm²sec と雰囲気の物理・化学的性質の違いにより大幅に異なっている。これに対し、 p_1 は放射強度によって変わり、雰囲気の種類によってあまり違いがなく $O_2 < Ar < He$ の順になるが、その差は同じ放射強度に対して 5 Torr 以下である。放射強度を非常に高くすれば $p_1 = 0$ 、すなわち真空中でも着火が可能となる。しかし、それには 30 cal/cm²sec を越える放射強度が必要で、放射エネルギーに頼って真空着火させるのは実用的ではない。

α と β の値も雰囲気の種類による差は僅かで、それぞれ 0.24 ± 0.01 および 1.8 ± 0.1 の範囲にとどまっている。かくて、雰囲気によって影響される着火時間を長い順に並べると、 $He \gg N_2 > Ar, CO_2 > Xe, O_2$ のようになる。

着火過程における表面温度の時間履歴を推測する手

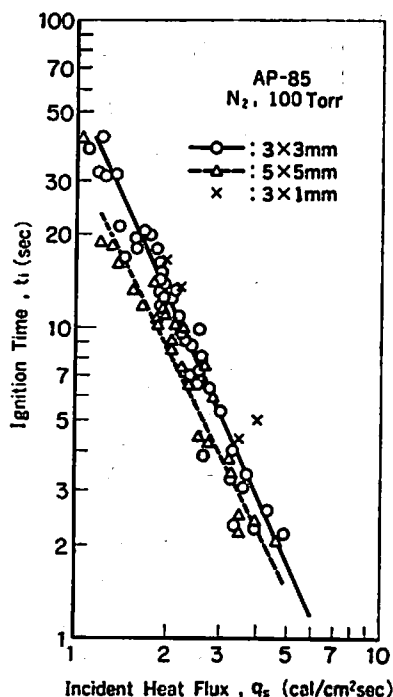


Fig. 6 Relation between incident heat flux and ignition time in nitrogen environment for the propellants having different irradiated surface area.

がかりを得るために、断面 5×5 mm の試料を長軸方向に二分割してその間に $\phi 50 \mu m$ のクロメル・アルメル熱電対をはさみ、熱電対接合点の位置をできるだけ初期着火面に合わせるように努めて試料と同組成の燃料結合剤と酸化剤の混合ドウで接着し、レーザー照射開始から着火までの温度変化を測定した。

図 7 (a) に酸素とヘリウム雰囲気と二つの場合について表面極近傍における AP 75 wt% 推進薬の着火過程での温度変化が実線および 1 点鎖線で示されている。熱電対接合点が初期表面とほとんど一致している時は実線のようになり、表面下に埋もれていて、着火前に $50 \mu m$ 前後の厚さまでに発達する炭化層へ接合点が届かない場合は、1 点鎖線のような温度経過をたどり、対応する実線と大きな違いを生じている。初期表面と熱電対接合点との隔りは、大きくても $50 \mu m$ 以内に収めなければ着火時の表面温度を正確に求めることはむづかしい。

このような計測を数多く繰り返して、得られたデータから、ヘリウム雰囲気では着火時の表面温度は他の雰囲気中よりも同条件で $20 \sim 50^\circ C$ 高いことが判った。また、ヘリウム雰囲気の場合作に限らず、 $510 K$ つまり、AP の低温分解の開始温度付近から着火までの表面温度の経過に雰囲気の影響が顕著に現われる。

