

ものづくり技術者育成支援事業 中間報告

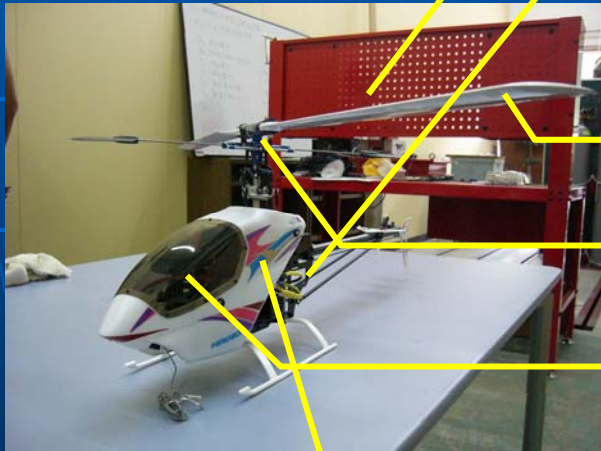
機械制御工学専攻の取り組み



MCにおける当初計画(その1)

■ 小型ヘリコプターを用いたメカトロ技術の総合実験

メカトロ技術を構成する代表的な6分野の原理(諸特性)を理解



● 流体力学

飛行原理・翼理論

● 機関学

内燃機関のメカニズムや出力の調査
電気モーターの制御、出力、電力の測定

● 強度解析

機体材料やその強度、軽量化の要因

● 姿勢制御

安定飛行に必要な姿勢制御やホバリング制御

● 電気回路・電子回路

無線サーボ機構、飛行体の遠隔操作に必要な無線制御システムやデータ通信技術

● 振動解析・計測

機体の単純モデルから固有振動数や振動モードをFEM解析し、補強が必要な箇所を検討
加速度センサを用いた固有振動数の計測

MCにおける当初計画(その2)

■ 小型ヘリコプターを用いたメカトロ技術の総合演習

与えられた仕様のもとで、企画から設計・製作まで一貫して理解



一部仕様を変更して、従来機種^①の改良・製作

高速化・軽量化・省エネ・低騒音化・自動制御の可能性、など

ヘリコプター応用システムの検討

- ・薬剤散布や植生のための種まきシステム
- ・高所からの画像収集システム
- ・GPSを用いた自動運転システム

プロジェクトのロードマップ

- 平成19年度(後期)
講師依頼・内容検討・実験装置等の検討・教員の勉強
- 平成20年度(前期)
総合実験準備(装置・指導書) 総合演習の検討
- 平成20年度(後期)
総合実験第1回目開始 総合演習の内容確定
- 平成21年度(前期)
総合演習第1回目開始 総合実験2回目に向けての調整
- 平成21年度(後期)
総合実験第2回目開始 実験・演習資料の最終まとめ

特任講師

- 齋藤茂
宇宙航空研究開発機構（JAXA）ヘリコプタ技術セクションリーダー
- 長島知有
防衛大学名誉教授（JAXA客員研究員）
- 上村誠
川崎重工業(株)OB ヘリコプタ自動飛行制御
- 河上宣道
富士重工業(株)OB（JAXA客員研究員）ヘリコプタ研究・開発・設計
- 砂田茂
大阪府立大学航空宇宙工学科 准教授 二重反転翼機（演習のみ）
- ヤマハ発動機株式会社 スカイ事業部（演習のみ）
- ヒロボー株式会社（実験のみ）

教員向けセミナー等

(1) 平成20年2月9日(土)

- 13:00~13:50 ものづくり技術者をいかにして育成するか
前田良昭／兵庫県東播磨県民局ものづくりアドバイザー
- 14:00~14:50 飛行の原理
小池 勝／明石高専テクノセンター長
- 15:00~17:00 プロペラの具体的設計方法の考え方
小池 勝／明石高専テクノセンター長
- 17:00~17:30 質疑応答・今後の進め方

(2) 平成20年3月21日(金)

- 13:00~15:00 「ヒロボXRのロータについて」
講師：大阪府立大学工学部航空宇宙工学科 砂田茂
- 15:30~17:30 「小型ヘリコプターの自律飛行制御について」
講師：大阪府立大学工学部航空宇宙工学科 得竹浩
- 17:30~19:00 来年度機械制御総合実験に関する打ち合わせ等

購入したラジコンヘリコプタ



小型2重反転翼ヘリ



中型エンジンヘリ



中型電動ヘリ

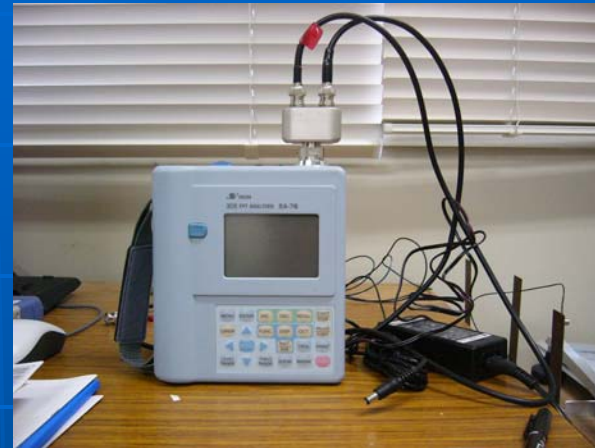
H19-H20年度ものづくり経費では、模型ヘリを複数台購入し、実験装置の製作、教員の教材として利用した。

