

航空宇宙工学科本科シラバス集



令和7年度

防衛大学校システム工学群航空宇宙工学科

目 次

	ページ
1. 航空宇宙工学科の教育理念と教育目標	1
2. 航空宇宙工学科の教育体系	2
3. 卒業研究・卒業設計	5
4. 各科目シラバス	7

航空宇宙工学学科科目一覧表

科目名	単位数	毎週時数						担当教官	備考	頁
		2学年		3学年		4学年				
		前	後	前	後	前	後			
必修科目										
基礎空気力学	2	2						樫谷, 田口		8
航空熱力学	2	2						小幡		9
航空材料力学	2	2						田中, 松下		10
航空宇宙工学通論	2	2						全教官	領域横断プログラム	11
航空機力学	2	2						井藤		12
航空宇宙エンジン序論	2		2					小幡, 中山, 大谷		13
宇宙航行理論	2		2					高野		14
航空制御工学 I	2			2				越智		15
ヘリコプタ工学 I	2			2				糸賀		16
衛星利用概論	2			2				山崎		17
航空宇宙工学設計製図学	2				2			井藤, 溝口		18
航空宇宙工学演習 I	1	2						樫谷, 田中, 大谷, 小幡, 中山, 田口, 松下		19
航空宇宙工学演習 II	1		2					井藤, 小幡, 高野, 中山, 大谷, 溝口		20
航空宇宙工学演習 III	1			2				越智, 山崎, 有田		21
航空宇宙工学実験	1				3			全教官		22
卒業研究	6					6	12	全教官		5~6
必要修得単位数	32									
選択必修科目										
空気力学 I	2		2					樫谷		23
航空機構造力学	2		2					田中		24
高速空気力学	2		2					溝口		25
航空宇宙基礎数学	2			2				糸賀		26
航空機性能設計	2			2				高野		27
ロケット工学	2			2				中山		28
超音速航空ジェットエンジン	2				2			小幡		29
コンピュータ解析	2				2			小幡, 大谷, 田口, 有田		30
航空制御工学 II	2				2			越智		31
宇宙環境利用	2					2		山崎	安全科学・領域横断プログラム	32
ヘリコプタ工学 II	2					2		糸賀, 有田		33
航空システム設計	2					2		学科担当教官		34
航空宇宙機器学	2						2	学科担当教官	領域横断プログラム	35
最低修得単位数	16									
選択科目										
航空ジェットエンジン	2			2				小幡, 大谷	安全科学プログラム	36
空気力学 II	2			2				田口		37
高速航空概論	2			2				溝口	安全科学プログラム	38
航空宇宙構造設計	2				2			田中, 松下	安全科学プログラム	39
ロケット工学通論	2				2			中山	安全科学・領域横断プログラム	40
航空飛行体振動学	2				2			有田		41
飛行制御システム	2			②		②		越智	安全科学プログラム	42
宇宙システム設計	2					2		山崎	安全科学プログラム	43
飛行体誘導概論	2					2	2	高野	安全科学プログラム	44
衛星設計	2						2	山崎		45
特別講義	1~2					1		学科担当教官	R7年度は開講せず	
専門英語 (選択)										
専門英語 I (航空宇宙)	2			2	2			樫谷, 大谷, 溝口, 田口		46
専門英語 II (航空宇宙)	2					2	2	学科担当教官		47
教養教育科目 (選択)										
航空宇宙セキュリティ論	2				②		②	学科担当教官	安全科学・領域横断プログラム	48

専門科目最低修得単位数 54 (ただし, 航空宇宙セキュリティ論は専門科目の単位に含まれない。)

※特別講義は客員教授招聘などのある場合に開講される。

※毎週時数を○数字で示した授業科目は、いずれの学年、学期にも開講される。

1. 航空宇宙工学科の教育理念と教育目標

1. 1 教育理念

航空宇宙工学は、大空をより高く、より速く、より安全に飛ばたいという人類の夢から出発し、航空機・宇宙機といった製品を作り出すとともに、設計や運用面において新しい思想を生み出してきました。生み出された多くの製品や思想が、スピノフといった形で、航空宇宙技術に限らず、多くの分野に役立っています。航空宇宙工学が、わが国の防衛及び安全保障、防災、災害救助に貢献してきましたことを鑑みても、自衛隊にとっても将来の技術革新に対応できる人材育成が不可欠であると思われま

す。

航空宇宙工学は、本質的にトータル・サイエンスである面を持ち、総合的な知識の積み重ねの上に成り立っています。一方で、空を飛び宇宙を翔けようというのですから、既成概念に囚われない発想も求められます。目まぐるしい学術、産業の発展によって内容がますます高度かつ複雑・多様化していますが、基礎的な知識を有機的に結合させながら、新しい技術を創り出すという考え方自体は変わりません。このために学生諸君は、空気力学、材料力学、熱力学を基礎として、これらから発展した科目を階層的に学んでいくことが必要です。得られた知識を結びつけ、さらに将来の先端的科学技術に対応できる柔軟な応用力を育てていかななくてはなりません。学習する能力とともに統合する力や創造する情熱が必要と私たちは考えます。

1. 2 教育目標

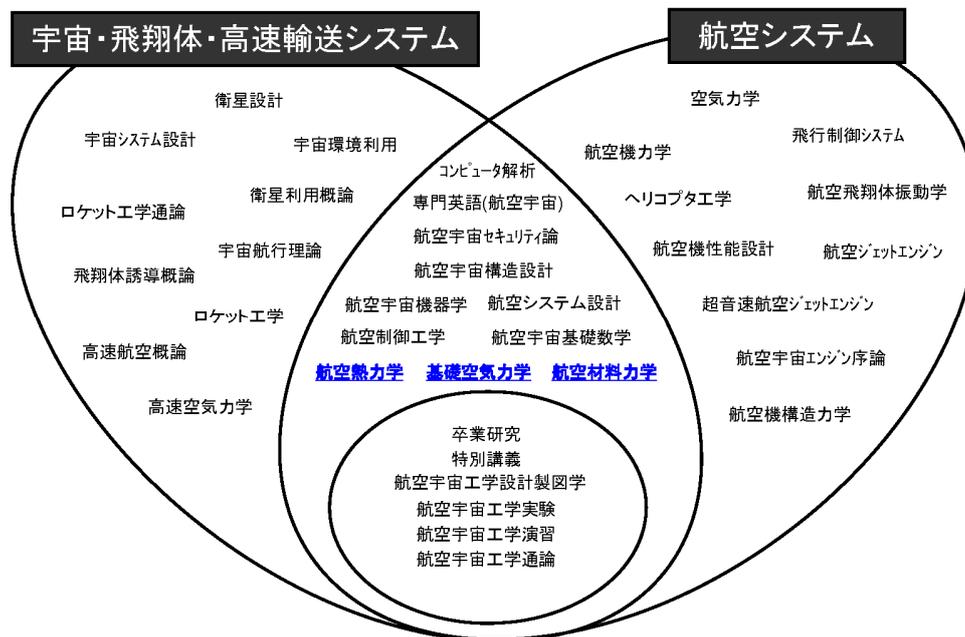
防大生に対して本学科は、航空機、飛翔体、宇宙機に関する基礎的な学理を理解させ、統合的なシステムを学ぶことによって応用力を身につけ、将来の航空宇宙技術に十分対応できる柔軟性と創造力を育成することを目指します。具体的には次のとおりです。

- 1) 基礎知識の習得（航空機、宇宙機の飛行の基本原則、システムの概観を対話型の演習と組み合わせ理解させる）
- 2) 発展的な創造力の練磨（発展した科目、実験、卒業研究によって応用力を練磨する）
- 3) 工学技術に対するバランス感覚の育成（設計、卒業研究で、立案し知識を統合する実践力を育む）

2. 航空宇宙工学科の教育体系

2. 1 教育分野と科目

下の図に示すとおり、航空宇宙工学科では「宇宙・飛翔体・高速輸送システム」と「航空システム」といった、大きく分けて二つの教育分野で学生諸君をサポートしています。



2. 2 教育プロセスとカリキュラム

当学科のカリキュラムの流れは4ページの図に示すとおりです。上に述べた教育目標を達成するために、カリキュラムは次のように組みられています。

- 1) 航空宇宙工学通論で航空宇宙工学の概観をつかむ。
- 2) 必修科目と演習の組合せにより基礎知識を確立する。
 - (2年前期：基礎空気力学，航空材料力学，航空熱力学の3力学と演習Ⅰ)
 - (2年前～後期：航空機力学，宇宙航行理論，航空宇宙エンジン序論と演習Ⅱ)
 - (3年前期：衛星利用概論，航空制御工学Ⅰ，ヘリコプタ工学と演習Ⅲ)

さらに航空宇宙工学実験，設計製図学で実際のものに触れ，工学的感覚と統合的なセンスを磨きます。これと並行して2年後期以降では学生諸君自身の興味に合わせて次

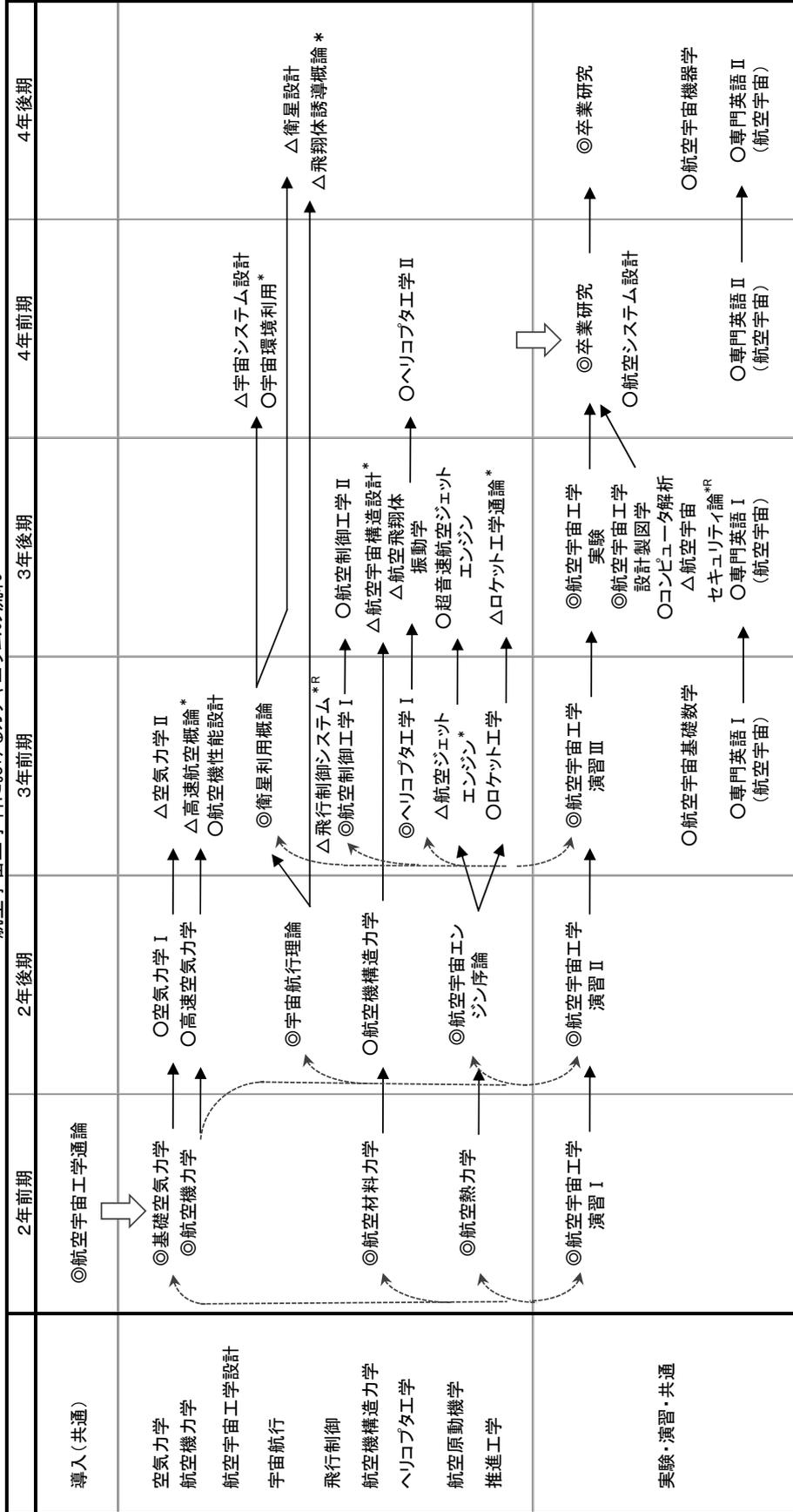
の選択科目が用意されています。

3) 大気圏内の航空機とその利用に関する科目

4) 高速で飛行する飛行体（飛翔体及びロケット，人工衛星を含む宇宙機）とその利用に関する科目

さらに 4 年生の卒業研究では，修得した知識を統合し，新しい研究課題に取り組み，創造的かつバランスの取れた問題解決法を学んでゆきます。研究成果発表では得た知識をわかりやすく伝える技術コミュニケーション力を養います。

