

研究室紹介

熱流体工学研究室

2021.08.06

島根大学 次世代たたら協創センター／機械・電気電子工学科

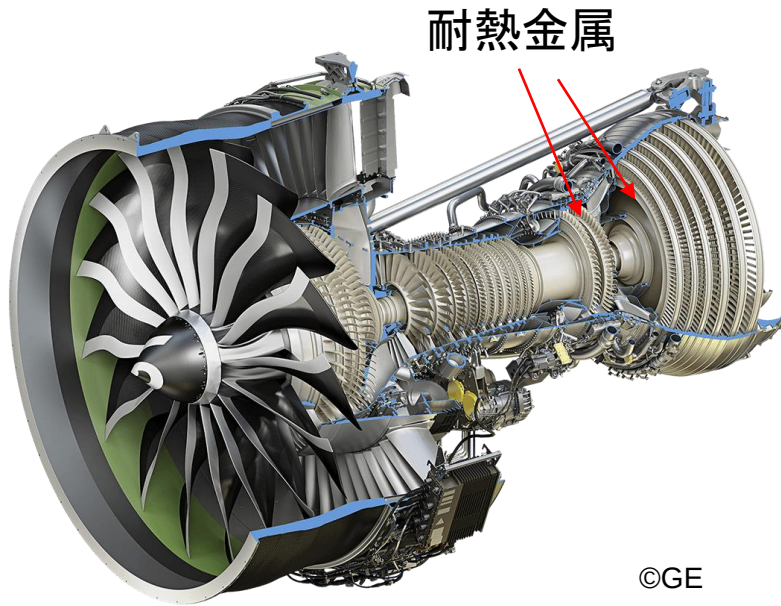
教授 新城 淳史

jshinjo@ecs.shimane-u.ac.jp

<http://www.ecs.shimane-u.ac.jp/~jshinjo/>

主な研究内容

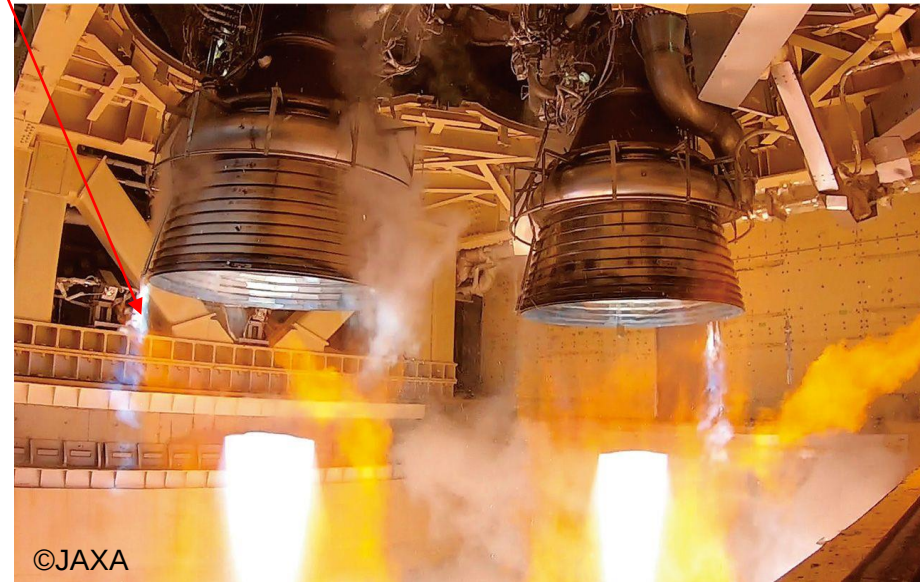
- ・ 熱流体工学
 - 「流れ + 熱」を使った機械についての研究
 - 高温流れの研究
 - 耐熱金属の研究



©GE

ジェットエンジン(GE-9x概念図)

高温流れ



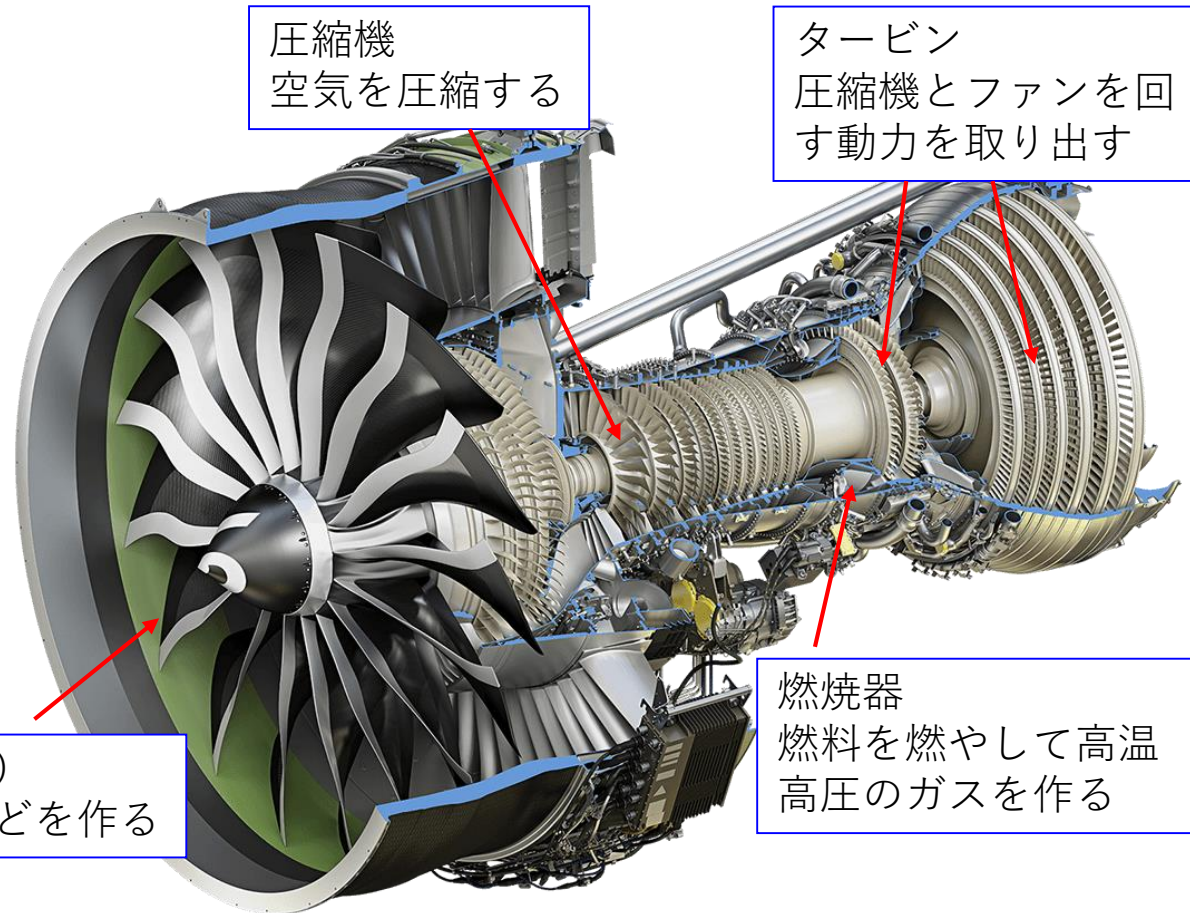
©JAXA

ロケットエンジン(LE-9)

現代のターボファンジェットエンジン



CF6 (ボーイング767用)
やや旧式
バイパス比5程度
ファンの形状が直線的



GE-9x概念図

うまく良い流れを作るのが大事！

- 3次元複雑形状の高効率ファン
- 複合材ファンの採用
- バイパス比10
- 耐熱セラミック複合材のタービン・燃焼器への使用
- 3次元積層製造(3Dプリンタ)

