

教材用ハイブリッドロケットの性能に 与える着火位置の影響に関する研究

愛媛大学 工学部工学科 機械工学コース

熱工学研究室

B4

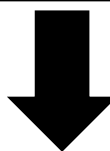
辻 龍朗

坂根 雄飛



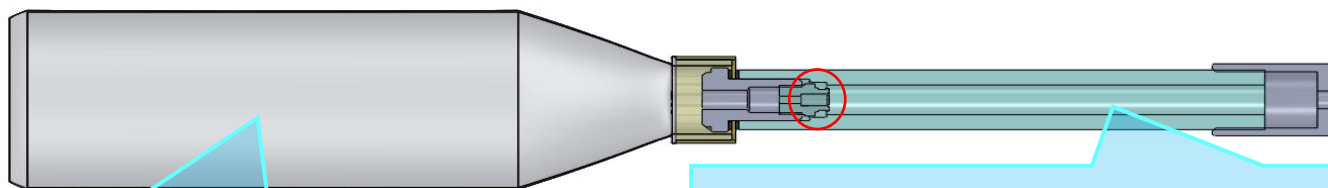
※公開用に修正しています

近年，生徒の理科離れが問題



理科に興味を持ってもらうには

「教材用ハイブリッドロケットの開発」



酸化剤タンク：ペットボトル

燃料：ポリエチレン樹脂(PE)

安全

シンプル

安価

提案する小型ハイブリッドロケット

しかし...

実験で酸化剤ノズルが
焼損することが多かった



燃焼実験 ロケットの性能について検討するために

- ロケットの着火位置 D_{ig} および酸化剤ノズル径 d_o の変更による性能の影響を検討



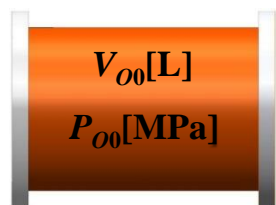
理科教室および模擬打上実験

教材としての可能性を検討するために

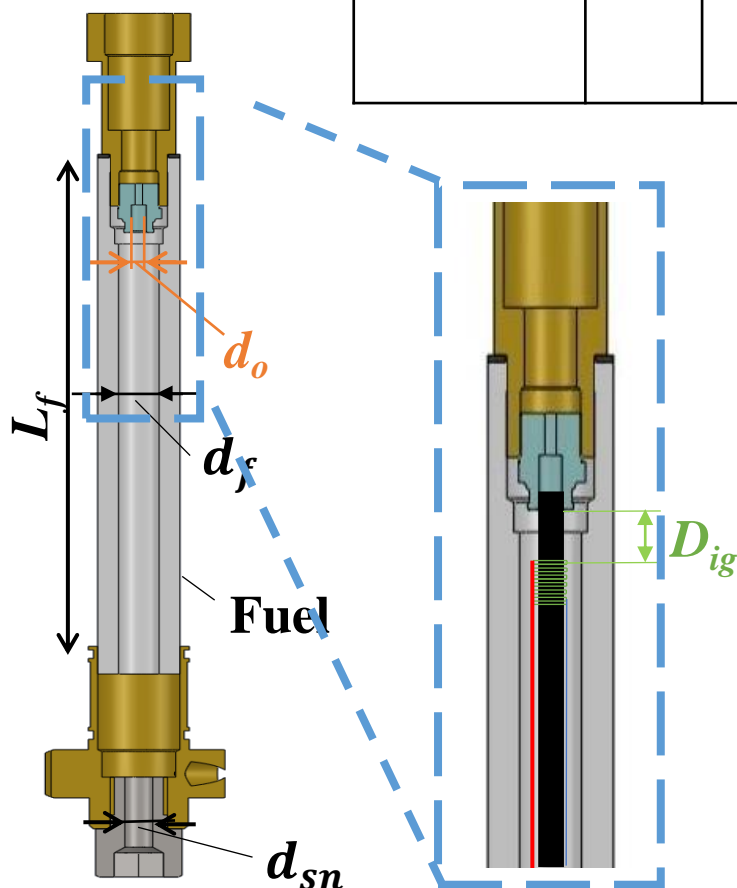
- 学内及び学外でのイベントで実施した展示模擬打上から、本ロケットが教材として適しているか実践的に評価