航空宇宙工学科におけるカリキュラムの流れ



◎:必修、○:選択必修、△:選択、*:理工系安全科学プログラムへの展開、R:4学年次にも開講

3. 卒業研究・卒業設計

卒業研究・卒業設計の題目は毎年度変わるが、令和5年度の題目を教育研究分野ごとに示すと下のようになる。()内は担当教官である。

空気力学

- (1) 小型多用途ジェット機の構想設計 (榎谷)
- (2) 小型高揚力装置をもつ Wavy 翼の後流特性 (榎谷・田口)
- (3) ガーネフラップ付き Wavy 翼まわりの空力特性に関する数値解析 (榎谷・田口)
- (4) 2段式高速弾道試験装置による空気力学実験の検討 (田口・榎谷)
- (5) 迎角を有する平板への入射衝撃波が誘起する衝撃波・境界層干渉流れ (田口・榎谷)
- (6) 衝撃風洞内で自由飛行する物体まわりの衝撃波の可視化 (田口・榎谷)
- (7) 感温塗料の組成が温度感度に及ぼす影響 (田口・榎谷)

航空原動機学

- (1) 設計点外におけるスクラム空気取入口内の衝撃波構造 (小幡)
- (2) 設計点外におけるスクラム空気取入半開口部の流れ解析 (小幡)
- (3) Swivel ノズルを持つ電動ファンエンジンの特性曲線に関する研究 ～第3報 (大谷)

航空機力学

- (1) 極超音速流中のゲルトラー渦の数値解析 (井藤)
- (2) 静止状態から急加速する平板翼の非定常空力特性に関する実験的研究 (溝口)
- (3) 静止状態から急加速する NACA0012 翼の非定常空力特性の数値解析 (溝口)
- (4) NACA0012 翼型の空力特性に乱れ強さが及ぼす影響 (溝口)
- (5) 平板デルタ翼の空力特性の乱流強度依存性 (溝口)

航空構造力学

- (1) テザーを用いることによる速度差を利用した積極的デブリ除去衛星の概念設計 (田中)
- (2) スペースデブリ捕獲用銚の先端接触点数及び回転が貫入速度へ及ぼす影響評価 (田中)

飛行制御

- (1) 倒立振子における台車の運動モデルの推定と制御 (越智)
- (2) ハンググライダーにおけるハーネスの慣性モーメントの推定 (越智)

ヘリコプタ工学

- (1) 翼胴形態モデルを用いた有翼ヘリコプタの主翼および胴体位置がホバリング性能に及ぼす影響 (糸賀)
- (2) 有翼ヘリコプタの主翼形状と位置がホバリング性能に与える影響 (有田・糸賀)
- (3) ロータ後流中のスワールに関する研究 (有田・糸賀)

宇宙航行

- (1) 視野角制約を考慮したモデル予測制御による飛翔体誘導に関する研究 (山崎)
- (2) 2行軌道要素データに基づく地球周回軌道物体のマヌーバ検知に関する研究 (山崎)
- (3) 非線形逆ダイナミクス増分法を用いた航空機の高機動制御に関する研究 (山崎)
- (4) 天王星へのレーザーセール宇宙船の軌道最適化に関する研究 (高野)
- (5) 有翼飛翔体の滑空距離延伸に関する研究 (高野)

推進工学

- (1) ホールスラスタ排気流計測用小型逆電位アナライザ (中山)
- (2) 宇宙推進機排気流壁面反射現象の基礎実験評価 (中山)
- (3) 固体ロケットモータ排気流の温度分布計測および評価 (中山)

航空宇宙工学設計

- (1) 宇宙機の近傍周回軌道投入と姿勢指向制御に関する研究 (山口)
- (2) 宇宙機の近傍接近軌道における誘導に関する研究 (山口)

4. 各科目シラバス

基礎空気力学 (区分: 必修 2単位)

開講時期: 2 学年前期

所 属: 航空宇宙工学科

担当教官: 檜谷賢士, 田口正人

連絡先: TEL 3704 (檜谷)
3728 (田口)

e-mail: kasitani@nda.ac.jp
taguchi@nda.ac.jp

基礎とする科目:

発展科目: 空気力学 I

授業目的

現代の高速の航空機や宇宙機が飛行する速度領域は流体としての空気を粘性, 圧縮性の流体また, 希薄気体として考えなければならない。本講義では航空宇宙工学を修める学生の基礎知識としてこのような粘性流体や圧縮性流体の力学の基礎として粘性や圧縮性がないと仮定した完全流体に関する力学を重点的に習得させる。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週~2 週	講義の紹介 流体の定義と特性	○ 講義構成を理解する ○ 用語を理解する
3 週	空気力とモーメント	○ 物体に働く空気力等の基を理解する
4 週	流体力学の相似則 ・レイノルズ数 ・マッハ数	○ 次元解析により流れを支配するパラメータについて理解する
5 週	流体静力学 ・浮力 ・マンメータ	○ 静止流体による力を理解する ○ マノメータの原理を理解する
6 週~9 週	流体力学基礎方程式 ・連続の式 ・運動量の式 ・循環, 流れ関数, 速度ポテンシャル	○ 流体の運動方程式を理解する
10 週	ベルヌーイの定理	○ ベルヌーイの定理を理解する
11 週~14 週	二次元ポテンシャル流れ ・複素速度ポテンシャル ・円柱まわりの流れ ・Kutta-Joukowski の定理	○ ポテンシャル流れを理解する
15 週	三次元ポテンシャル流れ	○ 三次元物体のポテンシャル流の概要を理解する

成績の評価

試験 80% , レポート等 20%, 基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

教科書: John D. Anderson, Jr., "Fundamentals of Aerodynamics", McGraw-Hill, Inc.

その他

航空熱力学 (区分：必修 2単位)

開講時期：2学年前期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：小幡茂男

連絡先：TEL 3702

e-mail：obata@nda.ac.jp

基礎とする科目：なし

発展科目：航空宇宙エンジン序論

授業目的

「熱」と「力(仕事)」の相関を理解するための「学」問が「熱力学」であり、身の回りにあるエアコンやエンジンを理解するために必須である。この科目では、熱力学を理解するための用語や考え方を学び、飛行機やロケットを飛ばすためのジェットエンジンやロケットエンジンが推進剤の燃焼によって生み出された熱を力(仕事)に変換する装置であることを習得する。

授業の内容と計画(予定)

	内容	到達目標
1週～2週	講義の概要 熱力学を理解するための用語	○ 講義目的を理解する ○ 用語を習得する
3週～4週	熱力学の第1法則 ・理想気体の特性 ・熱とエネルギーと仕事	○ 温度と熱の関係を理解する ○ 内部エネルギーを理解する ○ 仕事が生まれる過程を理解する
5週～6週	熱力学の第2法則 ・エントロピ ・熱エンジン	○ 熱の移動と能力を理解する ○ サイクルの性能を定義する ○ カルノーサイクルを理解する
7週～8週	理想気体の状態変化と発生仕事 ・等温、等積、等圧、断熱変化 ・閉じた系と絶対仕事	○ 各状態変化を理解する ○ 圧力-比体積の線図を理解する ○ 熱と仕事のエネルギー変換を学ぶ
9週～10週	往復運動機関の作動 ・レシプロエンジンの機構 ・エクセルギと自由エネルギー	○ 出力と熱効率を算定する ○ 混合気体の取り扱いを学ぶ ○ 化学反応の過程を理解する
11週～13週	理想気体の流動 ・開いた系と工業仕事 ・管路流れの基礎	○ ブレイトンサイクルを解析する ○ エンタルピを理解する ○ 静量と全量を区別する
14週～15週	噴射機関の作動 ・流体保存量 ・推力の発生	○ 音速とマッハ数を理解する ○ 大気圧への噴流形態を区別する ○ 閉塞状態と噴流速の算定

成績の評価

授業中の小テスト・中間テストと時節の課題(50%)、期末試験(50%)ただし、授業の進展により各評価項目の割合(%)を変更することがある。また基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

教科書：橋本孝明、「初歩の熱力学」、晃洋書房 参考書：沢田照夫、「新編熱力学」、森北出版
その他

航空材料力学 (区分: 必修 2単位)

開講時期: 2 学年前期

所 属: 航空宇宙工学科

担当教官: 田中宏明, 松下将典

連絡先: TEL 3721 (田中)
3729 (松下)

e-mail: tanakah@nda.ac.jp

matsushita@nda.ac.jp

基礎となる科目:

発展科目: 航空機構造力学

授業目的

これまでに習った力学では、物体は力を受けても変形しない剛体として取り扱われてきた。しかし、実際に空を飛んでいる航空機の翼や胴体は力を受けると変形する弾性体である。航空材料力学では、航空機や飛行体の構造を力を受けると伸びや曲げを生じる弾性的なはりや棒と見なし、引張、曲げ、せん断などが作用した場合の内力分布、荷重と変形の関係、強度や剛性、安全率などの考え方の基礎を勉強する

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週~3 週	外力, 内力, 応力 応力とひずみの関係(フックの法則) 許容応力と安全率	○ 構造に働く力と変形の考え方を理解する
4 週~6 週	引張りと圧縮, 異なる材料の組み合わせ 自重を考慮した場合の応力, 一様強さの棒 熱膨張と熱応力	○ 力の釣り合いと変位の適合を理解する
7 週~12 週	はりとその種類 はりのせん断力と曲げモーメント はりの計算 (片持ち梁) はりの計算 (単純支持梁) はりの曲げ応力とせん断応力 はりのたわみ	○ はり理論を理解する
13 週~15 週	平面トラスの解析 (静定トラス) 平面トラスの解析 (不静定トラス)	○ 2次元骨組み構造を理解する

成績の評価

第 1 回目の授業において担当教官から学生に示す。基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

教科書 石田良平, 秋田剛著, 「ビジュアルアプローチ 材料力学」, 森北出版

その他

航空宇宙工学通論 (区分：必修 2単位)

開講時期：2 学年前期 所 属：航空宇宙工学科
担当教官：航空宇宙工学科全教官
連絡先：TEL 3736 (中山 学科長) e-mail: ynakayam@nda.ac.jp
3722 (有田 教務委員) arita@nda.ac.jp
基礎とする科目： 発展科目：