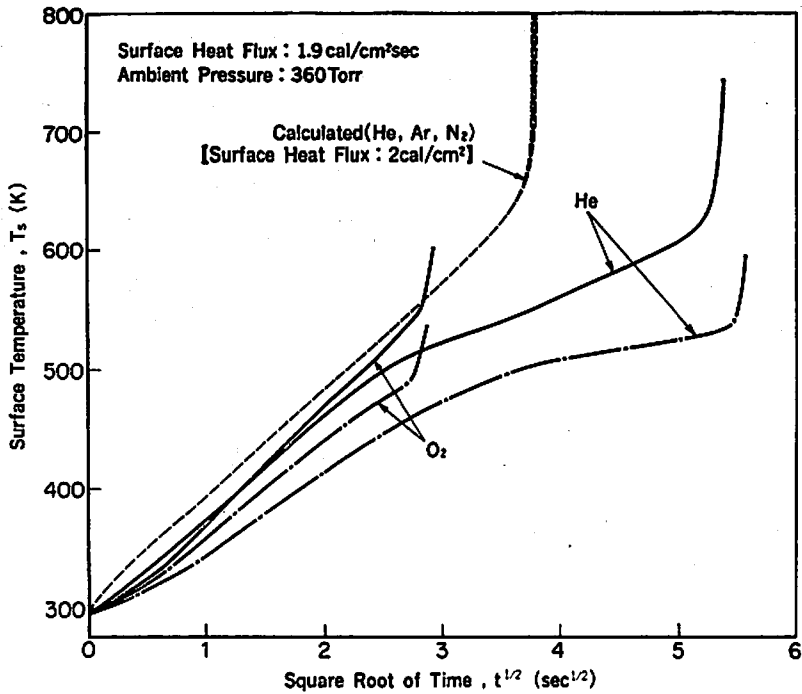


Fig.7 (a) Temperature versus square root of elapsed time at the site located infinitesimally and calculated surface temperature versus square root of time histories based on Eq. (2) for helium, argon, and nitrogen environments.

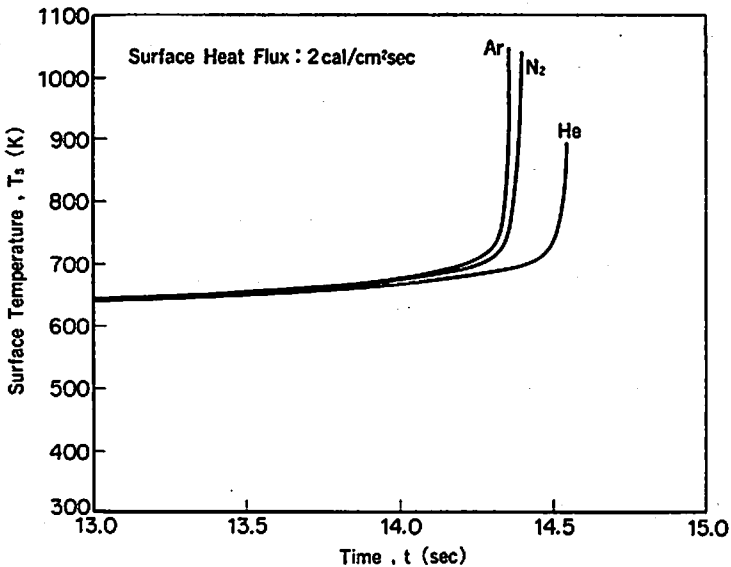


Fig.7 (b) Calculated surface temperature versus elapsed time in helium, argon, and nitrogen environments. This figure is rewritten, magnifying the broken line portion in Fig. 7 (a).

ヘリウム雰囲気では着火時間が長くなるのは、現象として着火に必要な最低表面温度が高い事実に反映されている。このことはヘリウムが他ガスと比べて輸送係数が大きいことも一因であるが、その理由だけでは説明できないと思われる。この主張を裏付けるために雰囲気気の熱伝導係数が次式で与えられる変数とし、表面着火理論にもとづいて被着火表面温度の時間履歴を試算した。

$$k_g = \mu_g (c_{p,g} + 2.48/M)$$

$$\text{ただし, } \mu_g = \frac{33.3(MT_{cr})^{1/2}}{V_c^{3/2}} [f(1.33T_r)]$$

および

$$f(1.33T_r) = 1.058T_r^{0.646} - \frac{0.261}{(1.9T_r)^{0.9} \log(1.9T_r)}, \quad T_r > 0.3$$

ここで、化学反応は表面のみで起こると仮定し、推進薬を均質固体とみなして固相熱伝導方程式を次のように書く。

$$\rho_s c_s (\partial T / \partial t) = k_s (\partial^2 T / \partial x^2) \quad (2)$$

境界条件

$$-k_s (dT/dx)_s = -k_g (dT/dx)_g + B \exp$$

$$(-E/RT) + q_s, \quad x=0$$

$$T = T_\infty, \quad x = \infty$$

初期条件

$$T_s = T_0 = T_\infty$$

ここに、 B : 前指数定数 cal/cm²·sec, $c_{p,g}$: 雰囲気ガスの定圧比熱 cal/gK, E : 活性化エネルギー cal/mol, k : 熱伝導係数 cal/cm·sec·K, M : ガスの分子量 g/mol, R : 万有ガス定数 cal/mol·K, V_c : ガスの臨界分子容 cm³/mol, T_{cr} : ガスの臨界温度 K, $T_r = T/T_{cr}$, そして脚符 $g, s, 0$ および ∞ はそれぞれ気相、固相、初期条件、および無限大を示す。

