

空き瓶パルスジェットエンジンの燃焼時間向上を狙った実験

Experiments of Bottle Pulse Jet Engine for Combustion Time Extension

学生氏名：倉田 亮佑

指導教員：廣瀬 裕介

所属先：サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 航空宇宙システム研究室

キーワード：パルスジェットエンジン・ジェットエンジン・燃焼

1. はじめに

ジェットエンジンには様々な種類があり、その中で最も単純な機構であるエンジンがパルスジェットエンジンである。推力や燃費、そして動作音の観点から、他のエンジンよりも低性能のため、現状、航空機用には使用されていないが、給湯器や温風扇風機、温水ボイラに使われている⁽¹⁾。パルスジェットエンジンは、燃焼をパルス（断続）的に繰り返すことで推力を得ていることが特徴である。具体的には、燃焼室で気化した燃料と空気を混ぜ合わせ、点火プラグなどでその混合気を燃焼させる。その燃焼ガスが燃焼室から周囲に放出されることによりエンジン内部が負圧となり、周囲の空気と一部の燃焼ガスが吸い込まれることから再燃焼が発生する。この燃焼方式のため、一般的なパルスジェットエンジンの素材は鋼やステンレスといった金属が多く使われている。そのため、エンジン内部の燃焼ガスの様子は確認されてこなかった。今回、燃焼の様子を肉眼で観察するためにパルスジェットエンジンの素材として空き瓶を使用することによる透明化を図った。しかし、この空き瓶パルスジェットエンジンは、空き瓶の容積、アルコールの量・種類、蓋の穴の直径といったパラメータが最適化されていないため、燃焼時間が短いという欠点がある。本研究では、課題であるパラメータの最適化により燃焼時間の向上を目指すことを目的に実験を実施した。

2. 燃焼時間の計測

2.1 空き瓶パルスジェットエンジンの概要と動作方法

空き瓶パルスジェットエンジンの概要と動作原理を説明する。図1は今回使用する空き瓶(250ml)である。サイズ比較のために 500ml のペットボトルを同時に撮影した。空き瓶の蓋には燃焼ガス噴出用の穴を開けている。動作方法として、まず、アルコールを空き瓶に注入し、蓋の穴から空気を入れることでアルコールと空気の混合気を発生させる。その後、空き瓶の蓋の穴から着火することにより燃焼を発生させることが可能である。本実験のイメージを図2にイラストで示す。

2.2 実験条件と方法

本実験では、表1に示す 3 種類のアルコールを用いた実験から、それぞれの燃焼時間の違いを調べる予定である。使用するアルコールは、ア)エタノール 100%・メタノール 0%イ)エタノール 5%・メタノール 95%ウ)エタノール・21.4%メタノール、76.6%・イソプロパノール等 2.0%である。

表 1.使用するアルコールの種類

	ϕ_E [%]	ϕ_M [%]	ϕ_{etc} [%]
ア)	100	0.0	0.0
イ)	5.0	95	0.0
ウ)	21.4	76.6	2.0

ϕ_E 、 ϕ_M 、 ϕ_{etc} はそれぞれエタノール、メタノール、その他の成分の濃度をパーセントで示した値である。

アルコールの容積は 5 ml、10 ml、15 ml、20 ml と 5

ml 間隔で順に測定する。空き瓶が割れる場合を考慮し、水を張ったプラスチックケースに瓶を入れた状態で実験する。

実験方法として、まず、空気入れを一定の回数プッシュし、アルコールと空気の混合気を発生させる。着火は、蓋の穴部分にマッチを装着した棒を入れる方法を採用する。これにより、混合気を燃焼させてエンジンを動作させる。また、燃焼時間の測定は、カメラの録画機能を用いて計測する。

2.3 実験結果

今回は、ア)エタノール 100%メタノール 0%の実験を実施した。表2は実験パラメータであり、図3はカメラ(フレームレート:120fps)で撮影した燃焼の様子である。燃焼時間計測条件として、マッチを瓶に入れて混合気に着火した瞬間を燃焼開始、最後の炎が消えた瞬間を燃焼終了とする。次に、燃焼時間の算出に関する説明をする。燃焼開始フレームと燃焼終了フレームの差を撮影速度 120[fps]で割れば求まる。今回の実験では燃焼開始フレームが 203、燃焼終了フレームが 498であったことから、

$$\begin{aligned} \text{燃焼時間} &= \frac{498[\text{frame}] - 203[\text{frame}]}{120[\text{fps}]} \\ &= \frac{295[\text{frame}]}{120[\text{fps}]} \approx 2.46[\text{s}] \end{aligned}$$

よって、今回の実験では約 2.46[s]燃焼していたことが分かった。



図1 使用する空き瓶

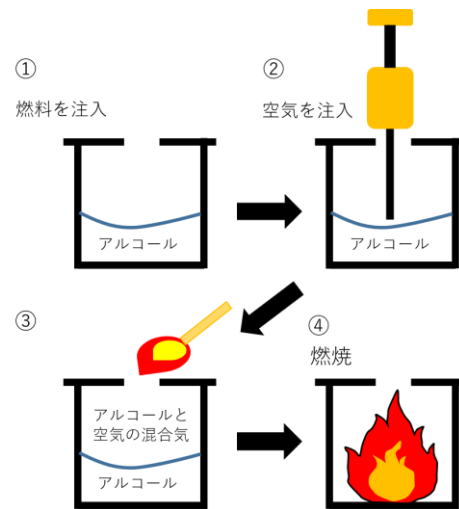
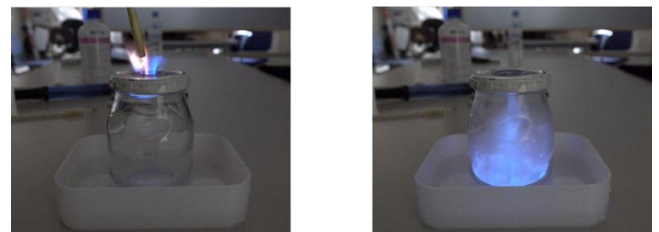


図2 動作方法



(a) 燃焼直後

(b) 燃焼中

図3 燃焼している様子

表2.実験パラメータ

アルコール量 [ml]	蓋穴の直径 [mm]	空気の注入回数 [回]
5	16	30

3. まとめ

今回は、空き瓶パルスジェットエンジンの燃焼時間向上を目指すために、250[ml]の容器で蓋穴の直径16[mm]、空気の注入回数30回で実験を行った。実験結果として燃焼時間が 2.46[s]という実験結果を得た。今後、アルコールの種類、アルコール量、蓋穴の直径についてのパラメータを定めるために実験を実施し、燃焼時間向上を狙う予定である。

4. 参考文献

(1)パルス燃焼の技術と応用.豊永 肇,長谷川宏之.
燃料協会誌.第 70 巻 第 5 号 PP404 1991