ロケットエンジン

ロケットエンジンの形状

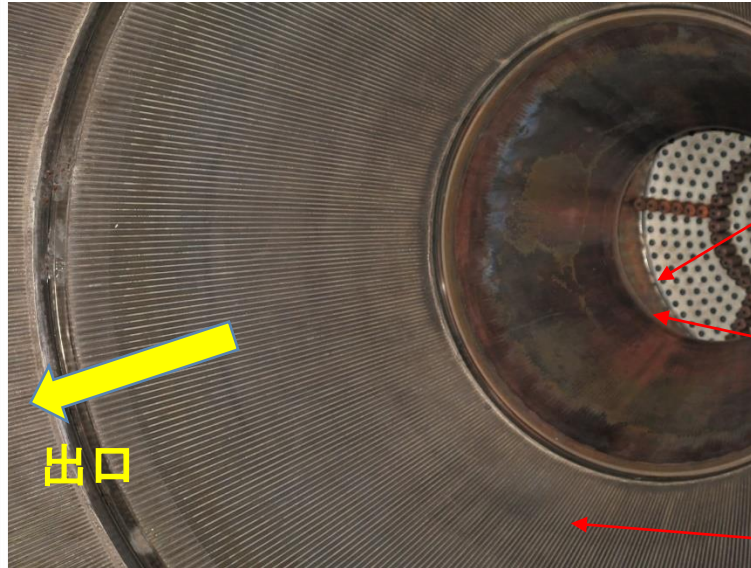


©JAXA

LE-7A



燃焼ガス



一度狭くなる

最も狭いところ

どんどん広がる

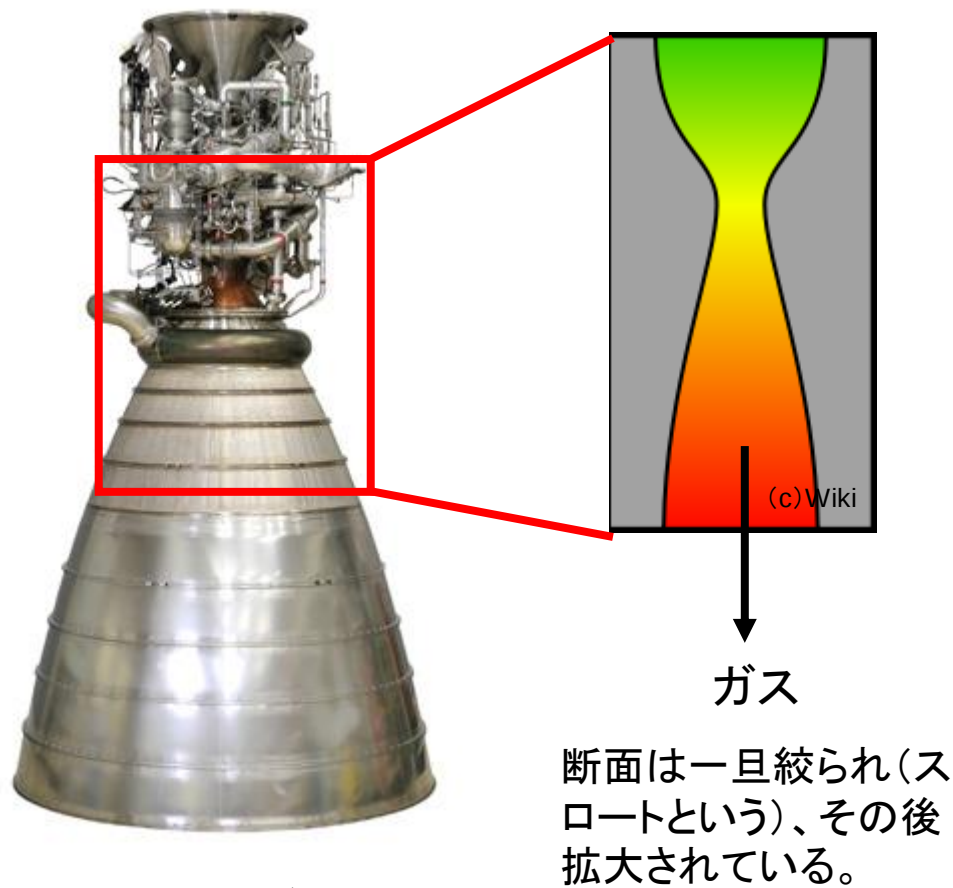
出口

下から覗いてみると...
空っぽだが、よく見ると、一度狭くなってまた広がっている。

なぜ？

ロケットエンジン

高速気流機器、ロケットのラバーノズル



LE5-A/Bエンジン、MHI

うまく良い流れを作るのが大事！

•ロケットの推進能力には

- 1.排気の量を増やす
- 2.排気を増やす

1.は燃料の必要量が増えて論外で、2.の排気速度を上げるしかない。

燃焼室(亜音速)



スロート(音速)

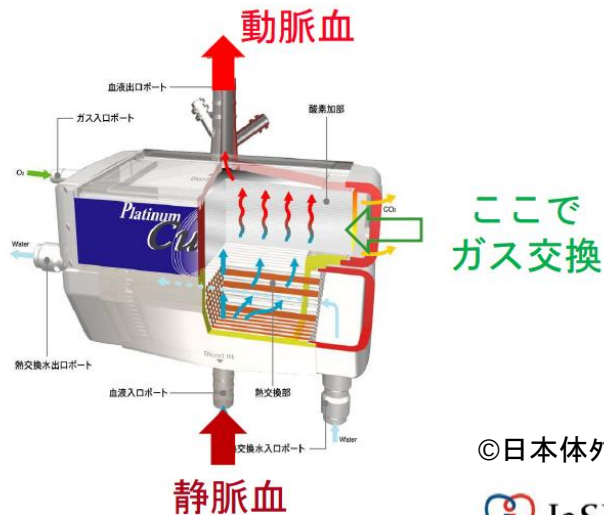


ノズルスカート(超音速) と加速させる。

ノズル 流れ	先細 ($dA < 0$)		末広 ($dA > 0$)	
	亜音速	超音速	亜音速	超音速
速度変化	+	-	-	+
密度変化	-	+	+	-
圧力変化	-	+	+	-
温度変化	-	+	+	-
マッハ数 変化	+	-	-	+

主な研究内容

- ・ 少し変わりダネ
 - 医工連携: 新型人工肺(ECMO)の開発
 - 血液流れの温度管理



うまく良い流れを作るのが大事！

©日本体外循環技術医学会



ボトルネックになっている現象の解明を中心に世界初のインパクトある結果を出すことを目指しています。

高校で主に関係する授業科目: **物理(力学、熱力学)、化学、数学**

アプローチ

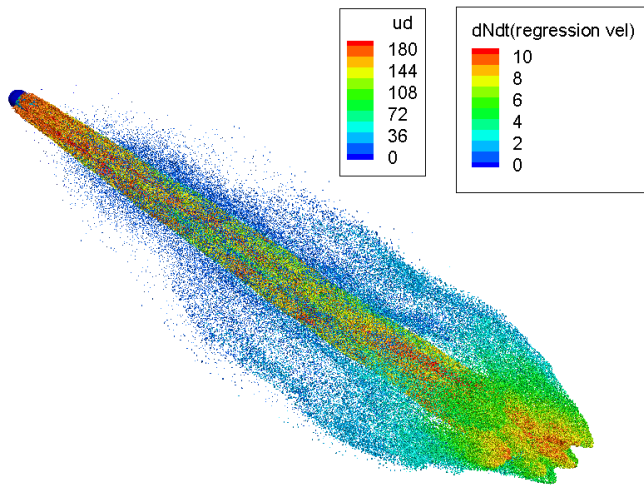
- 数値流体力学 (Computational Fluid Dynamics, CFD) を主なアプローチにしています。
 - コンピュータによるシミュレーションです。
- 実験もあり (自作ジェットエンジン)
 - そのほかにも、学内外のチームと連携あり
 - 地元企業との連携あり (日立金属、SUSANOO 各社)
 - 実地経験もできます