表1に記載したパラメータを用い、図7(a)の実験条件に合わせて $q_s = 2 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{sec}$ の場合についてヘリウム、酸素およびアルゴン雰囲気中で放射着火させた時の表面温度履歴を(2)式にもとづいて計算した。その結果は図7(a)のなかに細破線で示されているが、3種の雰囲気の間にはほとんど差がなく、それを拡大しても図7(b)に示されている程度である。一般に低放射強度では雰囲気気の輸送係数が着火時間に強く影響をおよぼすけれども、着火時間の絶対値と比べると極めて差は小さい。つまり、この計算からは着火時間は雰囲気の種類によって変わらないこととなり、実験とは合わない。

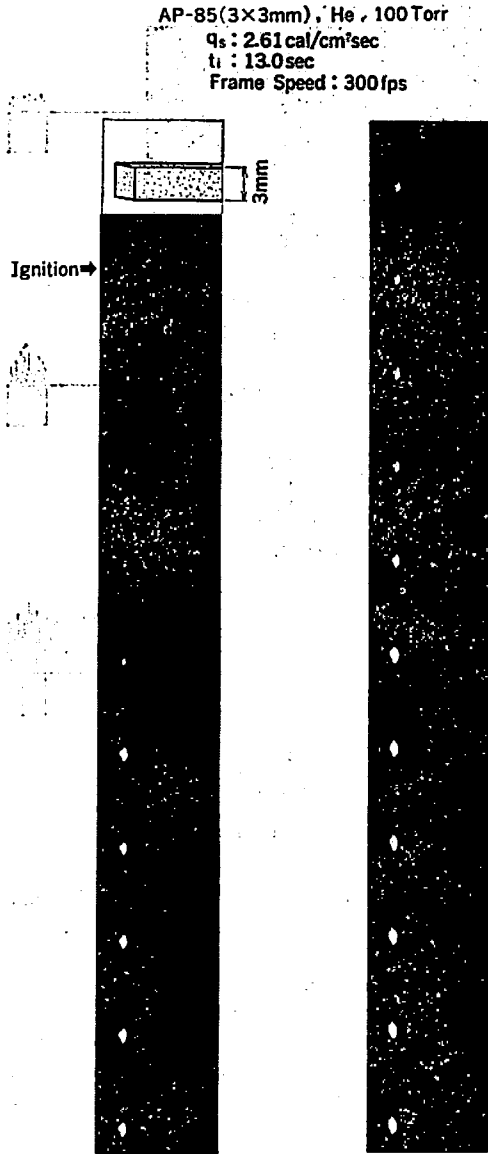
雰囲気の種類によって表面温度の時間履歴がかなり異なり、着火時間に差が生ずるのは雰囲気気と気相反応に関わり合いをもっているためと推定される。実験値の着火時間を同じ条件で比較すれば、雰囲気気の熱伝導係数の大きさの順に並び、6種類の雰囲気気についてこのことが成立つ。しかし、これだけではヘリウム雰囲気中で着火直前の表面反応が著しく遅滞する特異な事実を説明することはできない。一方、酸素雰囲気気にも低圧、低放射強度の条件では表面反応の加速にそれほど寄与しておらず、キセノン雰囲気と着火時間はほぼ同じである。

3.2 中速度カメラおよび流しカメラによる着火過程撮影写真にもとづく着火点の確認

混成推進薬では着火点があるか、あるいは気相にあるかが明らかになれば点火器の開発や不点火事故の究明に役立つであろう。図8にヘリウム、アルゴンおよび酸素雰囲気における着火過程を中速度カメラで撮影した写真を示す。このように、物理・化学的性質が対比される雰囲気のもとで、CTPB/AP 推進薬の着火性は極だった特徴を発揮する。30 Torr 酸素雰囲気、 $q_s = 2.88 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{sec}$ では着火は気相で起こり、そ

Table 1 Parameters used for the calculation of surface temperature versus elapsed time relation during ignition transient

Activation energy, E	3×10^4 cal/mol
Pre-exponential factor, B	5×10^9 cal/cm ² sec
Heat capacity of propellant, c_s	0.4 cal/g K
Density of propellant, ρ_s	1.6 g/cm ³
Thermal conductivity of propellant, k_s	1×10^{-3} cal/cm sec K
Thermal conductivity of gas, k_g	
Helium	3.54×10^{-4} cal/cm sec K (1 bar, 288 K)
Argon	4.109×10^{-3} cal/cm sec K (1 bar, 290 K)
Nitrogen	6.175×10^{-3} cal/cm sec K (1 bar, 300 K)



(a) He



(b) Ar

Fig. 8 Middle speed movies during the ignition transient period in 100 Torr helium, argon, and 30 Torr oxygen environments.