授業目的

航空宇宙工学専攻新入学生に対し、航空宇宙工学全般の概要・体系と基礎知識を修得させる。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1～2 週	全体概要 飛行機の誕生と空気力学	○航空宇宙工学が複数の専門分野で構成されていることを理解する。 ○航空機の進歩における空気力学の役割と思考を理解する。
3～4 週	航空機と宇宙機の構造	○構造・材料の工夫が丈夫で軽量の航空機・宇宙機を作り上げる役割であることを理解する。
5～6 週	航空機の形とその秘密	○航空機の形の所以を理解する。
7～9 週	航空機エンジン ～吸い込んだ空気を加速して吹き出す～ ロケットエンジン ～大きな推力の秘密	○エンジンが航空機を前進させていることを理解する。 ○内蔵する推進薬を噴射させて前進させていることを理解する。
10 週	ヘリコプタとは	○様々な要素技術の進展とともに発達してきたヘリコプタの歴史を理解する。
11～12 週	航空機の飛行制御 ～安全かつ意のままに飛ばすには～	○自動制御によって、安定した思い通りの飛行が可能となることを理解する。
13 週	宇宙を飛ぶ	○大気圏を抜け、地球を離れると飛び方はどうなるか概観する。
14～15 週	ミサイル入門	○各種ミサイルのおおよそを学ぶ。 ○ミサイルの会合のおおよそを学ぶ。

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により評価項目の割合 (%) を変更することがある。

平常点 (10%)、小テスト (20%)、レポート (70%) なお、再試験は実施しない。

教科書・参考書

参考書：室津義定 編著、「航空宇宙工学入門」, 森北出版

飛行機の百科事典編集委員会 編, 「飛行機の百科事典」, 丸善

JAL, 「航空実用事典」, JAL HP

日本航空技術協会 編, 「航空工学入門」, 日本航空技術協会

長島知有 編著, 「ようこそ ヘリコプターの世界へ」, 株式会社タクトワン

その他

航空機力学 (区分: 必修 2 単位)

開講時期: 2 学年前期

所 属: 航空宇宙工学科

担当教官: 井藤 創

連絡先: TEL 3701

e-mail: hito@nda.ac.jp

基礎とする科目 なし

発展科目 高速空気力学, 航空機性能設計

授業目的

航空機の飛行に関する基礎的な理論について勉強する。航空機が飛行するために必要な条件を理解し、安全に飛行するための安定性, 操縦性, 性能について理解する。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週~2 週	講義の紹介 大気の状態・航空機の種類・作用する空気力	○ 講義構成を理解する ○ 運動を表す用語等を理解する
3 週~5 週	二次元翼及び三次元翼の特性 翼型・有限翼・誘導抗力 高揚力装置・空力中心 失速特性・polar 曲線	○ 空力特性への影響因子を理解する ○ 用語を理解する
6 週~7 週	プロペラの特性 運動量理論・翼素理論	○ 基礎理論を理解する ○ 飛行特性への影響を理解する
10 週	中間試験 (実施週は授業の進展により前後するが, 例年は夏季休暇直前の講義日に実施している。)	
8・9 週, 11~13 週	航空機の性能 水平・上昇・降下・旋回飛行 離陸・着陸・航続	○ 性能への影響因子を理解する ○ 諸元, 飛行条件から性能を求められる
14 週~15 週	航空機の静安定性 静安定と動安定・縦安定性 方向安定性・上反角効果	○ 安定性と操縦性の概念を理解する ○ 各翼・舵の役割を理解する ○ 静安定の条件を理解する

成績の評価

次のとおりであるが, 授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。
小テスト・宿題 (30%), 中間試験 (30%), 期末試験 (30%), 授業態度 (10%)
基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

参考書: 牧野光雄著, 航空力学の基礎 (第2版), 産業図書

室津義定編著, 航空宇宙工学入門 (第2版), 森北出版

落合一夫著, 航空力学, 日本航空技術協会

Anderson, J.D., Jr., Aircraft Performance and Design, McGraw-Hill

Lan, C. T. and Roskam, J., Airplane Aerodynamics and Performance, DARcorporation

Phillips, W. F., Mechanics of Flight, 2nd ed., John Wiley & Sons

その他

航空宇宙エンジン序論 (区分：必修 2単位)

開講時期：2 学年後期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：小幡茂男, 中山宜典, 大谷 浄

連絡先：TEL 3724(大谷)

e-mail：kiyoshi@nda.ac.jp

3736(中山)

：ynakayam@nda.ac.jp

基礎とする科目：航空熱力学

発展科目：航空ジェットエンジン, ロケット工学

授業目的

航空宇宙機を大空や宇宙へ舞い上がらせる原動力となる機械（エンジン）の仕組みを学ぶ。空気を利用するジェットエンジンに関して、その作動原理・構造種類を理解し、航空熱力学の知識を元にサイクル性能解析を行い、ジェットエンジンの基礎的な設計指針がどのように決定されるのかを学ぶ。また、大気圏を脱出するためのロケットエンジンに関して、ロケット推進工学に関する基礎理論を理解し、化学ロケットエンジン・非化学ロケットの性能や構成要素についての基礎的事項を学ぶ。

授業の内容と計画（予定）

	内容	到達目標
1 週	講義の紹介	○ 講義構成を理解する ○ ジェットエンジン進化の歴史を学ぶ
2 週～3 週	ガスタービンエンジンの基本性能	○ 圧力比と性能の関係を理解する
4 週～6 週	ジェットエンジンの熱流体力学	○ 流体要素の作動原理を理解する
7 週～8 週	ターボジェットエンジンの性能	○ 推力と推進効率の関係を理解する
9 週	ターボファンエンジンの性能	○ バイパス比とアフタバーナを理解する
10 週	ロケットエンジンのしくみ	○ 推進原理の概要がわかる
11 週～12 週	ロケットエンジンの基礎性能	○ 用語・性能を理解する
13 週	液体ロケットエンジン	○ 液体ロケットエンジン構成要素を学ぶ
14 週	固体ロケットモータ	○ 固体推進薬とモータ構成要素を学ぶ
15 週	宇宙推進工学	○ 宇宙用ロケットエンジンについて学ぶ

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により各評価項目の割合（％）を変更することがある。

小テスト・宿題（30％）、期末試験（60％）、授業態度（10％）

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

プリント（授業資料）を適宜配布する。

教科書：中村佳朗, 鈴木弘一著, ジェットエンジン, 森北出版

または, 谷田好通, 長島利夫著, ガスタービンエンジン, 朝倉書店

参考書：中村佳朗, 鈴木弘一著, ロケットエンジン, 森北出版

その他

宇宙航行理論 (区分：必修 2単位)

開講時期：2 学年後期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：高野博行

連絡先：TEL 2507

e-mail：htakano0@nda.ac.jp

基礎とする科目：

発展科目：衛星利用概論

授業目的

現在、気象衛星、放送衛星、通信衛星、カーナビなどの GPS 衛星、さらに諸外国の偵察衛星や我国の情報衛星など、人工衛星やロケットなどの宇宙システムはもはや我々の生活の一部であり、防衛省でも我国で可能な範囲で利用される重要なシステムである。このような観点から、本講義では宇宙システムの概要を述べると共に、ロケットや人工衛星の軌道などの基礎を学ぶ。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週～2 週	講義の紹介 宇宙システムの概観と宇宙環境	○ 講義構成を理解する ○ 基本用語を理解する
3 週～6 週	軌道力学の基礎 ・基礎となる法則 ・2 体問題 ・軌道運動の不変量 ・各種関係式と軌道の性質	○ ケプラー運動を理解する ○ 飛行軌道方程式等を理解する ○ 角運動量や力学的エネルギーと軌道の関係を把握する
7 週～9 週	軌道決定 ・座標系と座標変換 ・軌道要素 ・位置や速度と軌道要素	○ 各座標系を理解する ○ 周回軌道を軌道要素で表すことを学ぶ ○ 宇宙船の位置や速度と軌道要素の関係を理解する
10 週	位置と速度の飛行時間関数表現	○ 時間と宇宙船の軌道運動を理解する
11 週～13 週	軌道変更 ・インパルス近似とホーマン移行他	○ 宇宙船の軌道変更法を理解する
14 週～15 週	ランデブー飛行 ・位相決定と最終ランデブー他	○ ランデブー飛行を理解する

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。

レポート・課題 (50%)、期末試験 (50%)

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

教科書：「人工衛星の軌道 概論」 川瀬 成一郎 著 コロナ社

参考書：「宇宙航行力学」 室津 義定 著 共立出版

：「宇宙システム入門」 富田 信之 著 東京大学出版会

その他

航空制御工学 I (区分：必修 2単位)

開講時期：3 学年前期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：越智徳昌

連絡先：TEL 2506

e-mail：ochi@nda.ac.jp

基礎とする科目：

発展科目：航空制御工学 II

授業目的

航空機のオートパイロットは 1910 年代から開発が始まり、1930 年代に実用化が進んだ。当時は設計者の勘と経験により設計及び製作が行われていたが、1940 年代のジェット機の出現により航空機形状が大きく変化し、高速化、高性能化が進むと理論に基づいた解析・設計法が強く求められるようになった。本講義では航空機動特性の解析やオートパイロット設計で用いられる古典制御の基礎を学ぶ。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週	自動制御の概念及び目的	○ 自動制御の概念を理解する。
2 週	制御対象のモデル化	○ モデル化の意味を理解する。 ○ 線形化を理解する。
3 週	ラプラス変換	○ ラプラス変換の使い方を習得する。
4 週～5 週	線形システムの安定性 ・微分方程式と伝達関数	○ 伝達関数を導出する。 ○ 微分方程式の解を求める。
6 週	過渡応答法	○ 代表的な時間応答とその性質を知る。
7 週～9 週	安定性	○ 解と特性根の関係から安定性を理解する。 ○ フルビッツの安定判別法を使う。
10 週	中間試験	
11 週～15 週	周波数応答法 ・周波数伝達関数 ・ボード線図と折線近似 ・ベクトル軌跡 ・ナイキストの安定判別法	○ 周波数伝達関数の意味を知る。 ○ ボード線図を描く。 ○ ベクトル軌跡の概形を描く。 ○ ナイキストの安定判別法とその原理を理解する。

成績の評価

中間試験 (40%)、定期試験 (40%)、宿題 (20%)

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

参考書：小林伸明著、「基礎制御工学」(共立出版)

片山徹著、「フィードバック制御の基礎」(朝倉書店)

ヘリコプタ工学 I (区分: 必修 2 単位)

開講時期: 3 学年前期

所 属: 航空宇宙工学科

担当教官: 糸賀紀晶

連絡先: TEL 3705

e-mail: itoga@nda.ac.jp

基礎とする科目:

発展科目: ヘリコプタ工学 II

授業目的

ヘリコプタとはどんな航空機なのかをロータの空気力学を重点に固定翼航空機と対比しながら講義し、ヘリコプタの飛行原理、性能計算法の基礎を理解させる。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週～3 週	ロータシステムと操縦装置	<ul style="list-style-type: none">○ ブレードの運動とその役割を理解する○ ロータヘッドの構造と機能を理解する○ 操縦系統とスウォッシュプレートを理解する
4 週～8 週	ロータ空気力学 (垂直飛行)	<ul style="list-style-type: none">○ 単純運動量理論を理解する○ 垂直飛行時のロータまわりの流れの状態を理解する○ 翼素理論を理解する○ 例題を解き理解を深める
9 週～12 週	ロータ空気力学 (前進飛行)	<ul style="list-style-type: none">○ 翼素理論によりロータ三分力とトルクが求められる○ 例題を解き理解を深める
13 週～15 週	トリムと性能計算法	<ul style="list-style-type: none">○ 前進飛行速度に対するブレードの運動, 必要馬力などを決定するトリム計算法の一例を理解する。

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。
平常点 (授業態度) (10%), 中間試験 (45%), 期末試験 (45%)
基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

参考書: 加藤寛一郎, 今永勇生, 「ヘリコプタ入門」, 東京大学出版会。

Seddon, J. and Newman, S., 「Basic Helicopter Aerodynamics」, AIAA Education Series.