小型2重反転翼機:	3機
小型電動ヘリ:	2機
中型電動ヘリ:	3機
中型エンジンヘリ:	2機

H19年度の機構戦略経費で購入した装置



動力計(エンジン実験用)



FFTアナライザ(振動実験用)



ひずみ測定器(構造実験用)



2分力計(空気力学実験用)



これまでの打ち合わせ



- 10月8日 ヤマハ(静岡)(森野・小田)
- 10月9日 大阪府立大(大阪)(森野・北村)
- 10月24日 JAXA(東京)(森野・小田・北村)
- 11月27日 JAXA(東京)(森野・小田・北村)
- 12月26日 明石高専(兵庫)(森野・小田)
- 12月20日 福岡大学(福岡)(小田・北村)
- 2月15日 福岡大学(福岡)(小田・伊藤・桜本・森崎)
- **2月29日 徳山高専 (JAXA等担当者4名来訪)**
- 3月15日 鳥取大学(鳥取)(小田・張間・北村)
- 3月27日 JAXA(東京)(森野・小田・北村・伊藤・桜本・森崎・鈴木)
- 3月28日 ヤマハ(静岡)(森野・小田・桜本・北村・森崎)
- 5月30日 ヤマハ(静岡)(森野・小田・北村)
- **6月19日 徳山高専 (JAXA等担当者4名来校)**
- 7月30日 ヒロボー (森野・小田・池田・森崎・北村)

機械制御総合実験 内容

内容	コマ	担当(高専側)	外部講師
ヘリコプタ概論I&II	2	小田・森崎	三川、鈴木(ヒロボー)
ヘリコプタのロータ空気力学と性能・飛行特性	4	張間・池田	長島、田辺、小曳(JAXA)、河上(富士重OB)
ヘリコプタの動力および機器 I & II	2	池田・藤本	河上(富士重OB)
ヘリコプタの飛行制御技術	1	森崎・鈴木	上村、田辺(JAXA)
ヘリコプタの構造・強度と材料選択 I & II	2	小田	河上(富士重OB)
ヘリコプタの振動 I & II	2	桜本・伊藤	河上(富士重OB)
まとめ	2	森野・鈴木	長島、齋藤(JAXA)
			河上(富士重OB)

実験内容等詳細(例)

講座名称	概要	内容	コマ数	懸案事項	
ヘリコプターのロータ空気力学と性能・飛行特性	垂直飛行時のローターの空気力学とヘリコプターの定常飛行性能 ホバリング飛行を重点に、垂直上昇、降下飛行時のヘリコプター・ローターの空気力学の基礎を単純運動量理論、単純翼素理論の範囲内で理解させる。(説明を理解し易くするために、誘導速度は一定とする)	1. ローター推力と誘導速度 2. 円板荷重とパワー荷重 3. ホバリング時のローター効率(FM) 4. 翼型の空力特性とブレード(翼素)の作動環境 5. 上昇、降下飛行時のローターまわりの流れ場(渦輪状態、自転状態、風車状態) 6. 演習 7. 運動量理論による誘導パワーの算出 必要パワーの略算法、必要パワーから機体の主要諸元(エンジン馬力、ローター直径、機体重量)の決定、ホバリング性能の推定法	1	スライドはパワーポイントで作成 1. プロジェクター 2. ラジコンヘリ(説明に使用したい)	
	前進飛行時のローターの空力性能			1	
	前進飛行時のローターの空力性能とヘリコプターの定常飛行性能の基礎 前進水平飛行時のローターの空力性能の基礎を単純運動量、単純翼素理論の範囲内で教授し、トリム(釣り合い)状態とその安定性の基本的な事項を説明する	横風を受けることがローターの空力性能にどんな影響があるかを、次の項目を重点に説明する。 1. 相対速度の周期的変化とブレードピッチ角のサイクリック・チェンジ 2. 誘導速度の見積もり(グラフォートの仮説) 3. 圧縮性と失速、翼型や平面形 4. ブレードのフラッピング(ラジコン機のスタビライザー) 5. ジャイロ効果、コリオリ力、遠心力 6. 縦、横とトリムと安定性(静的) 7. 演習		1	パワーポイントでスライドを作成 1. プロジェクター 2. ラジコンヘリ
	模型ローターを用いたFORCE TESTと流れの可視化実験 模型ローターを用いて、ホバリング時のローター推力(T)、トルク(Q)、回転数(Ω)を計測、T~Q特性を求める。地面効果板が準備できれば、コレクティブ・ピッチ角(θ)とローター間隔(H)を変化させて実験。 Ω は一定。	1 二分力計(天秤)の校正 2. データ整理法(無次元化) 3. 理論(運動量理論、翼素理論)と実験結果の比較、考察 ①模型ヘリコプターのメインロータを二次元翼として一様流中に置き、迎え角に対する揚力・抗力の変化を測定(2分力測定装置を使用) ②模型ヘリコプターの吹き降ろしを計測(ピトー管による多点測定) ③同時に、機体に作用する揚力(推力?)、トルク、回転数を測定 このとき、ロータピッチを何種類か変化させて実験を実施		1	1. 模型ローター、2. 地面効果板3. 二分力計(天秤)4. ストロボ(回転計)5. 熱線(レーザー)流速計 6. 煙発生 7. ノズル(レーク)等
	また、ローターまわりの流れ場を翼端渦を重点に可視化して、地面の影響をローター後流形状との関連で理解させる。				