れから約80ms経過した後灼熱表面がみえて、定常燃焼となるまでさらに約400msかかっている。これに対しヘリウム100Torr μ雰囲気では着火点は表面から離れた気相にあるとは認めることはできず、灼熱表面が発達して定常燃焼に至っている。

着火点の同定・確認は図9に示すような流シカメラ写真から一層容易になる。100Torr ヘリウム雰囲気、 $q_s=3.87 \text{ cal/cm}^2\text{sec}$ において、レーザー照射後最初に現われる輝点は明らかに表面にあり、ほぼ同じ放射強度

の100Torr アルゴンと酸素雰囲気中では気相着火であることが判る。

しかし、気相着火することには変わりがなくても、表面で気相着火するのに必要な条件が満たされた後に着火する場合と、表面反応が必要条件を満足するに至らない前に気相反応で着火が起ってしまう場合がある。たとえば、100 Torr, $q_s=3.74 \text{ cal/cm}^2\text{sec}$ アルゴン雰囲気における着火は前者に相当し、着火後直ちにレーザー照射をカットしても定常燃焼へ移行できる。これに対し30Torr, $q_s=3.66 \text{ cal/cm}^2\text{sec}$ 酸素雰囲気における着火は後者に相当し、たとえいったん着火しても表面状態が着火条件に届いていないために、レーザ

AP-80(3×3mm), O₂, 30 Torr
 q_s : 2.88 cal/cm²sec
 t_i : 10.5 sec
 Frame Speed: 50 fps

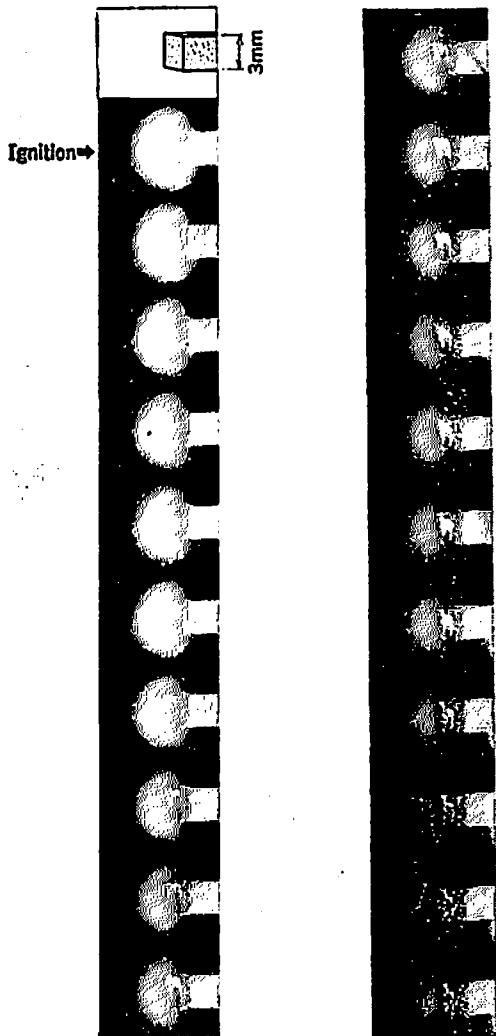


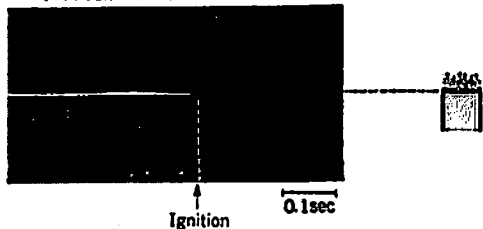
Fig. 8 (c) O₂

照射をカットすると消火してしまう。

圧力をさらに下げて第二着火限界圧に近付くと、アルゴンや酸素雰囲気ですえ着火点は表面へ移る。これより雰囲気圧力が極端に低くなると雰囲気の種類を問わず表面着火性が現われると考えてよさそうである。とくにヘリウム雰囲気においては500Torr以下でなされたこの実験を通じて着火が気相で起こるという証拠は見出すことはできなかった。