Johnson, W., 「Helicopter Theory」, Princeton University Press.

Bramwell, A.R.S., 「Helicopter Dynamics」, Edward Arnold.

Leishman, G.J., 「Principles of Helicopter Aerodynamics」, Cambridge University Press.

長島知有編著, 「ようこそヘリコプターの世界へ」, 株式会社タクトワン。

その他

衛星利用概論 (区分：必修 2単位)

開講時期：3 学年前期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：山崎武志

連絡先：TEL 3726

e-mail：ymski@nda.ac.jp

基礎とする科目：宇宙航行理論

発展科目：

授業目的

現在、人工衛星やロケットなどの宇宙システムはもはや我々の生活の一部であり、防衛省でも我国で可能な範囲で利用される重要なシステムである。また、惑星探査機などは遠く冥王星のかなたまで達するような時代となった。このような観点から、本講義では地球周回人工衛星の軌道や惑星間航行など航行力学を詳しく学ぶ。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週	講義の紹介 衛星利用の歴史・ビデオ上映	○ 講義構成を理解する ○ 基本用語の確認
2 週～3 週	ロケット工学 ・ロケットの打ち上げ軌道 ・ロケットの誘導・航法・姿勢制御	○ 弾道飛行を理解する ○ 誘導則・航法理解する ○ 剛体ロケットの姿勢制御法について理解する
4 週～6 週	人工衛星軌道論 1 ・ケプラーの法則 ・2 体問題による求解 ・エネルギー積分	○ 惑星運行に関するケプラーの法則を理解する ○ 2 体問題を解く
7 週～9 週	人工衛星軌道論 2 ・離心離角とケプラー方程式 ・軌道 6 要素 ・軌道決定法	○ 離心離角による時間と角度の関係を理解する ○ 軌道 6 要素や軌道決定法を理解する
10 週～12 週	人工衛星の様々な軌道 ・軌道の種類と特徴 ・地表面での軌道の軌跡	○ 衛星軌道の種類と特徴を理解する ○ 地表面での軌跡を理解する
13 週～15 週	惑星探査軌道 ・ホーマン移行軌道 ・スイングバイ軌道	○ 惑星間航行の基礎を理解する ○ 惑星重力を利用した軌道変更を理解する

成績の評価

講義と演習課題に対する取り組み姿勢 (0～20%)，および中間・期末 レポート (100%)

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

参考書：「宇宙航行力学」 室津 義定 著 共立出版

：「宇宙システム入門」 富田 信之 著 東京大学出版会

その他

航空宇宙工学設計製図学 (区分：必修 2単位)

開講時期：3 学年後期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：井藤 創，溝口 誠

連絡先：TEL 3701 (井藤)
3719 (溝口)

e-mail : hito@nda.ac.jp (井藤)

makoto@nda.ac.jp (溝口)

基礎とする科目：

発展科目：航空宇宙工学設計

授業目的

設計製図の基礎的技術を講義する。航空機や宇宙機の設計および製図の基礎およびその基本的手法を、理論と実際に図面を作製することによって、より深く理解する。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週～2 週	講義の紹介 基礎製図	○ 講義構成を理解する ○ 製図の基礎を理解する 図面の構成，図形の表し方，記入法，図示法，公差，面の肌等について
3 週～8 週	基礎製図の演習 機械要素の設計製図 ・フランジ形軸継手	○ 図面の描き方を習得する ○ 機械部品の強度計算を行い設計書および図面作成の技術を習得する
9 週～12 週	航空機および各部の設計方法	○ 航空機設計の理解を深める
12 週～15 週	航空機設計製図の演習 ・主翼	○ 主翼の設計書および図面作成の技術を習得する

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。
提出物 (演習課題・設計計算書・図面) (100%)
再試験は実施しない。

教科書・参考書

教科書：JIS にもとづく標準製図法 (第 13 全訂版)，津村利光，大西清 著，理工学社

参考書：新編機械設計製図法，設計製図研究会編，森北出版

飛行機設計論，山名正夫，中口博 著，養賢堂

航空機の設計，馬場敏治 著，槇書店

機械設計法，林 則行 他 著，森北出版

その他

航空宇宙工学演習 I (区分: 必修 1 単位)

開講時期: 2 学年前期 所 属: 航空宇宙工学科
担当教官: 檜谷賢士, 小幡茂男, 田中宏明, 中山宜典, 大谷 浄, 田口正人, 松下将典
連絡先: TEL 3704(檜谷・空気力学) e-mail: kasitani@nda.ac.jp
3702(小幡・熱力学) obata@nda.ac.jp
3721(田中・材料力学) tanakah@nda.ac.jp

基礎とする科目: 基礎空気力学, 航空熱力学, 航空材料力学

発展科目: 空気力学 I, 航空宇宙エンジン序論, ロケット工学, 航空機構造力学

授業目的

空気力学, 熱力学, 材料力学は航空宇宙工学を学んでいく上で, 基礎となる学問である. 演習を通してこれら力学の基礎を習得するとともに, 空気力学, 熱力学, 材料力学に関する計算力, 応用力を養うことを目的とする.

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週~2 週	航空宇宙機のしくみ	○ 航空機とロケットの各パーツの役割を理解する
3 週	工学に関する基本 計算とグラフ作成	○ 単位換算を習得する ○ 有効数字と微小量を理解する ○ 計算結果のグラフ化を習得する
4 週~5 週	熱力学の復習問題 ・ 状態変化と熱と仕事 ・ 等エントロピな流動	○ 熱力学に関する基本的な内容を, 演習を通して理解する
6 週~10 週	基礎空気力学の復習問題 ・ 空気力とモーメント ・ 流体静力学, 流れの基礎方程式	○ 基礎空気力学に関する基本的な内容を, 演習を通して理解する
11 週~15 週	材料力学の復習問題 ・ 棒の引張りと応力, ひずみ ・ はりやトラスの諸問題	○ 材料力学に関する基本的な内容を, 演習を通して理解する

成績の評価

演習 (60%), レポート (30%), 平常点 (授業への参加度) (10%) 再試験は実施しない。
教科書・参考書

プリント等を配布する他, 各演習において下記の教科書・参考書を用いる

(空気力学の復習) John D. Anderson, Jr., "Fundamentals of Aerodynamics", McGraw-Hill, Inc.

(熱力学の復習) 橋本孝明, 「初歩の熱力学」, 晃洋書房

(材料力学の復習) 石田良平, 秋田剛, 「ビジュアルアプローチ 材料力学」, 森北出版

その他

関数電卓と定規を持参すること

航空宇宙工学演習Ⅱ (区分：必修 1単位)

開講時期：2 学年後期 所 属：航空宇宙工学科
担当教官：井藤 創，小幡茂男，高野博行，中山宜典，大谷 浄，溝口 誠
連絡先：TEL 3701 (井藤・航空機力学) e-mail：hito@nda.ac.jp
3724 (大谷・航空宇宙エンジン序論) kiyoshi@nda.ac.jp
2507 (高野・宇宙航行理論) htakano0@nda.ac.jp

基礎とする科目：航空機力学，航空宇宙エンジン序論，宇宙航行理論

発展科目：高速空気力学，航空機性能設計，航空ジェットエンジン，ロケット工学，衛星利用概論

授業目的

航空宇宙工学科では，2～3 学年の必修科目に対して演習科目が設定されている。航空宇宙工学演習Ⅱにおいては「航空機力学」「航空宇宙エンジン序論」「宇宙航行理論」に対応し，講義の演習・解説を通じて各講義の理解を助け具体的問題を経験させ，基礎的問題解決能力を涵養する。

授業の内容と計画 (予定)

本演習では上記 3 科目で各々 5 週ずつ実施する (順序未定)。具体的な細部実施要領は各担当教官から指示する。

	内容	到達目標
1 週～5 週	航空機力学の演習・解説	○ 航空機力学の基礎的問題解決能力を身につける。
6 週～10 週	航空宇宙エンジン序論の演習・解説	○ 航空宇宙エンジン序論の基礎的問題解決能力を身につける。
11 週～15 週	宇宙航行理論の演習・解説	○ 宇宙航行理論の基礎的問題解決能力を身につける。

成績の評価

平常点 (受講態度) (10～20%)，課題 (90～80%)

再試験は実施しない。

教科書・参考書

上記 3 科目指定の教科書・参考書・配布プリント・講義ノート等を使用する。

電卓などを持参すること。

航空宇宙工学演習Ⅲ (区分：必修 1単位)

開講時期：3 学年前期 所 属：航空宇宙工学科

担当教官：越智徳昌，山崎武志，有田俊作

連絡先：TEL 3722 (有田・ヘリコプタ工学) e-mail：arita@nda.ac.jp

2506 (越智・航空制御工学) ochi@nda.ac.jp

3708 (山崎・衛星利用概論) ymski@nda.ac.jp

基礎とする科目：ヘリコプタ工学Ⅰ，航空制御工学Ⅰ，衛星利用概論

発展科目：航空飛翔体振動学，航空制御工学Ⅱ，宇宙環境利用，宇宙システム設計

授業目的

演習を通じ，ヘリコプタ工学，航空制御工学，衛星利用に関する知識を深め，具体的解析手法等を習得させる。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週	ヘリコプタ工学に関する演習	○ Excel によるトリム計算法を習得する。
4 週	各自が選んだ機体に対し，ヘリコプタ工学Ⅰで学んだトリム計算法を適用する。	○ 前進飛行速度に対するヘリコプタロータの空力性能について理解する。
7 週	前進飛行速度に対するコレクティブピッチ角の操舵量，ブレードの運動，必要パワー等を実際に計算，図表化し，それらの結果を評価する。	○ 滞空時間最大や航続距離最大となる飛行速度，および余剰パワー，最大飛行速度の求め方を習得する。
10 週		
13 週		
2 週	航空制御工学に関する演習	○ 複素数の極形式と加減乗除，ラプラス変換の使い方を理解する。
5 週	・複素数の計算，ラプラス変換	○ フルビッツの安定判別法を習得する。
8 週	・フルビッツの安定判別法	○ 出力の時間応答の求め方を習得する。
11 週	・過渡応答法，数値シミュレーション	○ Matlab/Simulink による数値シミュレーションの方法を習得する。
14 週	・ボード線図の作図	○ ボード線図，ベクトル軌跡の描き方を習得する。
	衛星利用に関する演習	○ エクセルや matlab による数値シミュレーション法を習得する。
3 週	・ロケットの姿勢制御	
6 週	・人工衛星の楕円軌道	○ 人工衛星の楕円軌道をや時間と位置の関係を習得する。
9 週	・ケプラー方程式求解	
12 週	・地表面軌跡作図	○ 人工衛星の地表面軌跡の描画法を習得する。
15 週	・ホーマン移行軌道	○ ホーマン移行の必要増速度をグラフ化する。

成績の評価

レポート (100%) 再試験は実施しない。

教科書・参考書

ヘリコプタ工学Ⅰ，航空制御工学Ⅰ，衛星利用概論で用いる教科書・参考書に準ずる。

航空宇宙工学実験 (区分：必修 1 単位)

開講時期：3 学年後期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：航空宇宙工学科全教官

連絡先：TEL 3736 (中山 学科長)
3722 (有田 教務委員)

e-mail: ynakayam@nda.ac.jp
arita@nda.ac.jp

基礎とする科目：

発展科目：

授業目的

航空宇宙工学科では、2～3 学年において航空宇宙工学の基礎的教育を行っているが、座学による教育において理解し得ない部分を実験を通じて補い、科学的思考力、判断力、観察力を養うと同時に、機器の操作や結果の整理方法等の実験技術を学ぶ。