研究例1

エンジン燃料噴霧の形成・燃焼

エンジン噴霧（自動車、航空）

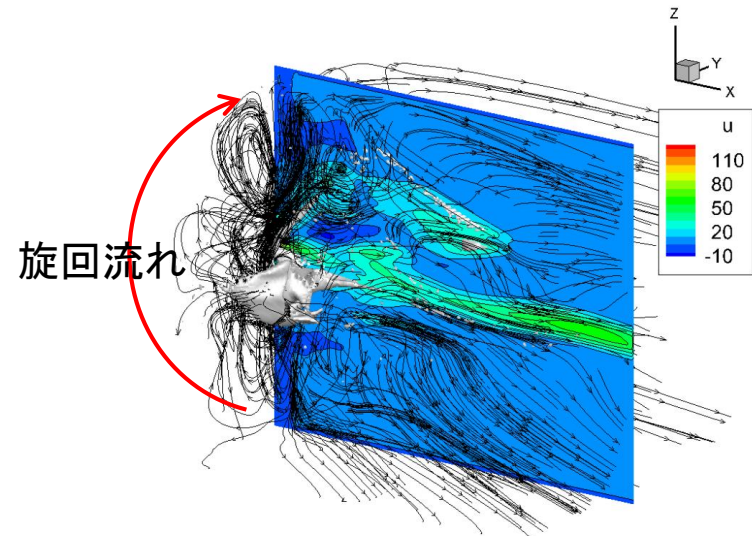
- 高効率化（燃費向上）のための噴霧の改良



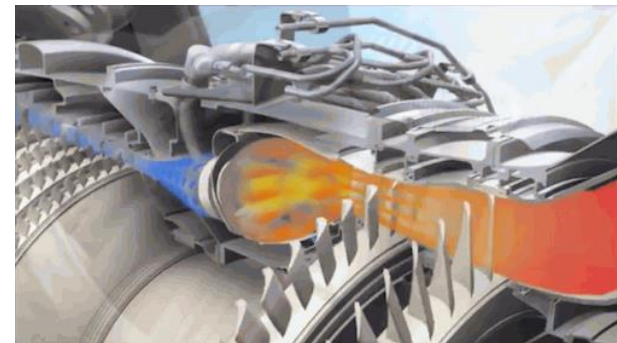
- 自動車エンジン用
（名古屋大学、マツダとの共同研究）



©Bosch



- 航空自動車エンジン用
（IHIとの共同研究）



©Reddit

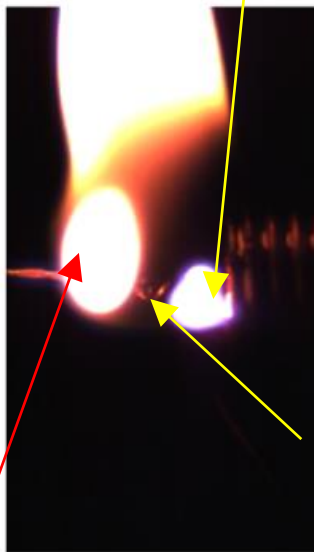
研究例2

混合バイオ燃料液滴の燃焼

混合バイオ燃料の燃焼特性の研究

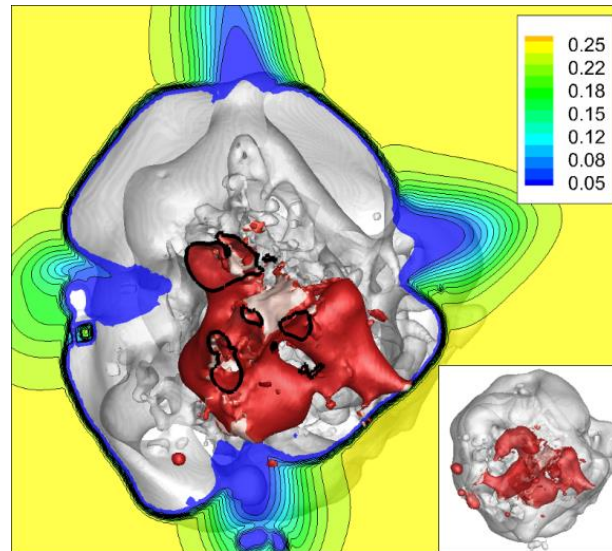
- ディーゼルにバイオエタノールとバイオディーゼルを混ぜます。
ススや二酸化炭素を減らせそう → **エコな燃料**
- エタノールが沸騰しやすいので、突沸を起こす場合があります。
うまく使えば混合促進に使えそう。なので、その特性を探ろう。

着火ヒータ

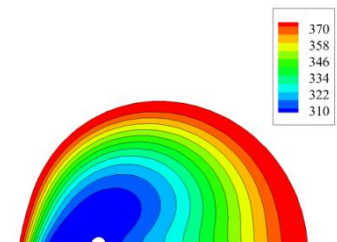


液滴

単液滴燃焼実験



混合液滴の突沸挙動



局所突沸（パフィン
グ）に影響された火炎

気流中の液滴加熱

研究例3

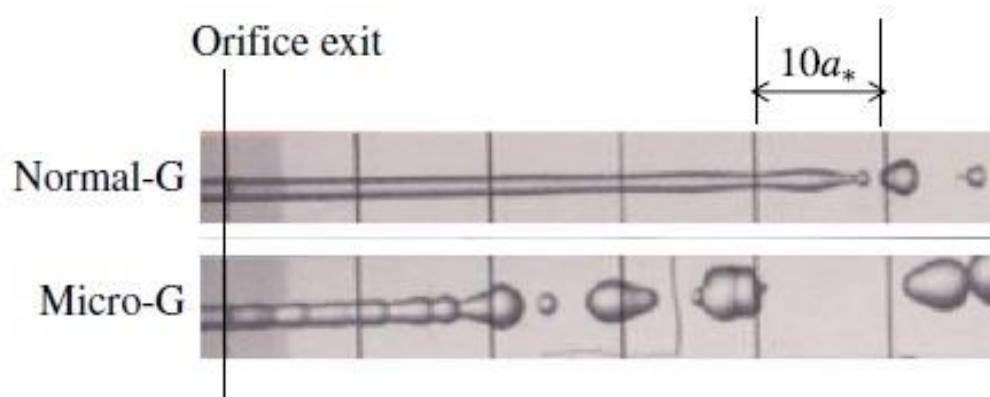
無重力下（国際宇宙ステーション）での 液滴生成実験

液滴生成実験

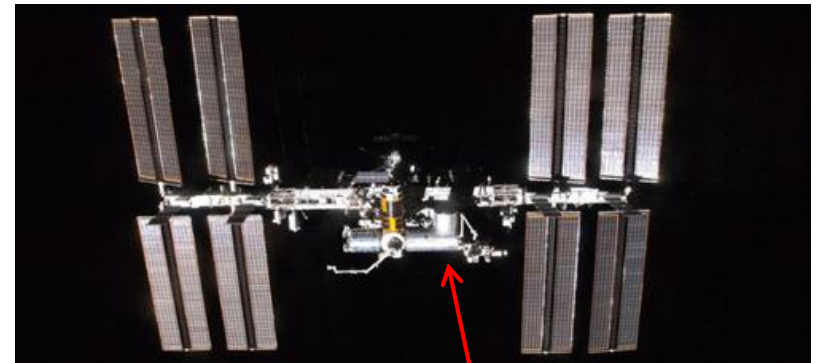
- 微粒化物理の解明をします。
- 国際宇宙ステーション日本実験モジュール「きぼう」にて**2018年実施**
- 名古屋大学、JAXAとの共同研究