酸化剤タンク



Fuel type	Fuel	Oxidizer	V_{00} [L]	P_{00} [MPa]	L_f [mm]	d_f [mm]	d_o [mm]	d_{sn} [mm]	D_{ig} [mm]
Single port	PE	O ₂	1.0	0.6	150	10	2.0	5.0	10
							2.5		20
									30
									40
									50



d_o : 酸化剤ノズル径 [mm]

D_{ig} : 着火位置 [mm]

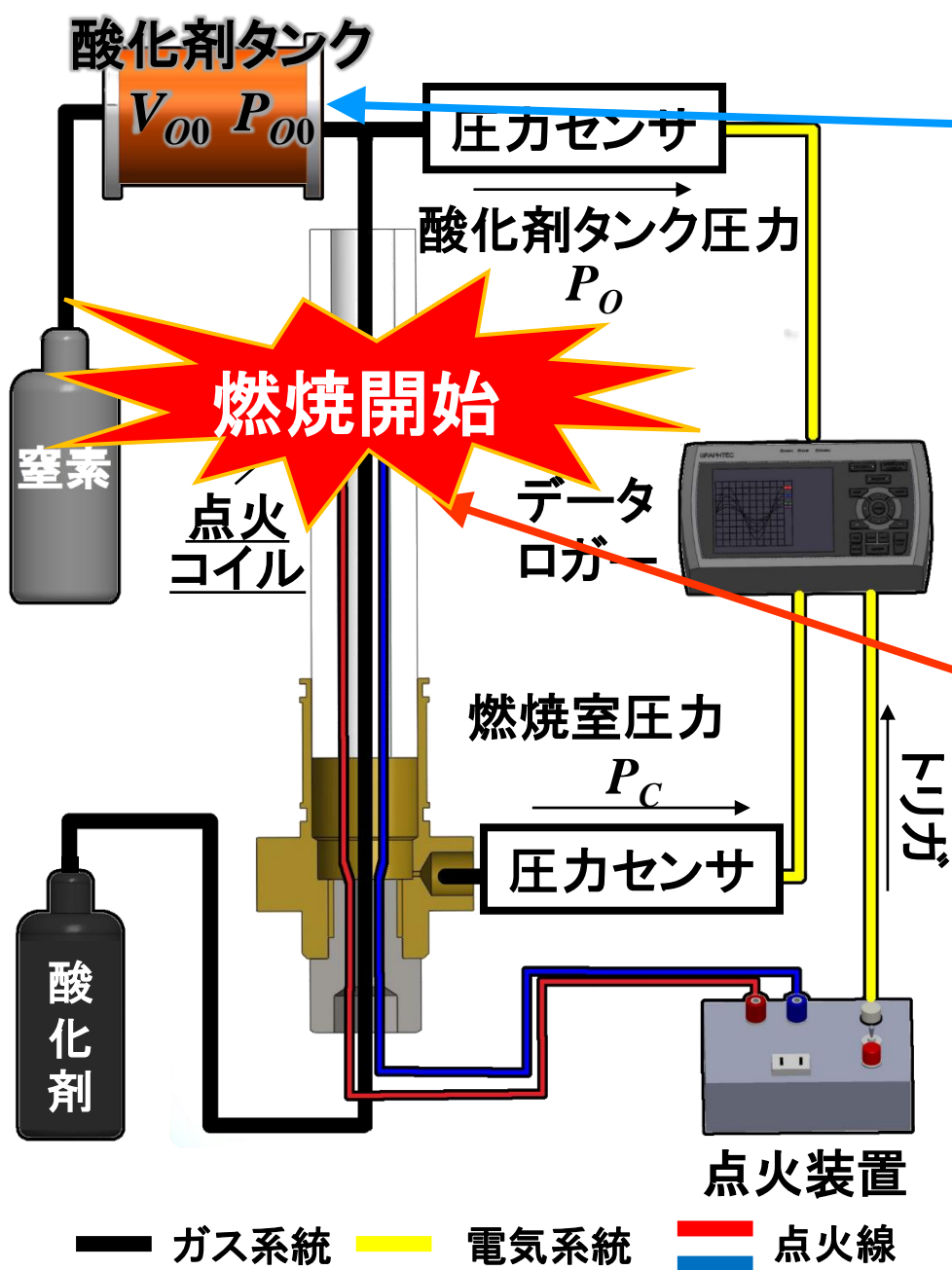
V_{00} : 酸化剤タンク容量 [L]