授業の内容と計画 (予定)

実験は航空宇宙工学全般の基礎的な項目を半期にわたって実施する。数名で実験班を組み、各実験項目を順不同に行う。

	内容	到達目標
1 週	実験の紹介 実験実施要領 レポート作成手順	○ 実験項目を理解する ○ 実施要領を理解する ○ レポートの構成を理解する
2 週～15 週	境界層の実験 全機模型の空力特性 (低速風洞実験) ジェット推進の実験 倒立 2 輪ロボットの安定化制御実験 はりの曲げ実験 フリーフライト実験 フライトシミュレーターの実験 シュリーレン法に関する実験 固体推進薬の燃焼速度の測定 小型ロケットモータの燃焼実験	○ 実験の意味と応用を理解する ○ 装置の扱いを学ぶ ○ レポートの作成を完了する

成績の評価

レポートならびにレポート提出時の状況 (100%) 再試験は実施しない。

全ての実験項目に出席し、全ての実験レポートを提出し受理されることが最低必要条件である。

レポートを提出期限内に提出すること。期限遅れは減点の対象となる。レポートの達成度によっては再提出となる場合もある。当然の事ながら他人のレポートを丸写ししてはならない。

教科書・参考書

航空宇宙工学の教官により、各実験の説明書を作成し、これを一冊の実験説明書にまとめ学生に配布する。

空気力学 I (区分: 選択必修 2 単位)

開講時期: 2 学年後期

所 属: 航空宇宙工学科

担当教官: 檜谷賢士

連絡先: TEL 3704

e-mail: kasitani@nda.ac.jp

基礎とする科目: 基礎空気力学

発展科目: 空気力学 II

授業目的

空気力学は航空宇宙工学の発展にともない進歩し, その取扱い範囲は広く, 理想流体の力学, 粘性流体の力学, 圧縮性流体の力学, 希薄気体の力学等が含まれる。そして, その内容は航空宇宙工学の他の分野の基礎ともなるものである。本講義は基礎空気力学 (理想流体の力学) の知識をもとにし, 航空宇宙工学上最も重要な航空機の翼に関する理論の基本概念と理論を理解させる。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週~2 週	講義の紹介 航空機の翼と翼型 (NACA 翼型)	○ 講義構成を理解する ○ 用語を理解する
3 週~5 週	薄翼理論 ・渦面の概念 ・Kutta の条件 ・出発渦と翼型の循環 ・薄翼理論の基礎方程式 ・対称翼型とキャンバーのある翼型	○ 翼型流れ場のモデル化を理解する ○ 薄い翼型に関する基礎方程式を理解する ○ キャンバーの有無による理論翼型特性の違いを理解する
6 週~8 週	任意翼型理論 ・渦パネル法 ・等角写像法	○ 任意の形状の翼型に関する理論を理解する
9 週~11 週	揚力線理論 ・馬蹄形渦と吹き下ろし ・揚力線基礎方程式 ・翼のアスペクト比と誘導抵抗	○ 三次元翼の流れ場のモデル化を理解する ○ 三次元翼の空力特性とアスペクト比の関係を理解する ○ 三次元翼と翼型の特性の相違を理解する
12 週~13 週	揚力面理論	○ アスペクト比の小さい翼の理論の概要を理解する
14 週~15 週	後退翼の揚力線理論	○ 後退翼の揚力線近似の概要を理解する

成績の評価

試験 80% , レポート等 20%

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

教科書: John D. Anderson, Jr., "Fundamentals of Aerodynamics", McGraw-Hill, Inc.

その他

航空機構造力学 (区分：選択必修 2単位)

開講時期：2 学年後期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：田中宏明

連絡先：TEL 3721

e-mail：tanakah@nda.ac.jp

基礎となる科目：航空材料力学

発展科目：航空宇宙構造設計

授業目的

ライトプレーンからジャンボジェット機に至るまで、航空機や飛行体の構造は、外板と補強材のコンビネーションで荷重に耐えるセミモノコック（半張殻）構造が採用されている。このような肉厚の薄い平板構造は航空材料力学で習う梁や骨組構造の知識だけでは十分に理解することはできない。この講義では、航空機の薄肉構造を理解するために必要な弾性力学の初歩を学ぶ。

授業の内容と計画（予定）

	内容	到達目標
1 週～4 週	材料力学から弾性力学へ 丸棒のねじり 座屈理論	○ 材料力学から弾性力学へ進むにあたり必要な、材料力学の諸理論を理解する
5 週～9 週	応力について -主応力、主軸 ひずみについて -変位、ひずみ、回転 Hooke の法則 -弾性方程式 弾性力学の諸定理(1)- 平衡方程式, 適合条件式 弾性力学の諸定理(2) -エネルギー関係諸定理	○ 3次元応力とひずみの関係を理解する ○ 弾性力学で用いる諸定理, および, エネルギーに関する所定理を理解する
10 週	二次元構造 -平面応力, 平面ひずみ	○ 構造の2次元的なモデル化と解析法を理解する
11 週～15 週	航空機の薄肉構造(1)-板の曲げ理論 航空機の薄肉構造(2)-薄肉構造のねじり	○ 航空機構造で用いられる薄肉構造の解析法を理解する

成績の評価

中間試験（30%）、期末試験（70%）

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

教科書 小林繁夫, 近藤恭平 共著, 「弾性力学」, 培風館

参考書 竹園茂男 他 共著, 「弾性力学入門」, 森北出版

その他

高速空気力学 (区分：選択必修 2単位)

開講時期：2 学年後期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：溝口 誠

連絡先：TEL 3719

e-mail : makoto@nda.ac.jp

基礎とする科目：航空機力学

発展科目：高速航空概論

授業目的

高速飛行する航空機の周囲に生じる高速な空気流れについて勉強する。講義をとおして、圧縮性の影響を考慮した高速空気力学の基礎的概念を理解する。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週～3 週	講義の紹介 高速空気流れの特徴 非粘性圧縮流れにおける保存則 よどみ点状態	○ 講義構成を理解する ○ 圧縮性流れの概要を理解する ○ 保存則を理解する ○ 全温度, 全圧力を理解する
4 週～7 週	音速, 圧縮率, マッハ数 エネルギー方程式の特殊形 垂直衝撃波の方程式および性質 圧縮性流れの速度測定	○ 音波, 音速, マッハ数などを理解する ○ 等エントロピ流れを理解する ○ 衝撃波について理解する ○ 衝撃波前後の状態の計算法を習得する
8 週～11 週	斜め衝撃波の関係式 衝撃波の干渉と反射 離脱衝撃波	○ 斜め衝撃波について理解する ○ 斜め衝撃波に関する計算法を習得する ○ 様々な衝撃波の形態を理解する
12 週～13 週	プラントル・マイヤ膨張波 衝撃波-膨張波の理論	○ 膨張波について理解する ○ 平板翼や二重楔型翼の揚力係数や抵抗係数の解法を習得する
14 週～15 週	準二次元流れ ノズルやディフューザを通る流れ	○ 流路の変化する流れを理解する ○ ノズル内の流れを理解する

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。
演習課題への取組姿勢 (20%), 中間・期末試験 (80%)
基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

参考書	Anderson, John D. Jr.	Fundamentals of Aerodynamics	McGraw-Hill, Inc.
〃	日本航空宇宙学会編	圧縮性流体力学	丸善
〃	森岡茂樹著	気体力学	朝倉書店
〃	リープマン・ロシュコ著	気体力学	吉岡書店
〃	E. ラサクリシュナン著	圧縮性流れの理論	丸善

航空宇宙基礎数学 (区分：選択必修 2単位)

開講時期：3 学年前期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：糸賀紀晶

連絡先：TEL 3705

e-mail：itoga@nda.ac.jp

基礎とする科目：

発展科目：

授業目的

航空宇宙工学を学ぶためには工業数学の幅広い知識が必要不可欠である。その中でも特に、微分方程式、フーリエ級数とフーリエ積分、ラプラス変換、行列と行列式、ベクトル解析は重要であり、自由に演算できる程度までレベルアップしておく必要がある。

そこで、この授業では、これらの分野に的を絞って、航空宇宙工学の具体的な問題に関連付けて講義し、航空宇宙分野における様々な問題を解くための数学的技法を修得させる。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週～4 週	講義の紹介 各種常微分方程式の解法	<input type="checkbox"/> 力学系 2 階同次微分方程式が解ける <input type="checkbox"/> 高階非同次微分方程式が解ける <input type="checkbox"/> 連立微分方程式が解ける
5 週～6 週	フーリエ級数 フーリエ積分	<input type="checkbox"/> 周期関数のフーリエ級数展開ができる <input type="checkbox"/> フーリエ級数の極限としてのフーリエ積分が理解できる
7 週～9 週	ラプラス変換	<input type="checkbox"/> 微分方程式をラプラス変換で解ける <input type="checkbox"/> 特性根と伝達関数の極が同じであることを理解する
10 週～12 週	行列と行列式 ・ 逆行列 ・ 線形ベクトル空間 ・ 階数と連立一次方程式 ・ 固有値と固有ベクトル	<input type="checkbox"/> 逆行列の計算ができる <input type="checkbox"/> n 次元ベクトル空間が理解できる <input type="checkbox"/> 種々の連立一次方程式が解ける <input type="checkbox"/> 固有値と固有ベクトルが計算できる <input type="checkbox"/> 行列の対角化ができる
13 週～15 週	ベクトル解析	<input type="checkbox"/> 種々のベクトル計算ができること <input type="checkbox"/> 運動座標系でベクトルの時間微分ができること

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。

平常点 (授業態度) (10%)、期末試験 (90%)

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

参考書：工業数学 (上)・(下) ワイリー著 (富久泰明訳) ブレイン図書

航空機性能設計 (区分：選択必修 2単位)

開講時期：3 学年前期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：高野博行

連絡先：TEL 2507

e-mail：htakano0@nda.ac.jp

基礎とする科目：航空機力学

発展科目：

授業目的

固定翼航空機の応答特性とその安定性の基本原理の物理的な意味とその計算法を理解させ、航空機設計における機体パラメータと機体応答の関係をより詳しく学ぶ。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週～4 週	講義の紹介 航空機の運動方程式 ・動座標系と剛体航空機の運動方程式 ・飛行経路と姿勢角 ・操縦方式と舵面	<input type="checkbox"/> 講義構成を理解する <input type="checkbox"/> 固定翼機の基礎力学を理解する <input type="checkbox"/> 航空機操縦の概略を理解する
5 週～6 週	空気力 ・迎角と揚力，誘導抗力 ・薄翼理論と揚力傾斜	<input type="checkbox"/> 運動を支配する空気力を理解する
7 週～9 週	微小擾乱の運動方程式 ・微小擾乱変数と線形化，安定微係数 ・縦および横・方向の運動方程式	<input type="checkbox"/> 線形化運動方程式について理解する
10 週～12 週	安定微係数の導入 ・縦の安定微係数 横・方向安定微係数	<input type="checkbox"/> 安定微係数について理解する
13 週～14 週	操舵応答と運動モード ・縦の操舵応答と運動モード ・横・方向の操舵応答と運動モード	<input type="checkbox"/> 微小擾乱運動方程式に基づき機体の伝達関数と運動モードを理解する
15 週	縦の静安定と釣合い ・静安定と動安定，縦静安定とその条件	<input type="checkbox"/> 航空機の安定性・操縦性について学ぶ

成績の評価

宿題(50%)と定期試験(50%)および平常点(±10%)から総合判定(最大 100%)する。特に宿題では、以下の 2 点に注意する事。

1. 期限内に提出すること。期限を過ぎた宿題は原則として受け取らない。
2. 他人のレポートを丸写ししたものは、写した者も見せた者も大きく減点する。ただし授業の進展により各評価項目の割合(%)を変更することがある。

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

教科書：「航空機力学入門」 加藤 寛一郎 他著 東京大学出版会

参考書：「航空宇宙工学便覧」 日本航空宇宙学会編 丸善

：「飛行機設計論」 山名 正夫，中口 博 著 養賢堂

その他

ロケット工学 (区分: 選択必修 2単位)

開講時期: 3学年前期

所属: 航空宇宙工学科

担当教官: 中山宜典

連絡先: TEL 3736

e-mail: ynakayam@nda.ac.jp

基礎とする科目: 航空宇宙エンジン序論

発展科目: ロケット工学通論

授業目的

ロケットエンジンは空気を利用するジェットエンジン等とは推進原理が大きく異なり, 比較的単純な構造で高速度まで加速できる. 宇宙機, ミサイル等で使用されており, 今後益々, 防衛面, 宇宙開発面での発展が見込まれる. 本科目では, ロケット推進工学に関する基礎理論を習得し, 化学ロケットエンジンの構成要素についての基礎的事項を理解する.