- 低速液ジェットからの液滴分断
- 表面張力波の効果
を調べます。

データ解析は一通りは終了、しかし
まだ調べる余地はある



こんな感じの実験です



©JAXA

ここで実験

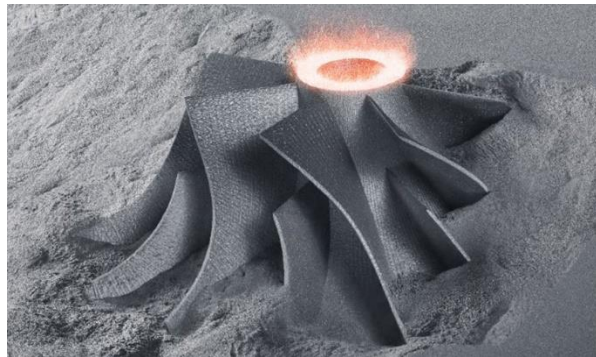
地上(筑波)からの遠隔操作
+
宇宙飛行士の作業

研究例4

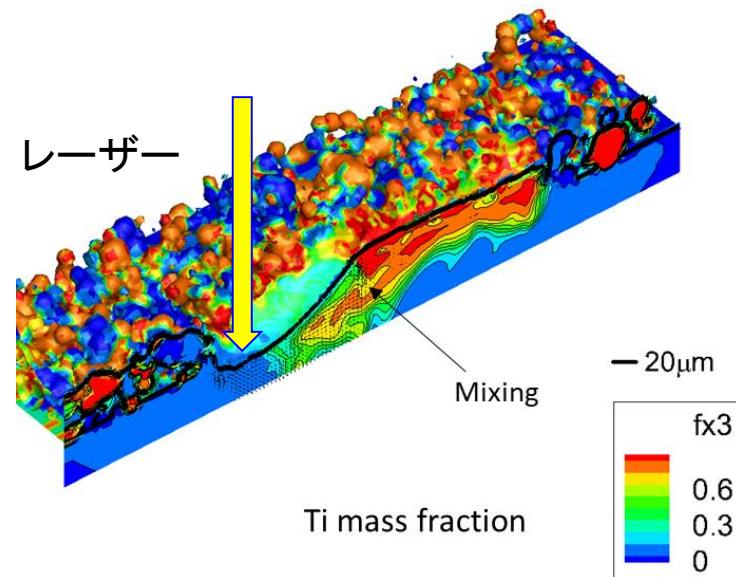
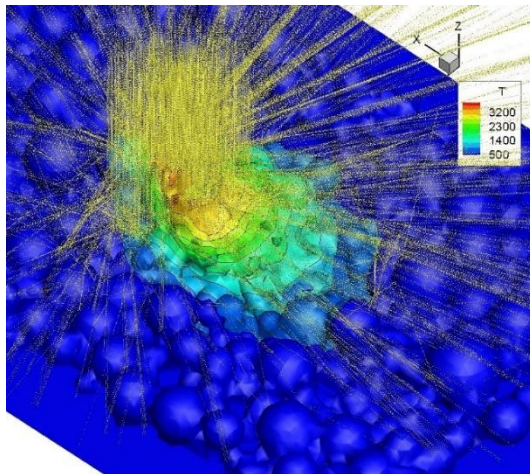
金属積層造形(3Dプリンティング)

金属積層造形(3Dプリンティング)

航空宇宙、機械、医療などいま世界中でホットな話題
自在な形状の金属部品を作る



©3Dnatives



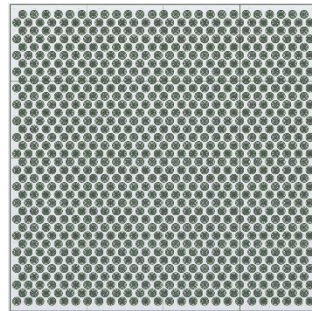
レーザー光の軌跡追跡による詳細解析(粉末をあらかじめ敷いて造形:パウダーベッド法)