P_{00} : 初期酸化剤タンク圧力 [MPa]

L_f : 燃料長さ [mm]

d_f : 燃料内径 [mm]

d_{sn} : ノズルスロート径 [mm]



総推力 I_t と作動時間 t_a の定義

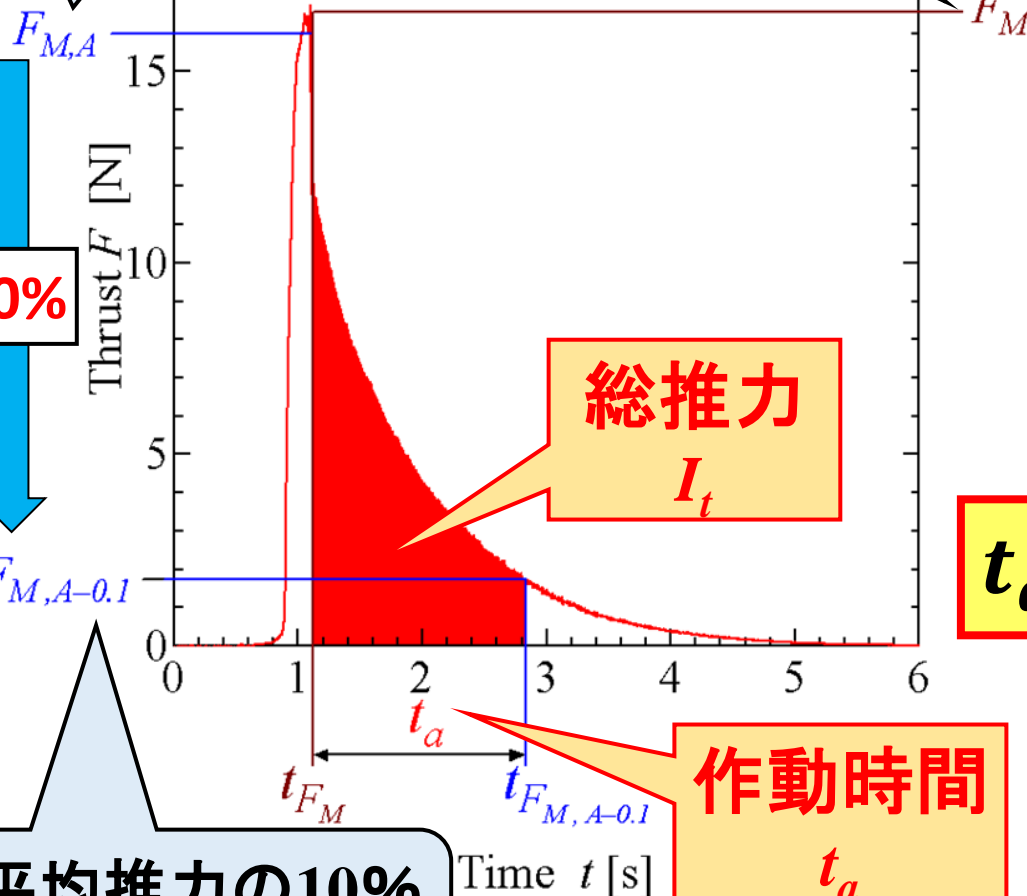
平均推力

$$F_{M,A}$$

最大推力

$$F_M$$

— F



総推力

$$I_t$$

作動時間

$$t_a$$

平均推力の10%

$$F_{M,A-0.1}$$

推力 F の概算

P_c : 燃焼室内圧力 [Pa]