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1週~2週	ロケット機関の発達と種類 ・授業の目的 ・化学推進と非化学推進	<input type="checkbox"/> 講義構成を理解する <input type="checkbox"/> 発達史を学ぶ <input type="checkbox"/> 用語・推進原理の概要がわかる
2週~5週	ロケットエンジンの性能量	<input type="checkbox"/> 用語・性能量を理解する ・推力, 全推力, 比推力...etc.
6週~8週	性能量の熱力学的関係式	<input type="checkbox"/> ノズル流れがわかる <input type="checkbox"/> 熱力学的状態量(温度, 圧力等)と推進性能の関係を理解する
9週	燃焼と流れの熱化学	<input type="checkbox"/> 基礎的な燃焼反応を理解する <input type="checkbox"/> 断熱火炎温度を理解する <input type="checkbox"/> 熱平衡と移動平衡を理解する
10~12週	液体ロケットエンジン	<input type="checkbox"/> 液体ロケットエンジンの構成要素を学ぶ <input type="checkbox"/> 平衡圧力を理解する
13~15週	固体ロケットモータ	<input type="checkbox"/> 固体推進薬を知る <input type="checkbox"/> 構成要素を学ぶ

成績の評価

試験 60%, レポート 40% (2週間に1度を目安には宿題を課す.)

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

プリントを配布する

参考書: 松尾弘毅他, ロケット工学, コロナ社, 2001

その他

超音速航空ジェットエンジン (区分：選択必修 2単位)

開講時期：3 学年後期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：小幡茂男

連絡先：TEL 3702

e-mail：obata@nda.ac.jp

基礎とする科目：航空ジェットエンジン

発展科目：

授業目的

近未来に出現が想定されている極超音速飛行体の主要エンジンと位置付けられる空気吸込式のエアブリージングエンジンのしくみを学ぶ。特に、ラムジェットエンジンとスクラムジェットエンジンについて作動原理を理解し、実運用時に要求される基本知識の習得を目指す。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週	講義の紹介 新型ジェットエンジンの概念	○ 講義構成を把握する ○ 現時点の研究開発状況を展望する
2 週～3 週	非等エントロピー流	○ 流体保存量の概念を理解する
4 週～5 週	高エンタルピー流	○ 高速・高温の熱流体力学を理解する
6 週～7 週	燃料と燃焼	○ 分子化学反応である燃焼を理解する
8 週	ラム圧縮	○ 高速空気流による圧縮作用を学ぶ
9 週～10 週	ラムジェットエンジン	○ 亜音速燃焼のラムサイクルを理解する ○ 表計算ソフトによる性能評価を行う
11 週	超音速燃焼	○ 超音速空気中で燃料を燃やす技術を学ぶ
12 週～13 週	スクラムジェットエンジン	○ 超音速燃焼のラムサイクルを理解する ○ 表計算ソフトによる性能評価を行う
14 週	不安定運転	○ 不始動状態の発生回避手法を学ぶ
15 週	複合モードエンジン	○ 広範な飛行速度に適合する設計を学ぶ

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。

中間課題 (20%)，期末試験 (80%)

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

各国・各研究機関の開発動向など最新情報を配布する

松尾・生井 「圧縮性流体の力学」 理工学社

久保田・桑原 「ラムジェット工学」 日刊工業新聞社

その他

コンピュータ解析 (区分：選択必修 2単位)

開講時期：3 学年後期 所 属：航空宇宙工学科

担当教官：小幡茂男，大谷浄，田口正人，有田俊作

連絡先：TEL 3702 (小幡) e-mail：obata@nda.ac.jp

3724 (大谷) kiyoshi@nda.ac.jp

基礎とする科目：

発展科目：

授業目的

Windows で動く PC だけでなく，Linux で動くワークステーション (WS) の使用に慣れ，WS 上で各種の複雑な計算を実施できるように，計算機プログラミング (FORTRAN) の基礎を修得する。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週	Telnet	○ PC から WS へのログインを学ぶ
2 週	ファイルとディレクトリの操作・管理	○ Linux の簡単なコマンドを学ぶ
3 週	emacs エディタ	○ テキストファイルの作成を学ぶ
4 週	FORTRAN の基礎①	○ ソースファイルの作成，コンパイル，実行
5 週	FORTRAN の基礎②	○ 変数の型，組み込み関数，入出力書式
6 週	FORTRAN の基礎③	○ DO 文
7 週	FORTRAN の基礎④	○ DO 文の応用
8 週	FORTRAN の基礎⑤	○ 配列
9 週	FORTRAN の基礎⑥	○ 配列の応用
10 週	FORTRAN の基礎⑦	○ IF 文
11 週	FORTRAN の基礎⑧	○ IF 文の応用
12 週	FORTRAN の基礎⑨	○ GOTO 文とその応用
13 週	FORTRAN の基礎⑩	○ サブルーチン，関数とその応用
14 週	演習問題	
15 週	演習問題	

成績の評価

第 1 回目の授業において担当教官から学生に示す基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

戸川隼人：「ザ・FORTRAN77」，サイエンス社
その他

航空制御工学Ⅱ (区分：選択必修 2単位)

開講時期：3 学年後期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：越智徳昌

連絡先：TEL 2506

e-mail：ochi@nda.ac.jp

基礎とする科目：航空制御工学Ⅰ

発展科目：飛行制御システム

授業目的

より合理的でシステマティックな制御系の解析・設計法を目指して 1960 年代に現れ、その後発展していったのが現代制御理論である。評価関数に基づく最適化などいろいろな新しい概念が導入され、制御の可能性を大きく広げてきた。本講義では、航空制御工学Ⅰに引き続き古典制御の基礎を学習した後、最新の航空機や飛行体の飛行制御系設計に取り入れられてきている現代制御理論の基礎を学ぶ。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週～2 週	状態空間法 ・状態方程式と伝達関数 ・安定性	○ 状態方程式によるシステムの表現と安定性を理解する。
3 週～4 週	状態フィードバック制御 ・極配置法 ・最適レギュレータ ・航空・宇宙機への応用	○ 極配置法を理解し、使えるようにする。 ○ 状態フィードバック制御の有効性を、具体例を通して知る。
5 週～6 週	制御系の性能 ・制御系への要求 ・時間領域における性能評価 ・周波数領域における性能評価	○ 制御系に求められる性能を理解し、その性能の具体的な表現や定量的な評価法を知る。
7 週	中間試験	
8 週～15 週	制御系設計 ・根軌跡法 ・安定化制御 ・PID 制御	○ 与えられた制御性能を満たす制御系の設計法を学ぶ。

成績の評価

評価の重みは中間試験 40%，期末試験 40%，課題の提出 20%

基準に満たない場合は再試験を実施する。

参考書

小林申明 : 基礎制御工学 (共立出版)

小郷寛, 美多勉 : システム制御理論入門 (実教出版)

吉川恒夫, 井村順一 : 現代制御論 (昭晃堂)

宇宙環境利用 (区分：選択必修 2単位 安全科学プログラム対応科目)

開講時期：4 学年前期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：山崎武志

連絡先：TEL 3726

e-mail：ymski@nda.ac.jp

基礎とする科目：衛星利用概論

発展科目：衛星設計

授業の位置付けと目的

人工衛星の色々な利用形態を、代表例に即して学ぶ。軌道と姿勢の力学を基本に置きつつ、衛星システムの原理と構成を述べ、衛星利用の具体例を示す。これにより衛星利用の現状と将来方向を含めた知識を修得する。

授業計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週	講義の紹介 宇宙環境とデブリ	○ 講義構成を理解する ○ 宇宙環境を理解する
2 週～3 週	地球重力場 ジオイド	○ 地球重力場を理解する ○ ジオイドを理解する
4 週～5 週	2 体問題 軌道の種類と特徴	○ 2 体問題を理解する ○ 衛星の軌道について理解する
6 週～7 週	軌道の摂動 極軌道と同期軌道	○ 軌道の摂動について理解する ○ 極軌道や同期軌道を理解する
8 週～9 週	静止軌道 スピン衛星と 3 軸制御衛星 姿勢決定	○ 静止軌道を理解する ○ 衛星の姿勢制御方式を理解する
10 週～11 週	宇宙ステーション 微小重力	○ 宇宙ステーションについて理解する
12 週～13 週	近傍飛行制御 ランデブドッキング	○ ランデブドッキング方式について理解する
14 週～15 週	制限付き 3 体問題 ラグランジュ点と安定性	○ 制限付き 3 体問題を理解する

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。

平常点 (受講態度) (10%)、課題 (90%)

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

参考書：「宇宙システム概論」、茂原 正道 著、培風館

：「人工衛星と宇宙探査機」 木田 隆、小松 敬治、川口 淳一郎 著 コロナ社

その他

ヘリコプタ工学Ⅱ (区分：選択必修 2単位)

開講時期：4 学年前期
担当教官：糸賀紀晶, 有田俊作
連絡先：TEL 3705(糸賀) e-mail: itoga@nda.ac.jp
TEL 3722(有田) arita@nda.ac.jp
基礎とする科目：航空飛翔体振動学 発展科目：

授業目的

ヘリコプタの飛行動特性をロータの動力学を重点に固定翼航空機と対比しながら講義する。ヘリコプタの振動やロータのフラッタについてもその基礎を講義する。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週～3 週	ロータブレードの運動	○ ブレード運動と縦横連成を理解する
4 週～6 週	ヘリコプタの運動方程式と安定性・操縦性	○ ヘリコプタの運動方程式を理解する ○ 安定性・操縦性について理解する
7 週～9 週	飛行性能の評価法	○ 飛行性能の評価法を理解する
10 週～12 週	ヘリコプタの振動	○ ロータ-胴体連成振動を理解する ○ 防振法を理解する
13 週～15 週	空力弾性問題	○ フラップ-リードラグ運動の連成やピッチ-フラップフラッタを例に空力弾性現象を理解する

成績の評価：

次のとおりであるが、授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。
平常点 (授業態度) (10%)、レポート (10%)、期末試験 (80%)
基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

参考書：Gessow, A. and Myers, G.C.Jr., 「Aerodynamics of the Helicopter」, College Park Press.
Bramwell, A.R.S., 「Helicopter Dynamics」, Edward Arnold.
Johnson, W., 「Helicopter Theory」, Princeton University Press.
加藤寛一郎, 今永勇生, 「ヘリコプタ入門」, 東京大学出版会.
Prouty, R.W., 「Helicopter Performance, Stability, and Control」, PWS Engineering Boston.
Bielawa, R.L., 「Rotary Wing Structural Dynamics and Aeroelasticity」, AIAA Education Series.
長島知有編著, 「ようこそヘリコプターの世界へ」, 株式会社タクトワン.