研究例5

新型人工肺(ECMO)の開発

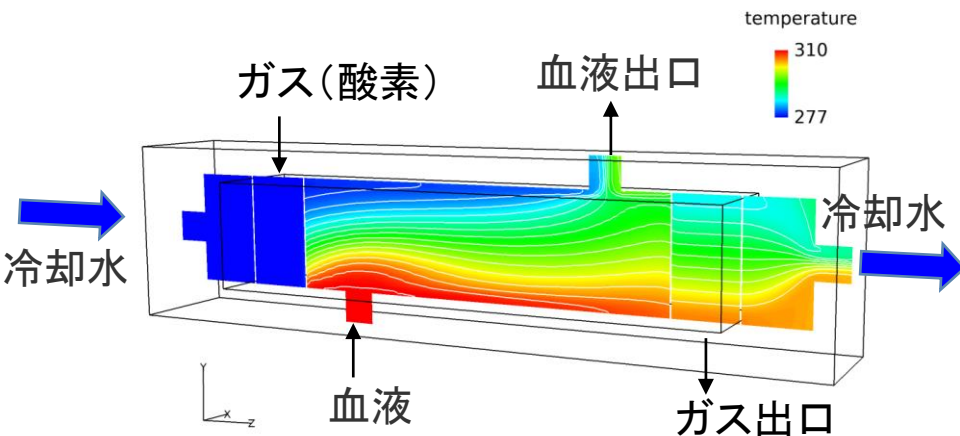
血液凝固を防ぐ最適温度条件の設計

- 人的負担のより少ない人工肺の開発へ

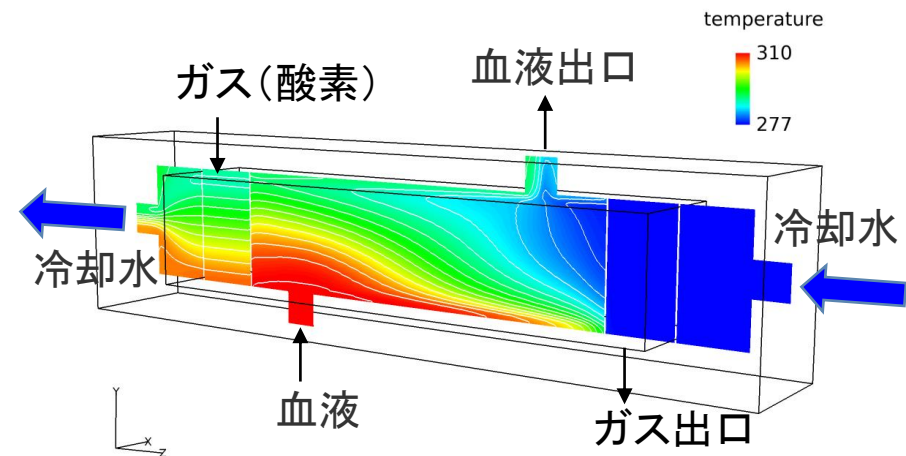


断面形状

- 多数の細管
- 血液、ガス、冷却水が互いに物質と温度を交換する



水: +0.053m/s

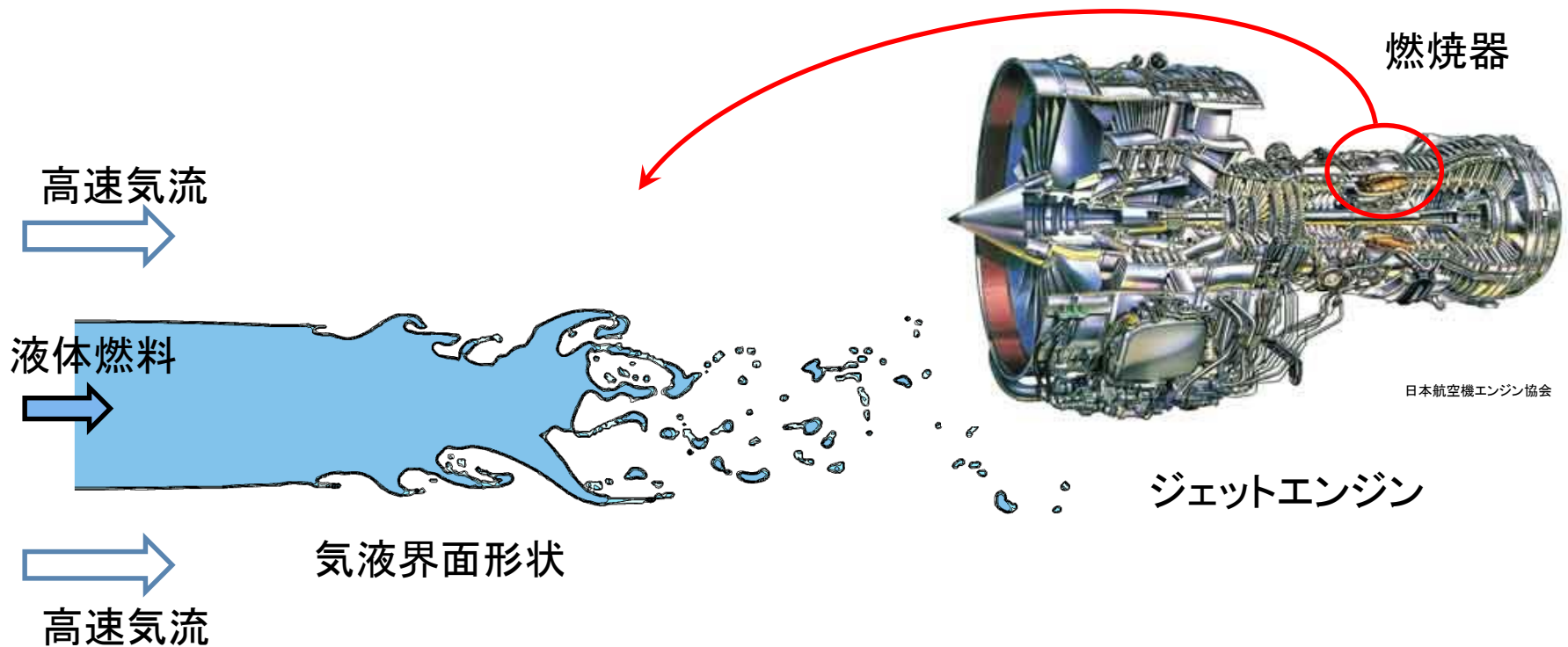


水: -0.053m/s

学生の卒論テーマ例

卒論テーマ例

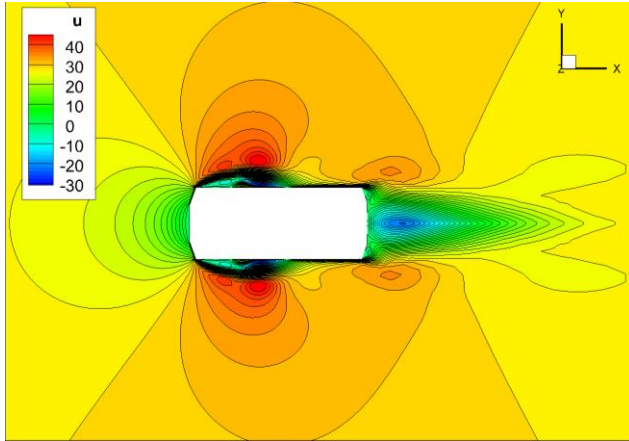
- 高速気流による液体燃料の初期微粒化の数値解析



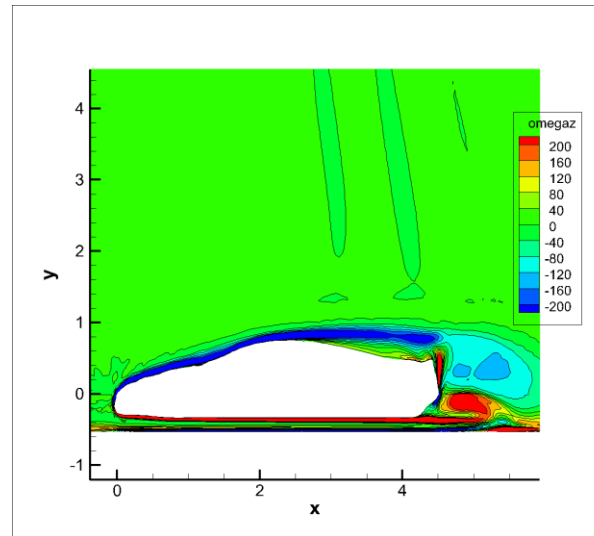
•気流式噴射器(エアブラスト型)の燃料噴射による微粒化(噴霧化)の解析です。

卒論テーマ例

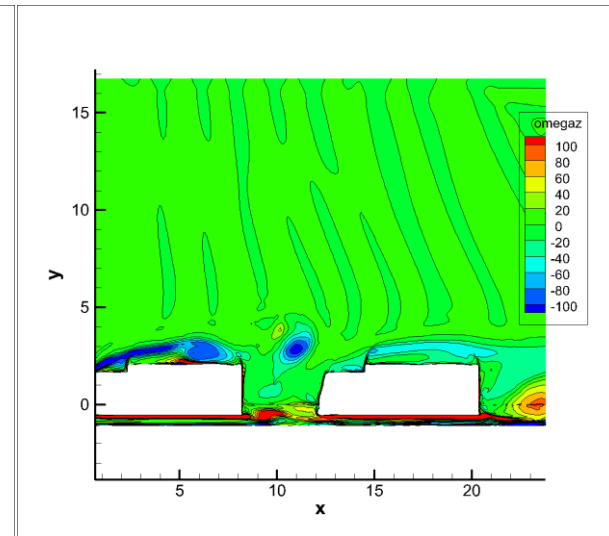
- 自動車の空力性能(抵抗低減)に関する数値解析



上から見た形状の検討
(速度場)



クーペ型単体の渦度場

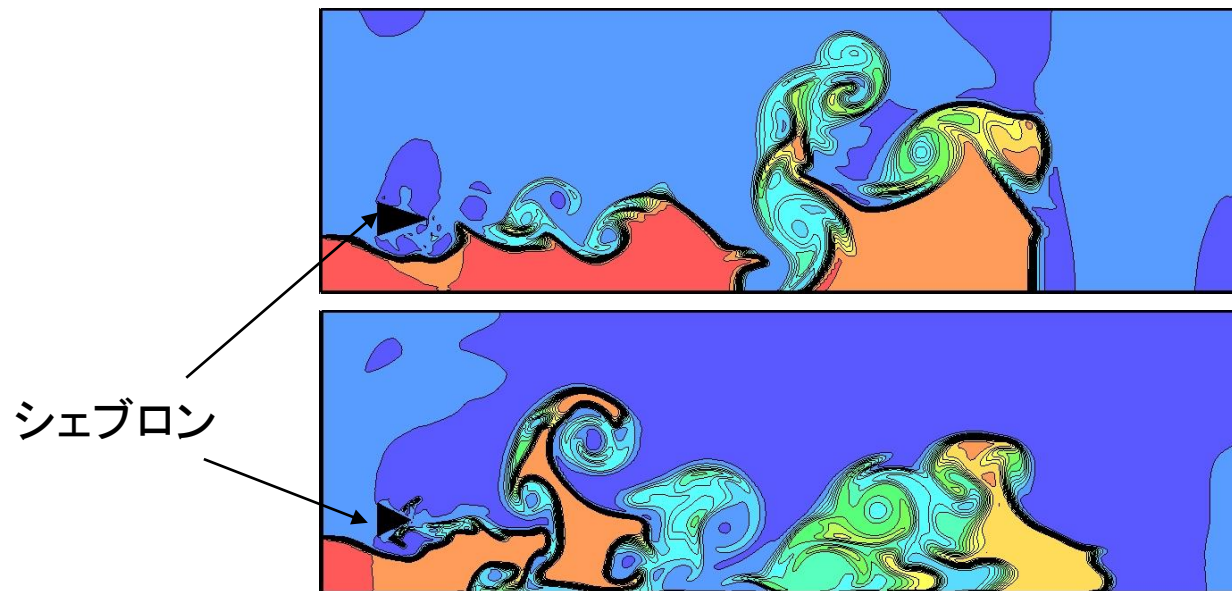


隊列トラックの渦度場

•高速走行時の空気抵抗の原因とそれを低減させる形状・運転状況を調べています。

卒論テーマ例

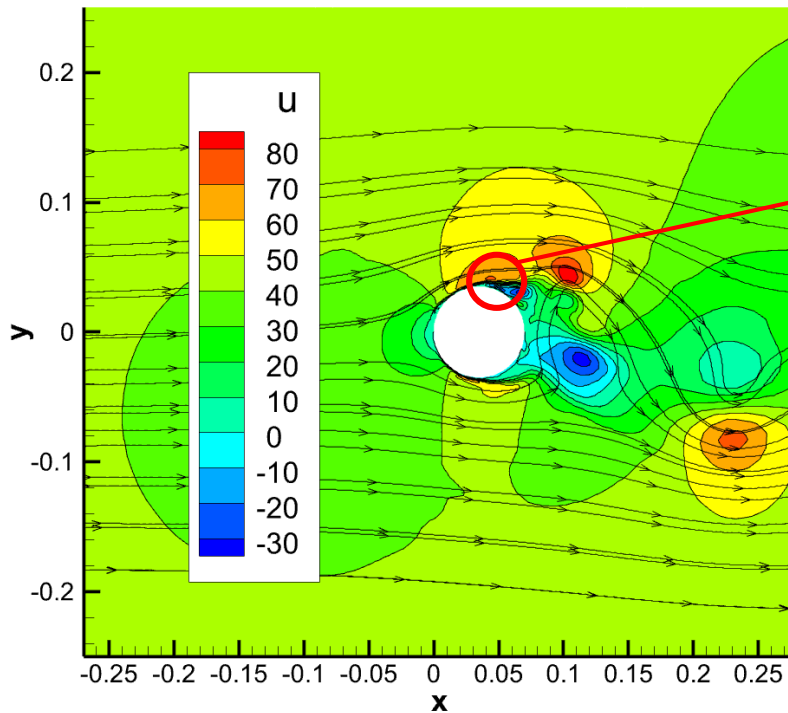
- 航空ジェットエンジンにおける騒音低減(シェブロン装置)