	10月	11月	12月	1月
日				
月			1	
火	ヘリコプタ概論 I & II (三川・鈴木・小田)		2	
水			3	
木			4	1
金	3 専攻総合実験1回目		5 専攻総合実験8回目	2
土	4 専攻総合実験2回目	1	6 専攻総合実験9回目	3
日		2	7	4
月		3	8	5
火		4	9	6
水		5	10	7
木		6	11	8
金		7	12	9 専攻総合実験12回目
土		8	13	10 専攻総合実験13回目
日		9	14	11
月	ヘリコプタのロータ空気力学と性能・飛行特性 (長島・田辺・張間)	10	15	12
火		11	16	13
水		12	17	14
木		13	18	15
金	17 専攻総合実験3回目	14 専攻総合実験5回目	19 専攻総合実験10回目	16 専攻総合実験14回目
土	18 専攻総合実験4回目	15 専攻総合実験6回目	20 専攻総合実験11回目	17 専攻総合実験15回目
日		16	21	18
月		17	22	19
火		18	23	20
水		19	24	21
木		20	25	22
金		21	26	23
土		22	27	24
日		23	28	25
月		24	29	26
火		25	30	27
水		26	31	28
木		27		29
金		28 専攻総合実験7回目		30
土		29		31
日		30		
月				

後期総合実験の 実施スケジュール

後期の実験に関しては、すべての実験に対して、外部講師が参加する。

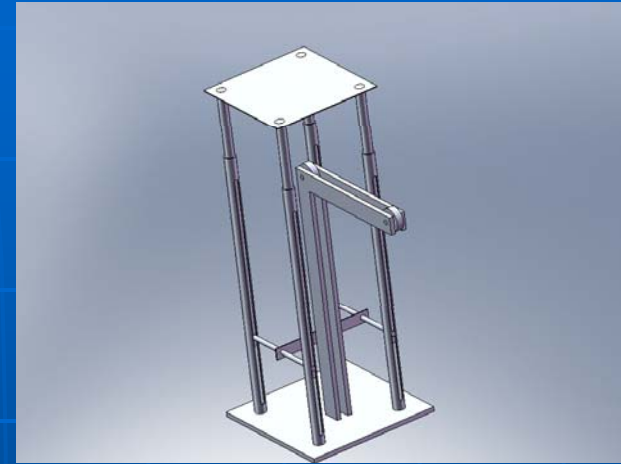


出張(旅費)の負担を減らすために、
実験は、隔週で2日連続で行う。

製作中の実験装置



飛行制御実験用装置(森崎)



構造・強度実験用装置(小田)



空気力学実験用装置(池田・張間)

現在、後期からの総合実験に向けて、各担当者が必要な実験装置の製作に取り掛かっている。

その他、実験室の安全対策(アクリル板による保護など)も9月中旬に完了する予定である。

総合演習の進捗状況

内容	コマ数
小型ヘリコプタ構造実習 (ヤマハ担当) (R50分解組み立て実習)	3
商品開発の進め方 (ヤマハ担当) (商品開発の手順、演習する期待概要の仮定)	1
基本設計演習 (ヤマハ、JAXA協力) (機体諸元・構成ユニットの特性値に関して仮定と検証)	4
機体諸元決定と作図 (設計検討書・CAD図面等の作成)	4
詳細設計演習 (ヤマハ協力) (コンポーネントの詳細設計)	2
まとめと応用 (大阪府大・砂田担当)	1

詳細内容・担当者等に関して現在調整中
外部講師は、ヤマハ、JAXA、大阪府大に依頼予定。
高専は、森野・伊藤・西村・北村が担当

教材等の製作方針

- 実験の手順書は高専側で準備する。
- 実験に関する理論的な解説資料を外部講師が作成する
(PPTなど)
- その後、上記の資料、実験中のビデオ等を参考に冊子の形にまとめる。
- H21年度の総合演習、2回目の総合実験を経て最終改訂を行う。
- (演習と実験をまとめるか、別々にするかは未定)

まとめ

- 20年度前期まで・・・

外部講師の確定、打ち合わせを行った。

実験の内容、詳細の確定。

実験装置の準備を完了する。

- 今後・・・

21年度の総合演習の詳細について確定する。

最終的な、成果資料の作成を検討する。

おわり