その他

航空システム設計 (区分：選択必修 2単位)

開講時期：4年前期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：航空宇宙工学科担当教官

連絡先：TEL 3736 (中山 学科長)
3722 (有田 教務委員)

e-mail: ynakayam@nda.ac.jp

arita@nda.ac.jp

基礎とする科目：

発展科目：

授業目的

航空機を設計するための基礎を教授する。航空機をどのように設計するか、開発者の観点から講義して、航空機設計の基礎を理解させる。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1週～3週	航空機設計概要	○ 航空機設計の概要を理解する。
4週～6週	空気力学設計 ・機体形状と翼配置の決定 ・翼型の選定 ・空力特性の試験法	○ 空気力学設計の概要と実際を理解する。
7週～9週	構造設計 ・航空機構造の特徴と安全性 ・航空機用材料の特性 ・材料の検査と構造の試験法	○ 構造設計の概要と実際を理解する。
10週～11週	飛行力学設計 ・操縦系統と飛行制御系の設計	○ 飛行力学設計の概要と実際を理解する。
12週～14週	エンジン設計 ・システム設計と性能解析 ・空力・燃焼設計 ・エンジン試験法	○ エンジン設計の概要と実際を理解する。
15週	無人機設計 ・無人機の概要とシステム設計	○ 無人機の運用と設計の実際を理解する。

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。

レポート・演習課題 (100%)

再試験は実施しない。

教科書・参考書

必要な資料は授業で配布する。

その他

航空宇宙機器学 (区分：選択必修 2単位)

開講時期：4 学年後期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：航空宇宙工学科担当教官

連絡先：TEL 3736 (中山 学科長)
3722 (有田 教務委員)

e-mail: ynakayam@nda.ac.jp

arita@nda.ac.jp

基礎とする科目：

発展科目：

授業目的

人工衛星、宇宙機は複雑な総合システムであり多くの機器から成り立っている。本講義では、人工衛星、宇宙機の構造と、搭載される機器の原理について基礎知識を習得させる。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週	講義の紹介	○ 講義構成を理解する
2 週	航空宇宙機器の基礎	○ 運行上、必須の機器を学ぶ
3 週～5 週	構造とメカニズム	○ 衛星、宇宙機の設計概念を学ぶ
6 週～7 週	データ処理系	○ 衛星、宇宙機のデータ処理系を学ぶ
8 週～9 週	宇宙用電源系	○ 電源系の方式とその構造について学ぶ
10 週～11 週	衛星の熱制御	○ 軌道上での熱環境に対する設計について学ぶ
12 週～13 週	誘導および航法	○ 衛星、宇宙機の航法システムについて学ぶ
14 週～15 週	最近の衛星の動向	○ 最近の動向について学ぶ

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。

レポート・演習課題 (100%)

再試験は実施しない。

教科書・参考書

必要な資料は授業で配布する。

その他

講義の一部で解析ソフト Systems Tool Kit (STK) を用いる。

航空ジェットエンジン (区分：選択 2単位 安全科学プログラム対応科目)

開講時期：3 学年前期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：小幡茂男，大谷 浄

連絡先：TEL 3702(小幡)

e-mail：obata@nda.ac.jp

3724(大谷)

kiyoshi@nda.ac.jp

基礎とする科目：航空宇宙エンジン序論

発展科目：超音速航空ジェットエンジン

授業目的

航空機用の主要動力源であるジェットエンジンの作動原理，性能，機能に関する基礎知識を習得する。ジェットエンジンの各構成要素の構造と要素間の釣合のしくみを学ぶ。また，運転時に発生するさまざまな現象について解説する。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週	講義の紹介	○ 講義構成を把握する
	航空機とジェットエンジン	○ 出力と燃費について理解する
2 週	型式の種別と形状の特徴	○ 基本となる 5 構成要素を理解する
3 週	空気取入口の基本設計	○ 流量確保の必要性を理解する
4 週～5 週	圧縮機の基本設計	○ 圧力上昇のしくみを理解する
6 週	燃焼器の基本設計	○ 燃料燃焼のしくみを理解する
7 週	タービンの基本設計	○ 動力発生 of しくみ理解する
8 週	ノズルの基本設計	○ 流体加速の必要性を理解する
9 週	ファンとアフターバーナ	○ 能力改善のしくみを理解する
10 週～11 週	補機と内部構造	○ 整備の基本となる知識を習得する
12 週～13 週	設計点と設計点外の性能	○ 運転の基本となる知識を習得する
14 週	環境負荷性能	○ 騒音・排気物質について理解する
15 週	性能向上	○ 将来的発展の可能性を展望する

成績の評価

次のとおりであるが，授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。

講義毎の小テスト (50%)，期末試験 (50%) により評価する。

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書

プリント (授業資料) を適宜配布する。

教科書：中村佳朗，鈴木弘一著，ジェットエンジン，森北出版

または，谷田好通，長島利夫著，ガスタービンエンジン，朝倉書店

参考書

ロールスロイス 「ザ・ジェットエンジン」 日本航空技術協会

その他

空気力学Ⅱ (区分：選択 2単位)

開講時期：3 学年前期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：田口正人

連絡先：TEL 3728

e-mail：taguchi@nda.ac.jp

基礎とする科目：基礎空気力学, 空気力学Ⅰ

発展科目：

授業の位置付けと目的

実際の翼型流れでは、境界層の発達にともなう失速や抵抗の増加が観察される。これは、流体固有の性質である粘性により物体表面に流れが付着するためである。本講義では、基礎空気力学および空気力学Ⅰで学んだ内容を基に、実際の航空機や物体まわりの流れを理解する上で重要な流体の粘性の基本特性を理解し、その理論的取扱について修得することを目的とする。

授業計画		
週／章	授業内容	到達目標
1 週～3 週	講義の紹介 粘性の基礎概念	講義構成を理解する 用語を理解する
4 週～6 週	粘性流体の基礎方程式 ・粘性応力 ・Navier-Stokes 方程式	Navier-Stokes 方程式を理解する。
7 週～9 週	Navier-Stokes 方程式の解	おそい流れ, チャンネル流れについて理解する。
10 週～11 週	層流境界層 ・層流境界層の性質 ・境界層方程式とその解	層流境界層の特性を理解する。 境界層方程式と平板流れの解について理解する。
12 週～13 週	乱流境界層 ・乱流境界層の性質 ・円柱まわりの流れ	乱流境界層の特性を理解する。 円柱まわりの流れについて理解する。
14 週～15 週	乱流 ・乱流に関する理論	乱流に関する基本的な理論を理解する。

成績の評価：試験 70% , レポート 30%

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書：John D. Anderson, Jr., “Fundamentals of Aerodynamics”, McGraw-Hill, Inc.

その他

高速航空概論 (区分：選択 2単位 安全科学プログラム対応科目)

開講時期：3 学年前期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：溝口 誠

連絡先：TEL 3719

e-mail : makoto@nda.ac.jp

基礎とする科目：高速空気力学

発展科目：

授業目的

高速飛行する航空機・飛翔体・宇宙機の空力特性や力学的性能についての基礎的事項を講義する。併せて極超音速飛行の基礎概念を理解する。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1週	高速飛行の歴史と概観	○ 高速飛行の概観と講義構成を理解する
2週～3週	マッハ数, 衝撃波, 膨張波	○ 高速飛行の基礎用語・概念を理解する
4週～6週	亜音速翼まわりの流れ 速度ポテンシャル方程式 線形速度ポテンシャル方程式 プラントル・グラワートの法則	○ 亜音速飛行の基礎概念を理解する ○ 亜音速線形理論を理解する ○ 亜音速流中の翼について理解する
7週～8週	臨界マッハ数 抵抗発散マッハ数 面積法則, 超臨界翼型	○ 遷音速飛行の基礎概念を理解する ○ 臨界マッハ数の求め方を習得する
9週～10週	超音速薄翼理論	○ 超音速線形理論を理解する ○ 超音速流中の翼について理解する
11週～12週	特性曲線 計算流体力学 円錐周りの流れ	○ 特性曲線法について理解する ○ 計算流体力学の基礎を理解する ○ 円錐周りの流れを理解する
13週～15週	極超音速飛行の基礎概念 ニュートン流理論 マッハ数独立原理 空力加熱	○ 極超音流の特徴を理解する ○ 極超音速流の翼について理解する ○ 極超音速流中の空力加熱を理解する

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。
演習課題への取組姿勢 (20%), 中間・期末試験 (80%)
基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

教科書 教科書兼ノートとなる冊子を講義時に配布する。

参考書 Anderson, John D., Jr. Fundamentals of Aerodynamics McGraw-Hill, Inc.
 // 日本航空宇宙学会編 圧縮性流体力学 丸善
 // リープマン・ロシュコ著 気体力学 吉岡書店
 // E. ラサクリシュナン著 圧縮性流れの理論 丸善

航空宇宙構造設計 (区分：選択 2単位 安全科学プログラム対応科目)

開講時期：3 学年後期 所 属：航空宇宙工学科
担当教官：田中宏明，松下将典
連絡先：TEL 3721 (田中) e-mail：tanakah@nda.ac.jp
3729 (松下) matsushita@nda.ac.jp
基礎となる科目：航空機構造力学 発展科目：

授業目的

大空を飛行する航空機や、地上から打上げられる宇宙機では、過酷な荷重に耐えつつより多くの人や物を運べるよう軽量で丈夫な構造であり、また高い信頼性を有することが要求される。そのため建築や車両などとは大きく異なり、肉厚の薄い外板も強度部材として働かせるセミモノコック(半張殻)構造や複合材料構造といった航空機や宇宙機特有の構造様式・材用が用いられているとともに、その設計では信頼性工学の考え方が用いられている。

この講義では、航空機や宇宙機が運用時にどのような荷重を受けるかを学び、それらの荷重に耐え、かつ軽量の航空機や宇宙機の構造様式を理解する。さらに、安全な航空機や宇宙機の構造を設計するために必要な信頼性の考え方と、信頼性を高めるための工夫について、その基礎を学ぶ。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週～4 週	講義の紹介 航空機の構造 ・飛行機に作用する荷重 ・航空機の構造様式 ・疲労を考慮した設計思想	○ 講義構成を理解する ○ 航空機に作用する荷重について理解する ○ 航空機構造の特長について理解する
5 週～8 週	宇宙機の構造 ・宇宙機が受ける荷重 ・宇宙機の構造様式 ・展開構造・柔軟構造	○ 宇宙機に作用する荷重について理解する ○ 宇宙機構造の特長について理解する
9 週～11 週	信頼性工学 ・信頼性と信頼度 ・信頼性を高める工夫	○ 信頼性工学の基礎を理解する
12 週～14 週	構造設計におけるコンピュータの利用 ・有限要素法による構造解析 ・CAD (Computer Aided Design) ・構造最適化	○ コンピュータを利用した構造設計の基本を知る
15 週	複合材料構造 ・複合材料の仕組みと種類 ・複合則と応力評価	○ 複合材料の構成を理解する ○ 複合材料の応力解析を理解する

成績の評価

中間課題 (30%)、期末レポート (60%)、平常点 (授業への参加度) (10%)

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

プリント等を配布する他、下記の参考書を用いる

参考書：航空機構造力学 小林繁夫 著 丸善

その他

ロケット工学通論 (区分：選択 2単位 安全科学プログラム対応科目)

開講時期：3 学年後期 所 属：航空宇宙工学科
 担当教官：中山宜典
 連絡先：TEL 3736 e-mail：ynakayam@nda.ac.jp
 基礎とする科目：ロケット工学 発展科目：なし