このように雰囲気相互のCTPB/AP推進薬の着火性におよぼす影響を比較すると、着火時間、第一と第二着火限界圧、さらに精確な測定データはないが気相着火から表面着火へ移行する雰囲気圧にまで著しい差

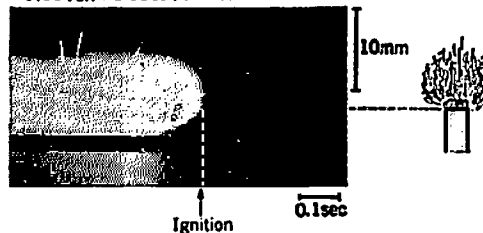
He(100Torr, 3.87 cal/cm²·s)



Ar(100Torr, 3.74 cal/cm²·s)



O₂(50Torr, 3.66 cal/cm²·s)



Direction of Film Transport

Fig. 9 Examples of streak photographs during ignition transient period in helium, argon, and oxygen environments. The ignition site is located at the surface in helium, but in the gas phase in argon and oxygen environments. The sample dimension and ammonium perchlorate content are 5×5mm, 75 wt % for helium and argon, and 3×1mm, 80 wt % for oxygen, respectively.

異をもたらしていることが判った。これらの特性値と雰囲気の輸送係数との相関は明らかに認められるが、これまで発表された着火理論ではこれらの現象を包括的に解釈できるとは思えない。

4. 結論

(1) 実験モータに使用されている化学点火器では主として対流と熱伝導が推進薬の着火を果たす要素であり放射の役割は少ないとみられる。が、以上述べたレーザ放射による着火実験結果は確実な真空着火が遂行できるためには化学点火器はどのような性能をもつべきかを示唆している。点火器は第一に初期反応が真空状態でも開始されなければならない、第二に初期反応で発生した燃焼ガスは余剰の酸化性ガスを含んでいることが望ましく、それによって自己維持着火ができる状

態をつくりだすようモータ内圧を速やかに高めること、そして第三にグレイン表面へ十分な熱流束と着火エネルギーを伝えるだけの余力をもつべきこと、などが要諦である。

(2) アルゴン、窒素および酸素雰囲気、そして多分炭酸ガスとキセノン雰囲気においても第二着火限界圧近くまで雰囲気圧を下げると CTPB/AP 推進薬は表面で着火する。しかし、表面着火と認められる圧力範囲はヘリウム雰囲気の場合を除くと第二着火限界圧を高々100Torr 上回るところまでである。アルゴンと酸素雰囲気中では雰囲気圧を高めると気相で着火することが写真撮影により実証された。

(3) 着火限界放射強度はアルゴン、ヘリウムおよび酸素雰囲気それぞれ1.0, 2.0および0.7 cal/cm²・sec と雰囲気圧の輸送係数と反応性に強い依存性がある。

(4) ヘリウム雰囲気における着火時の推進薬の表面温度は他の雰囲気の場合より20~50℃高くなる。

(5) 着火限界放射強度と第一、第二着火限界雰囲気圧の存在、低圧になるほど拡大する着火時間の雰囲気圧による差異、同じ雰囲気でも雰囲気圧を下げると気相着火から表面着火へ移行する事実などは、雰囲気圧の輸送係数によってある程度説明することはできるが、それだけでは十分ではない。今後、雰囲気圧の輸送係数、圧力、反応性、脱活性などの諸因子によって表面と気相反応が着火前にどのような影響を受けるか、さらに研究する必要がある。

謝辞：本報、続報および文献(3)の実験と計算には昭和53年度火薬工業技術奨励会の研究助成金があてられた。また、実験装置の設計と計算は青柳鐘一郎、祖父江照雄両氏が行なったものである。厚く感謝する次第である。

文 献

- 1) Saito, T., Maruyama, T., Higashi, K., and Iwama, A. : "Ignition of Laminated Composite Propellants Composed of Ammonium Perchlorate Single Crystal and Fuel Binder Slab by Means of CO₂ Laser", *Combust. Sci. Technol.* 15, 161-168 (1977).
- 2) Sofue, T. and Iwama, A. : "Ignition of Com-

posite Propellant at Subatmospheric Pressures by means of Carbon Dioxide Laser" *Propellants and Explosives* 4, 98-106 (1979).