•意図的に渦を作ってかき混ぜることにより、ジェットの速度差を小さくし、騒音₁低減をします。

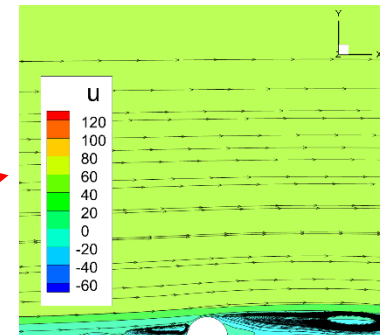
卒論テーマ例

- 野球ボール周りの気流計算と軌道解析

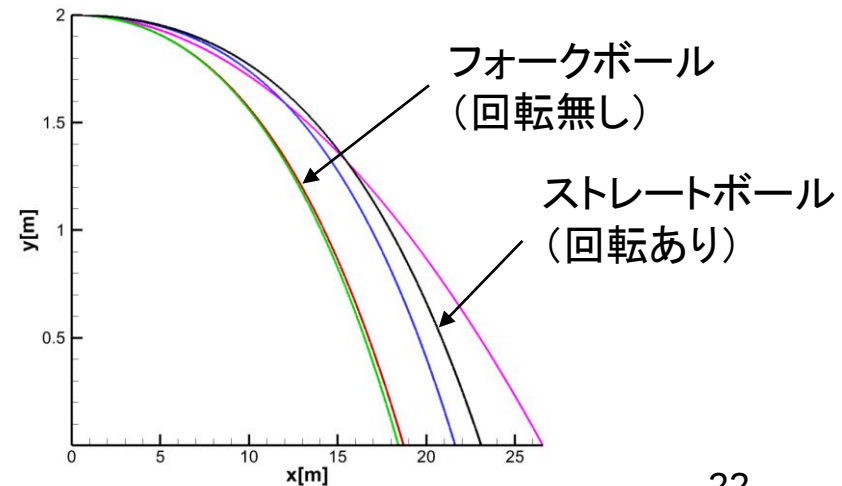


回転する野球ボール周りの流れ

縫い目とボールの回転も考慮している！



モデル化した縫い目



フォークボール
(回転無し)

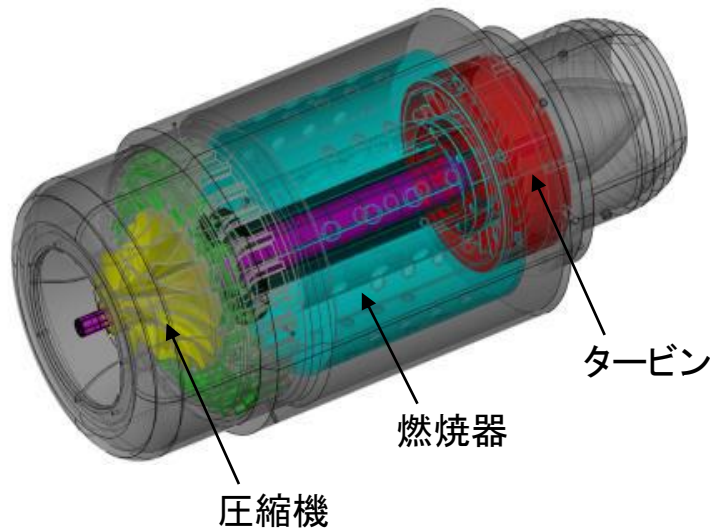
ストレートボール
(回転あり)

ピッチャー位置

バッター位置

自作ジェットエンジン(卒論、修論)

