

飛行機の話

(小・中学生向け教育・訓練を行う人のための資料)

[固定翼機編]

[目次] 1. 空中を飛ぶことの難しさ
2. 飛行機を飛ばす工夫
3. エンジンの話 (ジェット機用)
4. ライト兄弟が初動力飛行に成功した背景

[関連資料]
(2)「羽根の基礎」(3)「エンジンの羽根」もあります



2025.12.24 近藤元男

1. 空中を飛ぶことの難しさ (対象: 小学生)

人は空を自由に飛ぶことを夢みてきました。しかし実際に人が乗ったエンジン付き飛行機が飛んだのは 1903 年になってからライト兄弟によって成し遂げられました。(4.「ライト兄弟が成功した背景」を参照)

では、難しかった理由を調べてみましょう。

難しく考えず、身の周りの物、現象と比較して考えよう

他の乗り物には、車、船があり古くから使われていますが、それぞれが利用している 環境 (自然) をみてみましょう。

車……地上(個体・地面)……浮く必要がありません……車輪を付ければ動けます

船……水上(液体・水)……水より軽いものは浮きます、入れ物が水より重くても中に空気があれば浮きます

飛行機……空中(気体・空気)……ほとんどのものは浮き上がりません。

[検討事項]

実験用具、模型準備の検討

「飛ぶ種」の実験

YouTube に多数あり

では、浮く難しさを実験してみましょう

地上(個体・地面) 自動車模型、台車……重さの違うもの 2 種程度 (床上)

水上(液体・水) 板、船模型 (透明水容器があると良い)

空中(気体・空気) 模型飛行機、紙飛行機、飛ぶ種 ←自然落下させる

次に前に進める方法を考えてみましょう **動力装置 (エンジン)**

地上(個体・地面) 自動車模型、台車……車輪を回す

水上(液体・水) 船模型……スクリュー(羽根)を回す

空中(気体・空気) 模型飛行機……ゴム動力(プロペラ)

紙飛行機……投げる

飛行機……エンジン (3.「エンジンの話」参照)

(プロペラ、ファン、ジェット)

〉 ヨット

【ポイント】(水と空気)

密度の違い……特に軽さの大切さ (1 気圧、15° C)

(空気=1.2225kg/m³

水=999.14kg/m³, 空気の 815 倍)