- 3) Saito, T and Iwama, A. : "Laser Ignition Behavior of Carboxyl Terminated polybutadiene/Ammonium Perchlorate Propellant at Subatmospheric Pressures", *Proceedings of 10th International Symp. on Combustion and Detonation of Propellants*, June 27-29 (1979) Karlsruhe, West Germany. To be published.
- 4) Deluca, L., Caveny L. H., Ohlemiller T. J., and Summerfield, M. : "Radiative Ignition of Double-Base Propellants (I). Some Formulation Effects", *AIAA J.* 14 (7), 940-946 (1976).
- 5) Deluca, L., Caveny, L. H., Ohlemiller, T. J., and Summerfield, M. : "Radiative Ignition of Double-Base Propellants (II). Pre-ignition Events of Source Effects", *AIAA J.* 14 (8), 1111-1117 (1976).
- 6) Baer, A. D. and Ryan, N.W. : "Ignition of Composite Propellants by Low Radiant Fluxes" *AIAA J.* 3, 884-889 (1965).
- 7) Kumar, R. K. and Hermance, C.E. : Role of Gas Phase Reactions during Radiant Ignition of Solid Propellants" *Combust. Sci. Technol.* 14, 169-175 (1976).
- 8) Ohlemiller, T. J., Caveny L. H., Deluca, L. and Summerfield, M. : "Dynamic Effect of Ignitability Limit of Solid Propellants Subjected to Radiative Heating", *Fourteenth Symposium (International) on Combustion*, 1971, pp. 1297-1307.
- 9) Shanon, L. J. : "Composite Solid Propellant Ignition by Radiant Energy", *AIAA J.* 8(2), 346-353 (1970).
- 10) Ohlemiller, T. J., and Summerfield, M. : "A Critical Analysis of Arc Image Ignition of Solid Propellants", *AIAA J.* 6, 878-886 (1968).

Ignition of Composite Propellant Composed of Polybutadiene and Ammonium Perchlorate by Means of Carbon Dioxide Laser at Subatmospheric Pressures (I).

Ignition Behaviors in Combustion Supporting, Non-Combustion Supporting, and Inert Gas Environments under Low Radiative Heat Flux Condition.

by Takeo SAITO*, Michiko HARAYAMA*, and Akira IWAMA*

Uniformalized radiative heat flux of a carbon dioxide laser was applied to the propellant grains composed of carboxyl-terminated polybutadiene 75-85 wt % and ammonium perchlorate 25-15 wt % at subatmospheric pressures. The ranges of the ambient pressure and irradiation time up to- and after ignition for which singular ignition aspects are observed, have been examined in terms of radiative heat flux, ammonium perchlorate content, sample dimension, and the kind of ambient gas: oxygen, nitrogen, carbon dioxide, helium, argon, and xenon.

A photography evidence that ignition occurs in the gas phase above the propellant sample surface in oxygen and argon environments was presented. However, even in oxygen environment the ignition site transfers to the surface as the ambient pressure approaches the second pressure ignition limit, over which up to the first pressure ignition limit the quenching would result once the additional laser irradiation is cut off after the appearance of the incipient flame. The surface temperature at the instant when ignition occurs on the surface in helium environment, is 20-50°C higher than that in oxygen and argon environments where gas phase ignition is confirmed at the same ambient pressure.

Some items for chemical igniter to be capable of accomplishing sound ignition under vacuum or space environment are described in the light of the ignition transient behaviors.

(*Institute of Space and Aeronautical Science, University of Tokyo. Komaba 4-6-1, Meguro-ku, Tokyo 153, Japan.)

ニュース

XIV 国際高速度写真会議

首題の会議は1昨年秋東京で行なわれたものの次の会であります。モスクーで10月19~24日にわたって開かれる予定です。モスクーオリンピックに合わせてある由です。論文申込締切は5月1日でもう過ぎましたが、まだ何んとかなるかも知れません。本論文締切は9月1日です。前回同様各方面にわたっ

て、勿論爆発を含めて、原理から応用まで新論文が発表されると思います。モスクーの宛名は14th International Congress on High-Speed Photography and photonics, 9 Leninsky prospect, Moscow 117049, USSR, 日本での連絡先は東大、総合試験所、高速度カメラ室です。(水島容二郎)