– 地元金属加工企業グループSUSANOOと連携



- 自分たちでCADで設計
 - 製造は企業とコラボ
- コンピュータによる性能解析
 - 圧縮機、タービン

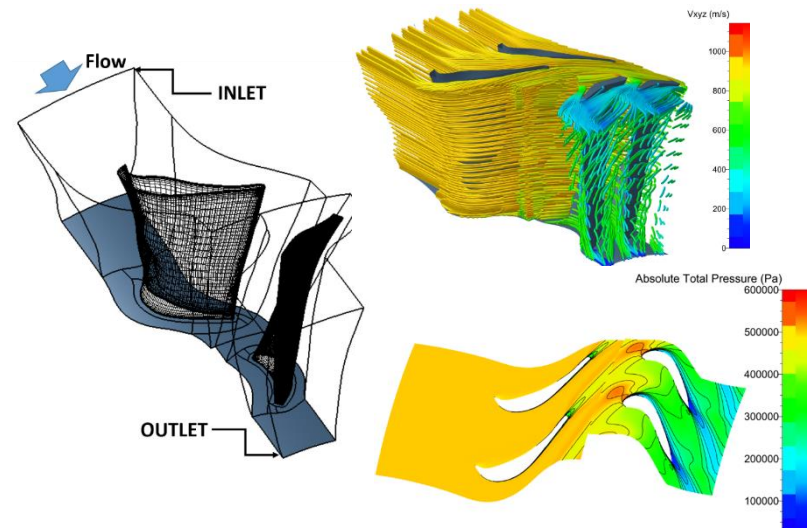


圧縮機付近



タービン付近

組み立て中の1号機



タービンの事前性能解析

SUSANOエンジン設計 各部の役割

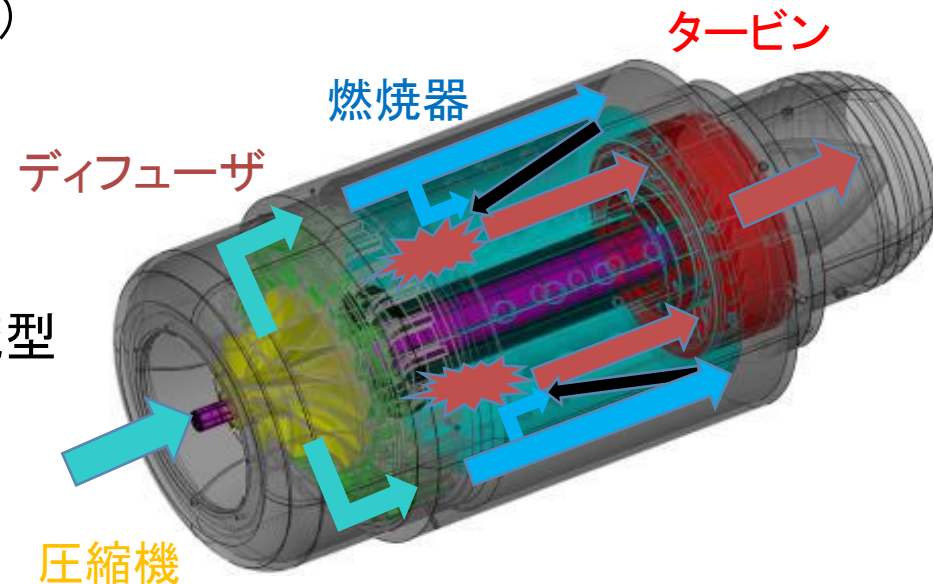
24

小型ジェットエンジンの設計は...遠心圧縮型が多い

→構造が簡単

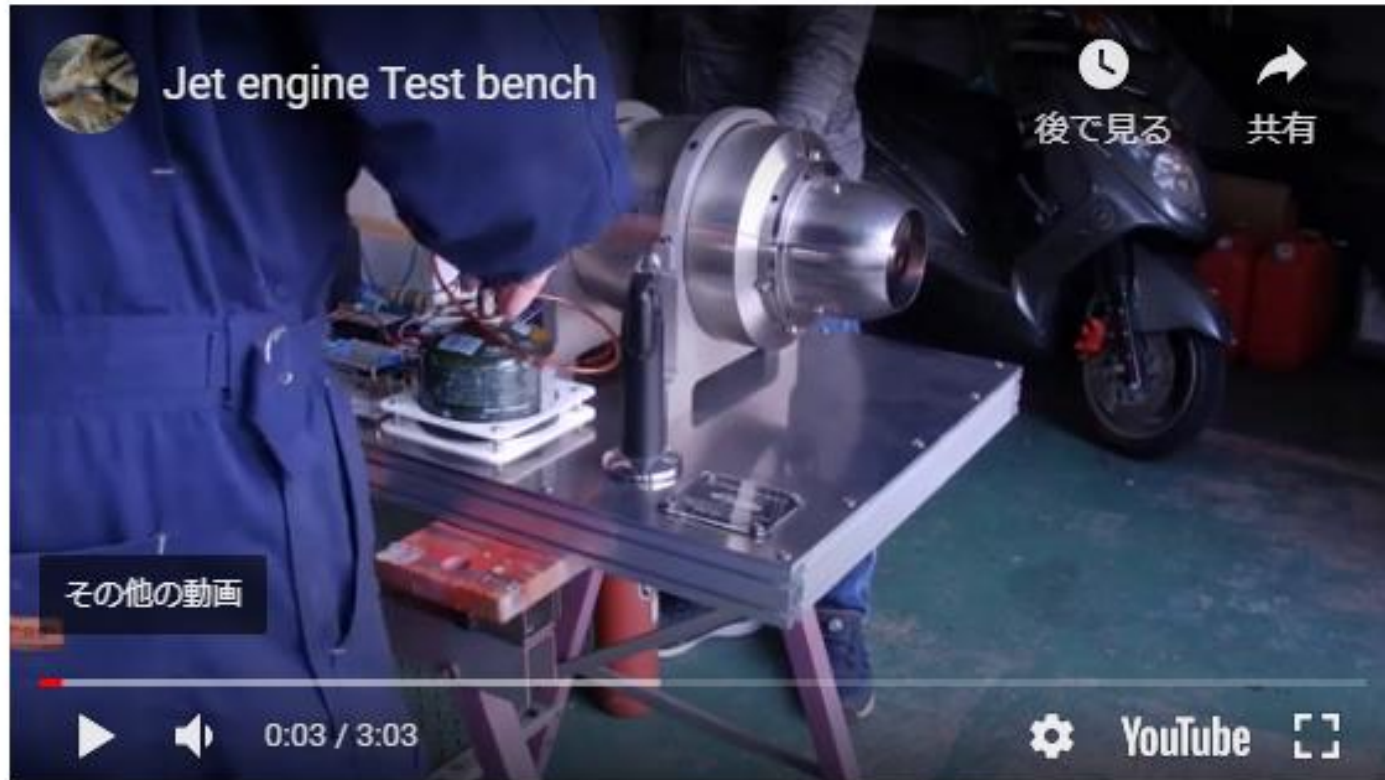
→圧縮比を高くはできない(大型機は多段軸流型に)

- 圧縮機(常温部)
→回転して空気を取り込み圧縮する
- ディフューザ(常温部+わずかに加熱)
→圧縮空気を減速し整える
- 燃焼器(高温部)
→燃料を燃やしエネルギーを発生
→失火(吹き消え)防止のために逆流型
- タービン(高温部)
→回転して圧縮機を回す