圧縮・膨張性の違い

進行抵抗の違い

スクリューとプロペラの違い

自然現象の勉強

違いはあるが、
同じ現象も多い

2. 飛行機を飛ばす工夫（対象：小学生、中学生）

（関連資料「羽根の話」もあります）

2.1 飛行機にかかる力（空中）

揚力 \longleftrightarrow 重力 $\cdots\cdots$ 上昇／降下 $\cdots\cdots$ 釣り合った時に水平飛行する

推力 \longleftrightarrow 抗力 $\cdots\cdots$ 加速／減速 $\cdots\cdots$ 釣り合った時に定速飛行する

2.2 それぞれの力に対する工夫

揚力 $\cdots\cdots$ 主翼面積・迎え角、翼型・フラップ

重力 $\cdots\cdots$ 軽量化

推力 $\cdots\cdots$ エンジン（紙飛行機・グライダーは重力を利用）

抗力 $\cdots\cdots$ 前面面積、表面円滑さ

2.3 飛行機が飛び上がるため工夫 $\cdots\cdots$

各翼、車輪付き旅客機の模型が有効

揚力 $\cdots\cdots$ 加速、揚力アップ機構（フラップ等）、尾翼昇降舵

重力 $\cdots\cdots$ 車輪

推力 $\cdots\cdots$ エンジン最大出力

抗力 $\cdots\cdots$ 車輪の格納

「3. エンジンの話(ジェット機用)」参照

2.4 飛行機が方向(上下・左右)を変えるための工夫

揚力 $\cdots\cdots$ 主翼補助翼、尾翼昇降舵・方向舵、上反角、後退角

推力 $\cdots\cdots$ 上記操作による抗力増減によるエンジン出力調整

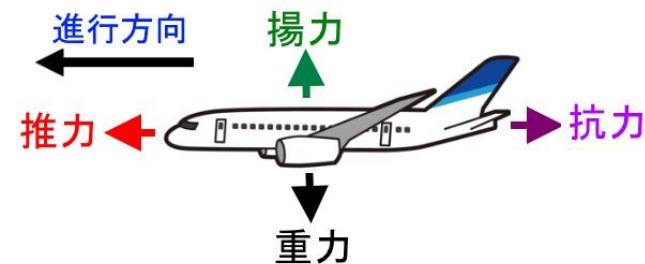
2.5 飛行機が着陸・停止するための工夫

揚力 $\cdots\cdots$ 主翼フラップ・補助翼、尾翼昇降舵・方向舵

推力 $\cdots\cdots$ エンジン・アイドル出力、接地後リバース出力

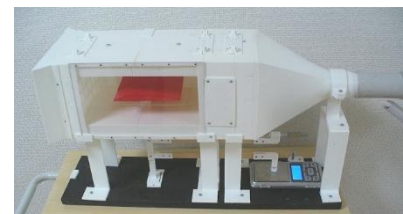
重力 $\cdots\cdots$ 車輪

抗力 $\cdots\cdots$ 車輪ブレーキ、主翼ブレーキ、スラスト・リバーサー(逆推進機構)

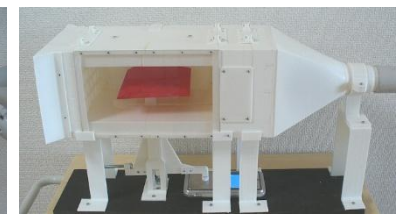


簡易「翼・揚力／抗力実験装置」(OTH-02) .. 解説資料あり

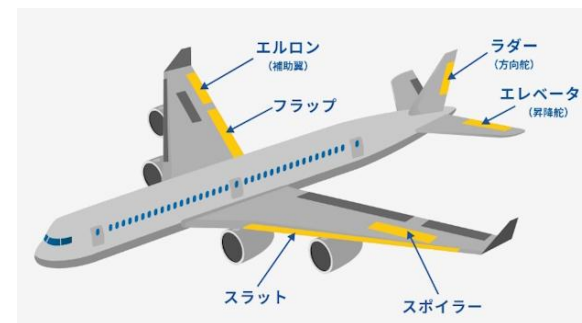
(翼交換可、迎え角変更可 バランス式、数値計測可)



(揚力計測)



(抗力計測)



地上では車と類似
(ただし車輪は動力では回さない)

[ポイント]

ベルヌーイの定理

エネルギー保存の法則

(圧力、運動、位置エネルギーの合計は一定)

ニュートンの3法則

(慣性、運動の方程式、作用・反作用)

(関連資料「エンジンの羽根」もあります)

羽根を回転し空気を後方に押し出して反力を利用する

回転力は燃料を燃やして得た高温燃焼ガスを羽根に当てて得ます

コンプレッサ・ブレード、ステーター・ベーン……空気を圧縮する

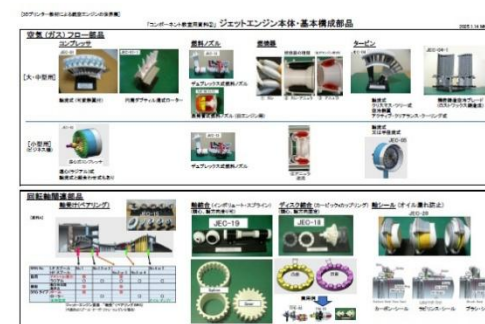
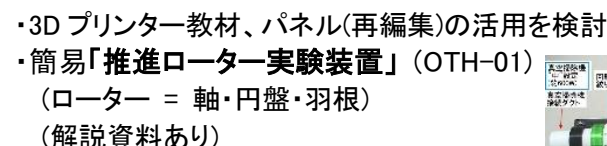
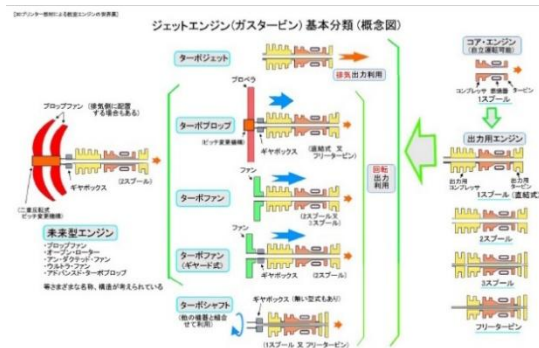
→ 〈燃焼器〉 →