適正膨張

仮定

推力係数

$$C_F = 1$$

$$F = A_t \times P_c (\times C_F)$$

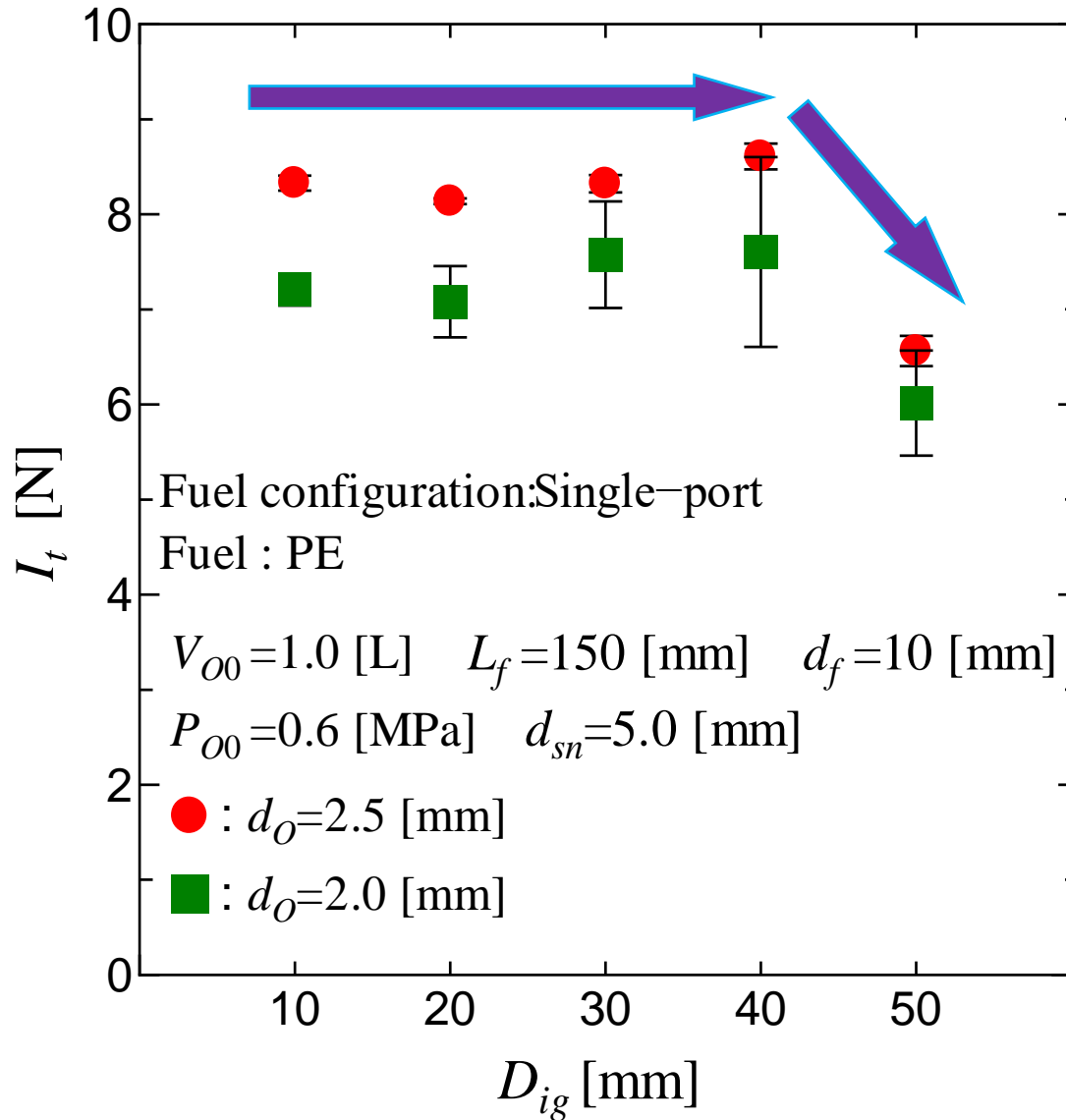
A_t : ノズルスロート断面積

t_a : 作動時間 [s]