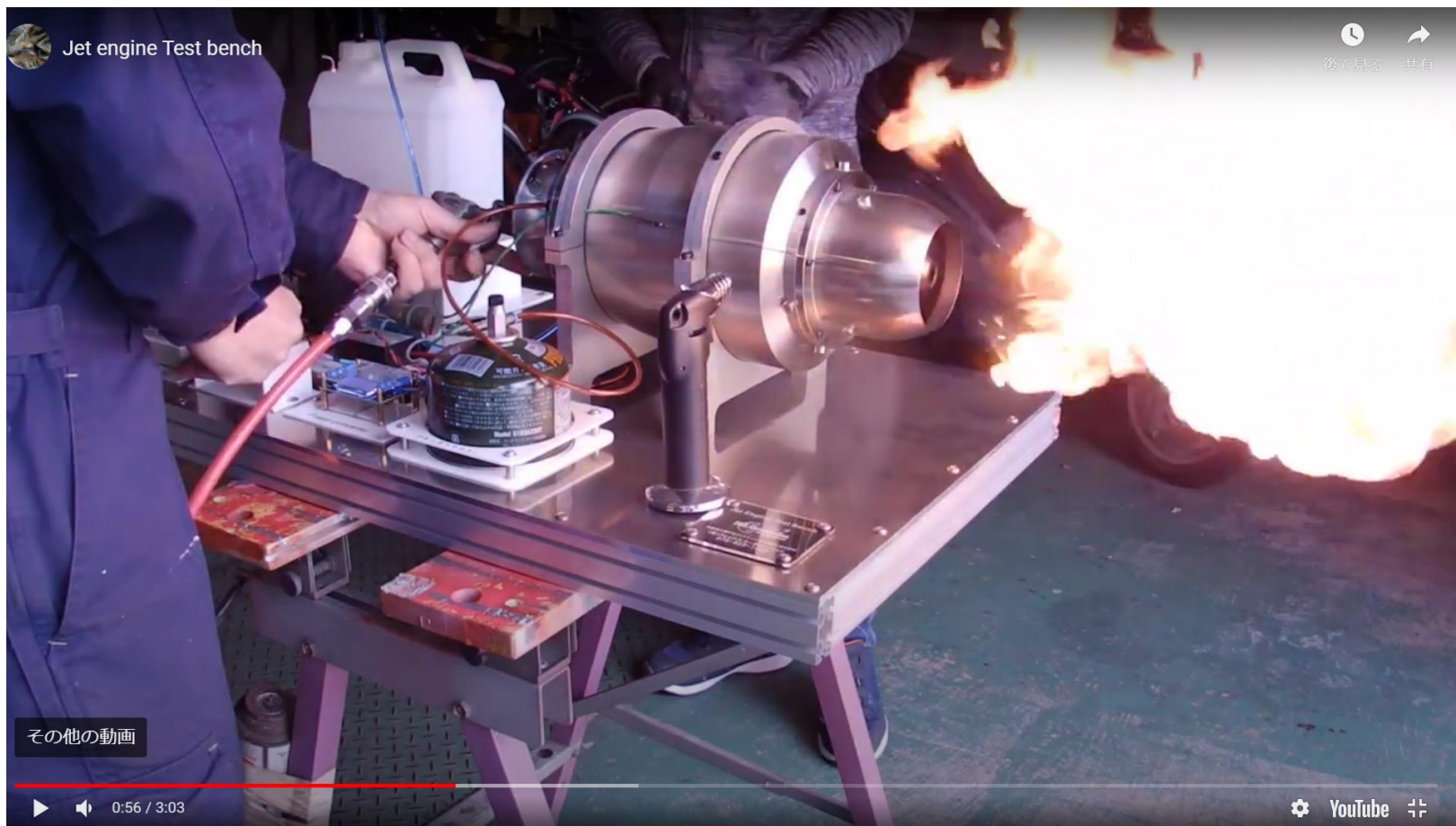
- 2021年4月の燃焼試験の様子

今後もどんどん改良していきます

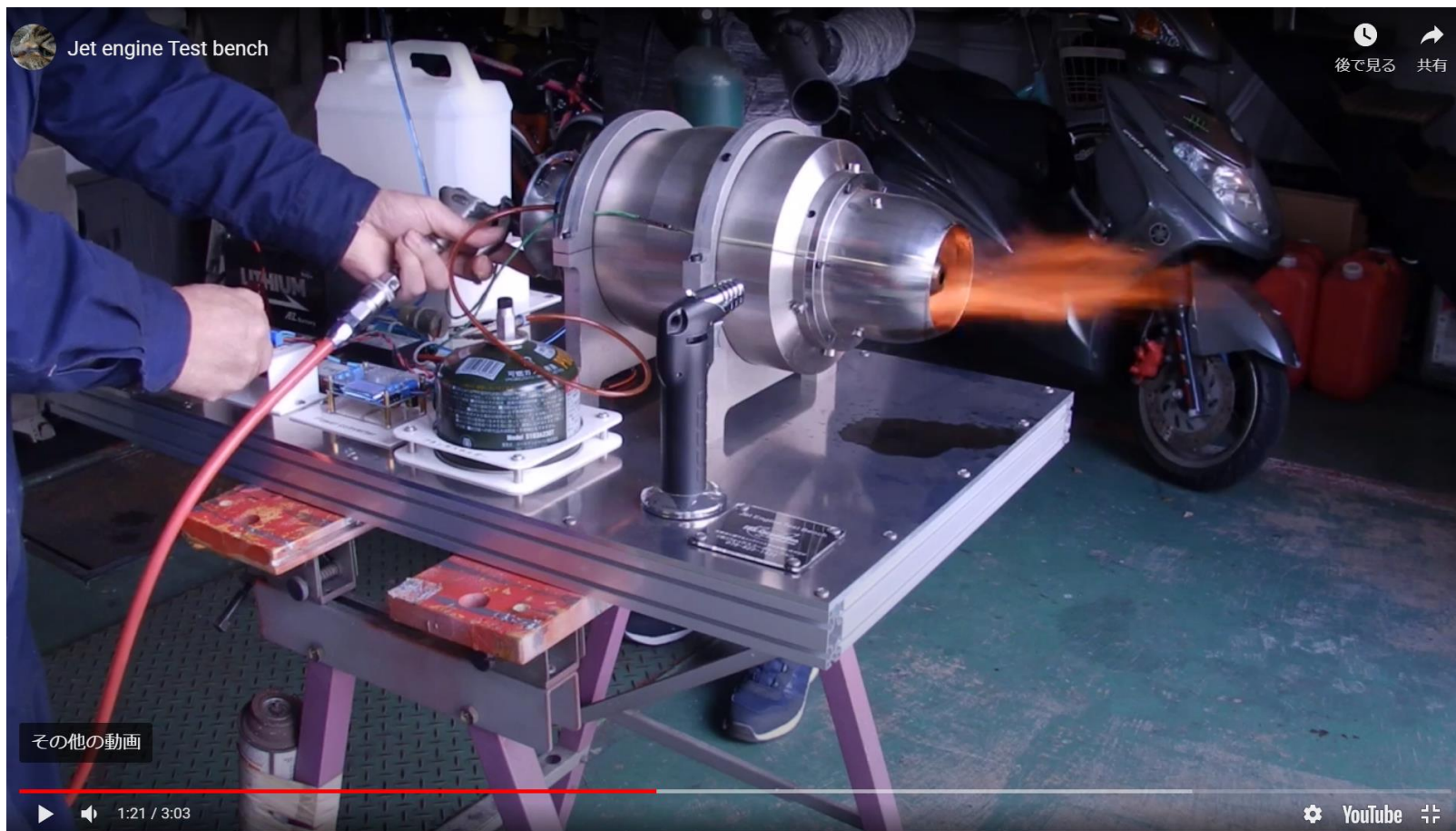


<https://youtu.be/ornl-pXp3UQ>

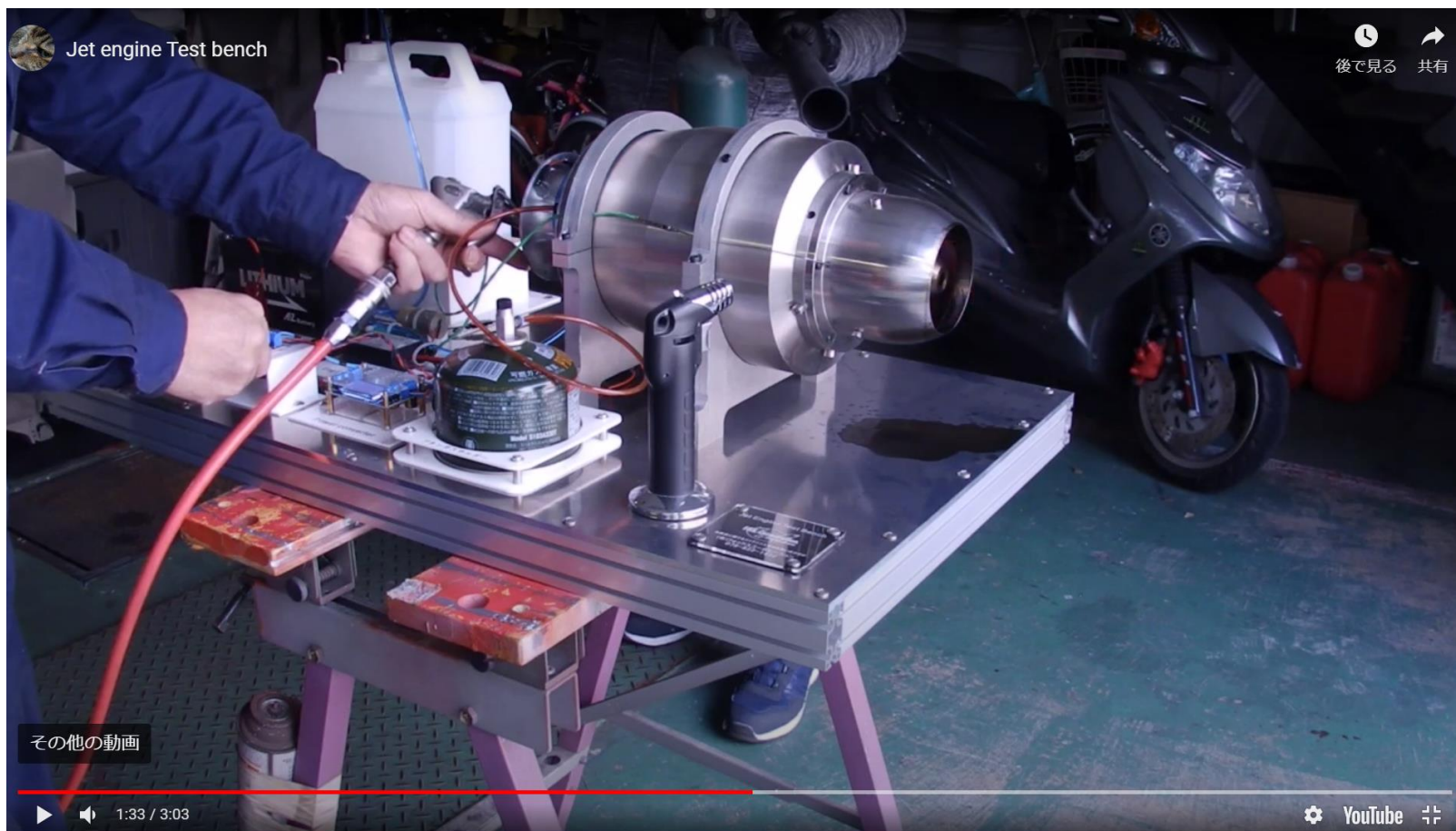
研究室ホームページからご覧になれます



始動： 開始時には炎が出ます



回転を上げていくと、炎が引っ込んでいきます



定常運転中

外部との関連

- ・ 共同研究
 - 名古屋大学
 - AICE（国内自動車メーカーの共同体）
 - IHI（航空エンジンメーカー）
 - 宇宙航空研究開発機構（JAXA）
 - Oxford大学（英）、Leicester大学（英）、日立金属
 - 医学部
- やる気のある人は、英国Oxford大学に留学機会あり
 - ・ 島根大学が全額費用負担
 - ・ 2020年8月には5人を1か月派遣まで決まっていたが、コロナで泣く泣く中止。コロナが収まることを期待！

興味のある学生さんを歓迎します！

幅広い視点を持つことを目指します

エンジニアリングとして、いろいろなことを考えて良い機械を作りましょう