タービン・ブレード、ノズル・ガイド・ベーン……コンプレッサー及びファン又はプロペラの回転力を得る

ファン・ブレード、エキジット・ガイド・ベーン……推進力を得る（ターボファン・エンジン）

プロペラ……推進力を得る（ターボプロップ・エンジン、プロップファン・エンジン）

3.4 ターボファン・エンジンの比較



要点:

バイパス比

(プロペラ又はファンによる
空気とエンジン内部をなが
れる空気の重量比)
大きい程推進効率が良い

[illegible]

3.6 エンジンの難しさ

高回転……音速、振動、遠心力 → 軸受、シール、結合法

高温……耐熱性、冷却

寿命……低サイクル疲労

信賴性……整備 → 摩耗、燒損、応力集中、基本作業

4. ライト兄弟が初動力飛行に成功した背景 （対象：中学生）

4.1 同じ目的をもつ若き兄弟だった

兄：ウィルバー・ライト（初飛行時 36 歳）

弟：オーヴィル・ライト（初飛行時 32 歳）

4.2 機械的知識があった……自転車屋経営

4.3 経済的に余裕があった……自転車屋経営好調

4.4 鳥の飛行の観察をした

4.5 凧、グライダーの試作・実験をした（自らグライダーにて操縦訓練をし操縦技術を磨き、操縦機構を改善した）

4.6 風洞を作り実験・研究をした

4.7 軽量エンジンを自分達で作った（協力技術者(チャーリー・ティラー)がいた)……引き受け業者がなかったため

4.8 飛行試験適地を見つけた……僻地で実験に集中できた

以上より成功すべくして成功する背景・努力があったことがわかります。

（マネージメントにおける業務改善技法「PDCA」サイクルを実践した結果の偉業と言えるのでは…）（PDCA=Plan-Do-Check-Action）

[教材]

3D プリンター教材、パネル(再編集)の活用
を検討

【特集⑦】「ライトフライヤー、1903」の先進性と3Dモデル

1903年12月17日、ライト兄弟により初の動力飛行が成し上げられたことよく知られています。それがどのような質量から生み出され、どのような方法で成されたかは多くの方が理解されています。これらの先進性は、風洞試験、グライダーによる飛行試験を経て組み込まれたものです。しかし、それをより理解できる3Dモデルはあまりありません。そこで彼らの先進性を理解し、3Dモデルに挑戦しました。

プラモデルより

先進性および特徴	私の製作モデル	
<p>「たわみ翼」操縦機構</p> <p>特に難しい操縦を可能とする方法……翼端後縁をねじれさせる「たわみ翼」方式(Warping Wing)を採用。しかも旋回時に発生する「アドバースヨー」対策として「垂直翼翼」運動方式を採用。操縦にはヒップクレードルを横で左右に動かす方法を採用。昇降舵は左手レバーで操作。</p>	<p>操縦翼、管作モデル</p> <p>RE-06CW</p>	<p>パワープラント・昇降舵・方向舵</p> <p>RE-06PP+ER</p>
<p>【自製軽量エンジン】</p> <p>軽量エンジンの製作引き受け業者無く、自ら軽量の直列水冷4気筒エンジンを製作。ピストン・エンジンの基本が理解出来る構造になっています。</p> <p>4サイクル・ピストン・エンジン、自動吸気弁、カム駆動排気弁、過給器連動方式ガソリン系統、ポンプ循環式滑油系統、自動過流式冷却系統、点火系統</p>	<p>RE-06</p> <p>直列・水冷4気筒エンジン</p>	
<p>【減速機構付き二重反転プロペラ】</p> <p>減速装置付き大口径・二重反転プロペラを採用……推進効率の向上とトルクの打消し。減速にはチェーン・スプロケットのサイズを変えて対応。エンジン出力制御、針器操作開始は右手レバーで操作。燃料・水冷系統タンク配置</p>	<p>RE-06PP</p> <p>パワープラント</p>	

[参考図書]

「ライト兄弟」「ライトフライヤー」に関する本は、今でも多数販売されています。是非、一度読まれることをお勧めします。きっとこれからの人生に役立つと思います。

[私の読んだ本]

「ライトフライヤー号の謎」(2002/2/15)

…… あいち航空ミュージアム鈴木館長著