$$t_a = (t_{F_{M,A-0.1}}) - (t_{F_M})$$

I_t : 総推力 [N·s]

$$I_t = \int_{t_a} F dt$$



$D_{ig} = 50$ mm

総推力が低下したのとは...

燃焼室に熱を奪われ熱損失が大きくなったためか

$D_{ig} = 20$ mm
程度
で実験を行うのが妥当

小・中学生を対象にロケットを題材とした講座および模擬打上を実施



講座

模擬打上

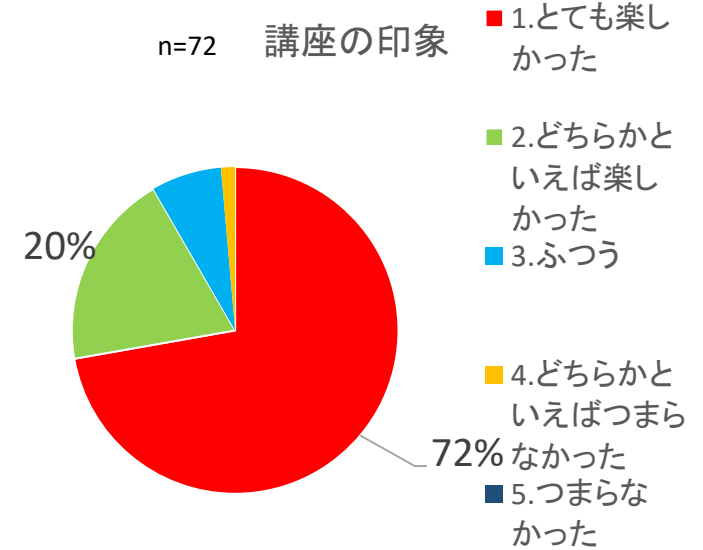


2023度の理科教室

- ・ザウルスレース(実施日:2023年7月1日)
- ・サマースクール(実施日:2023年9月12, 13日)
- ・えひめ宇宙フェスinなんよ(実施日:2023年9月24日)
- ・ジュニアドクター育成塾(実施日:2023年10月28日)

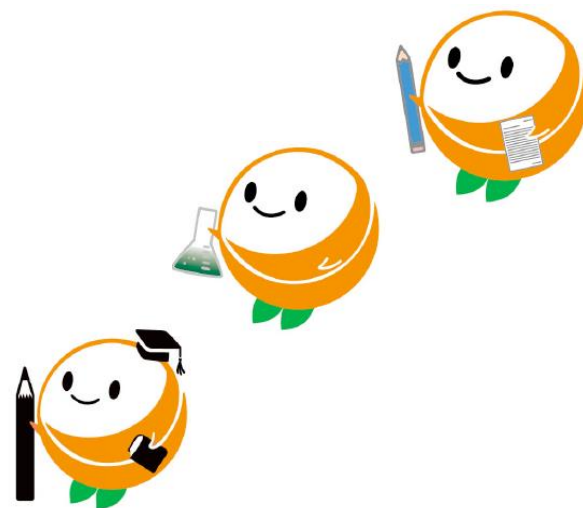
アンケート結果

n=72 講座の印象



理科教室では、ロケットの組み立ては簡素化の必要性がある

1. 酸化剤ノズル径 d_o によらず、総推力 I_t は、着火位置 D_{ig} がある範囲までは概ね変わらない。
2. 小学生や中学生を対象に行った理科教室は好評であり、教材用に適していることがわかった。また、小学校低学年の参加者も楽しく参加できるように工夫する必要がある。



※公開用に修正しています