授業目的

化学推進機関から将来型宇宙推進機関に至るまでの様々なロケットエンジンに関する、幅広い知識・知見・最新動向を講義毎のトピックスを通じ習得する。なお受講生参加型の授業であり、受講生自身の積極的取組み（発言・意見）により、受動的ではなく能動的に学習する。

授業の内容と計画（予定）

	内容	到達目標
1 週～2 週	講義の概要 ロケット工学の用語・式の復習	○ 講義目的を理解する ○ 推力，比推力，推進剤の役割， ツィオルコフスキーの式を理解する
3 週～15 週	設計思想 ー用途や戦略による違いー 規格化 ー一点もの？品質保証？ー 化学推進 ー適“剤”適所ー 安全設計 ー危険緩和の方法はー 発射地点 ー優位拠点の確保と整備ー 上段点火 ーエネルギー損失を最小にー コスト削減 ー技術開発と普及の狭間ー 宇宙往還機 ー実現に向けてー エコロジ ー地球環境への影響ー 非化学推進 ー非科学推進ではない！ー 電気推進 ー電気はどう進む？ー 次世代推進 ーSFからSTへー 成功と失敗 ーその理由，そして未来へー 国産開発 ー水は高きよりー	○ ロケット工学は安全思想に基づいた，広範囲な分野から成り立つシステム工学であることを理解する ○ ロケットやミサイルに適したエンジンシステムについて理解する ○ 宇宙機（人工衛星）に適したロケットシステムについて理解する ○ 非化学推進（主に電気推進）の仕組み，特徴および実績を習得する ○ 次世代推進の仕組み，特徴および動向を習得する

成績の評価

次の通りであるが、授業の進展により各評価項目の割合(%)を変更することがある。

レポート (80%)、平常点 (授業への参加度) (20%)

再試験は実施しない。

教科書・参考書

参考書： 松尾他，「宇宙工学シリーズ2 ロケット工学」，コロナ社

参考書： 荒川他，「宇宙工学シリーズ8 イオンエンジンによる動力航行」，コロナ社

その他

航空飛翔体振動学 (区分：選択必修 2単位)

開講時期：3 学年後期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：有田俊作

連絡先：TEL 3722

e-mail：arita@nda.ac.jp

基礎とする科目：ヘリコプタ工学 I

発展科目：ヘリコプタ工学 II

授業目的

固定翼および回転翼航空機，ミサイルなど空中を飛行する空力機械システムに発生する様々な振動現象に対する理解を深める。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週～5 週	1 自由度線形系の自由振動と強制振動	○ 自由振動，強制振動，過渡振動を理解する
6 週～9 週	多自由度系の自由振動と強制振動	○ 連成振動を理解する ○ 固有振動数と固有振動モードを理解する ○ 防振法を理解する
10 週～12 週	連続体の振動	○ はりの曲げ振動を理解する
13 週～15 週	自励振動とフラッタ	○ 自励振動とフラッタを理解する

成績の評価

次のとおりであるが，授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。

小テスト (50%)，期末試験 (50%)

基準に満たない場合再試験を実施する。

教科書・参考書

教科書：近藤恭平，「工学基礎 振動論」，培風館。

その他

飛行制御システム (区分：選択 2単位 安全科学プログラム対応科目)

開講時期：3・4学年前期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：越智徳昌

連絡先：TEL 2506

e-mail：ochi@nda.ac.jp

基礎とする科目：

発展科目：

授業の位置付けと目的

飛行制御の目的や役割を知り、それを達成するために実機においてどのような操縦系統や自動操縦システムが用いられているかを学ぶ。特に、自動制御を積極的に利用したアクティブ制御技術の研究プロジェクトや軍用及び民間用の量産機への適用例を通して最先端の飛行制御技術について知る。また、飛行制御系の評価で必要となる飛行性基準や具体的な設計手法を学ぶ。現代の航空機は高度な自動制御が取り入れられており、操縦に密接した内容も多いのでパイロット志望の学生は受講されたい。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1週	飛行制御システムの役割	○ 飛行制御の役割や目的を知る。
2週	機械式から電気・光式 (フライ・ワイ・ライト) へ	○ 操縦システムの変遷を知る。
3週	安定性の改善 (SAS：安定性増大装置)	○ 自動制御による安定性と操縦性の改善法を知る。
4週	操縦性の改善 (CAS：操縦性増大装置)	
5週	アクティブ制御技術 (ACT)	○ ACTにより、従来機では不可能な飛行が可能となり、空力や構造性能も改善できることを知る。
	・目的と背景	
6週	・6自由度独立な飛行 (CCV 飛行モード)	○ 具体的な研究例や適用例を通してその有効性を知る。
	・機体主要設計要素としての制御	
7週～8週	・研究プロジェクト (YF-16, T-2 CCV 等)	○ ビデオで理解を深める。
9週～11週	・実用機への適用 (F-2, A320 vs B777)	
12週～13週	飛行性基準 (いい飛行機とは)	○ 航空機の動特性や操縦性の評価の仕方を学ぶ。
14週	オートパイロット (SAS) の設計	○ SAS の設計を通して、飛行制御系の一つの設計法を知る。
15週	飛行制御の歴史 (フライ-号からスペースシャトルへ)	○ 理論と実際の両面から飛行制御技術発達の歴史を知る。
	自己修復型飛行制御系 (落ちない飛行機へ)	○ 故障が発生しても、制御により安全に帰還する技術を知る。

成績の評価

授業中に行う試験 (中間と期末、重みはそれぞれ 50%) の点数とレポートの内容・提出状況により評価する。レポートを期日までに提出しないと 1 回につき評価を 1 段階 (秀から優など) 下げる。基準に満たない場合は再試験を実施する。

参考書

金井：フライトコントロール (槇書店), 金井, 越智, 川邊：ビークル制御 (槇書店)

加藤, 大屋, 柄沢：航空機力学入門 (東京大学出版会)

宇宙システム設計 (区分：選択 2単位 安全科学プログラム対応科目)

開講時期：4 学年前期 所 属：航空宇宙工学科

担当教官：山崎武志

連絡先：TEL 3726

e-mail：ymski@nda.ac.jp

基礎とする科目：衛星利用概論

発展科目：衛星設計

授業目的

人工衛星は何らかの目的をもって宇宙へ送り出すものであり、その目的を果たすためのシステムはどのように作られているか、設計思想の概要を学ぶ。通信、放送、測位、気象や地球観測などの実用目的から、偵察や宇宙探査など特殊な目的を含め、種々の宇宙システムの作られ方とその働きを横断的に理解するための基礎を与える。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週～2 週	導入	<ul style="list-style-type: none">○ 人工衛星の目的種別を概観する○ 人工衛星の軌道と姿勢を概観する
3 週～5 週	衛星通信システム	<ul style="list-style-type: none">○ 衛星の構成と働きを学ぶ○ 地球局の構成と働きを学ぶ○ 衛星通信の使われ方を知る
6 週～8 週	衛星測位システム	<ul style="list-style-type: none">○ ドプラー測位の原理を学ぶ○ 時間による測位の原理を学ぶ○ 座標系と時系の構成を知る
9 週～10 週	観測衛星システム	<ul style="list-style-type: none">○ 地球観測の概要を学ぶ○ 特殊な観測の原理を知る
11 週～12 週	打上・運用管制システム	<ul style="list-style-type: none">○ 打上げとロケットの要件を学ぶ○ 追跡と管制の概要を知る
13 週～14 週	先進的システム	<ul style="list-style-type: none">○ 深宇宙探査の特徴を知る○ 有人飛行の特徴を知る
15 週	将来展望	<ul style="list-style-type: none">○ 宇宙システムの将来像を展望する

成績の評価

中間・期末レポート(100%)

基準に満たない場合は再試験を実施する。

参考書

岩崎信夫：「図説宇宙工学概論」 丸善(1999)

小林繁夫：「宇宙工学概論」 丸善(2001)

岩崎信夫・的川泰宣：「図説宇宙工学」 日経印刷(2010)

その他

飛翔体誘導概論 (区分：選択 2単位 安全科学プログラム対応科目)

開講時期：4 学年後期

所 属：航空宇宙工学科

担当教官：高野博行

連絡先：TEL 2507

e-mail：htakano0@nda.ac.jp

基礎とする科目：

発展科目

授業目的

近年の情報技術、精密誘導技術、航空宇宙技術等の進歩により、ミサイルの誘導精度は飛躍的に向上し、今後はミサイルを中心とした精密誘導兵器が益々重要になってくる。また、冷戦終結後、弾道ミサイルの拡散が著しく、今では40カ国以上の国が弾道ミサイルを保有している。このような世界の動きに対し、日本は弾道ミサイル防衛システムの整備を進めている。

ミサイルを巡る以上のような情勢を考慮し、本講義では戦術ミサイルから弾道ミサイルに及ぶ各種のミサイルについて、その飛行原理や誘導原理などを概説する。必要に応じてビデオや資料を用いて、分かりやすい講義を行う。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週～5 週	講義の紹介 戦術飛翔体の概要	○ 飛翔体の構造や翼配置を理解する ○ 赤外線／電波センサーを理解する
6 週～11 週	誘導理論 ・ 単純追尾航法と定方位航法 ・ 比例航法 ・ ノイズと誘導システム	○ 各種航法の原理を理解する ○ 有効航法定数の決め方を理解する ○ 飛翔体からの最適回避運動の理解 ○ 誘導システムの構成を理解する
12 週	飛翔体の開発	○ 飛翔体開発の流れとシミュレーションの果たす役割を理解する
13 週～14 週	弾道飛翔体の軌道 ・ 弾道飛翔体の運動方程式 ・ 弾道飛翔体の発射速度 ・ 弾道飛翔体の飛行時間	○ 弾道飛翔体の軌道方程式を求める ○ 弾道飛翔体の最小エネルギー発射角度を計算できる ○ 弾道飛翔体の発射速度と飛行時間を計算できる
15 週	弾道飛翔体の迎撃	○ 高高度での迎撃法を理解する ○ 低高度での迎撃法を理解する

成績の評価

課題と平常点から総合判定する。課題は原則として毎回課せられ、次の規準で評価する。

課題 90～100%，平常点-10～+10% ただし最大合計 100%

ただし授業の進展により各評価項目の割合 (%) を変更することがある。

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

教科書：「ミサイル」航空宇宙工学便覧（第2版）B7章 日本航空宇宙学会編 丸善（株）

衛星設計 (区分: 選択 2単位)

開講時期: 4 学年後期

所属: 航空宇宙工学科

担当教官: 山崎武志

連絡先: TEL 3726

e-mail: ymski@nda.ac.jp

基礎とする科目: 宇宙環境利用

発展科目

授業の位置付けと目的

気象・放送・通信衛星やカーナビで知られるGPS衛星などの宇宙システムはいまや生活の一部として不可欠な存在である。一方、宇宙基本法の制定によりわが国でも情報収集衛星などの安全保障分野での宇宙利用も可能となってきた。

本講義では、宇宙システム、特に人工衛星のシステム設計に必要な基礎的概念について体系的に学習し、宇宙空間および宇宙システムの利用・応用のための基礎的知識を習得させる。

授業計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週	講義の紹介 技術試験衛星開発の歴史	○ 講義構成を理解する ○ 技術試験衛星の開発史を理解する
2 週～5 週	衛星システム設計 ・衛星システムの構成 ・衛星概念設計 ・重量推定 ・姿勢制御用センサ・アクチュエータ	○ 衛星設計の概要を理解する ○ 衛星設計の手順を理解する ○ 静止衛星を例に重量推定を行なってみる
6 週～10 週	衛星のキネマティクス ・ベクトルとテンソル ・クォータニオン・オイラー角 ・方向余弦行列 ・角速度ベクトル	○ 姿勢表現のクォータニオン, オイラー角, 方向余弦行列を理解する ○ 角速度ベクトルとの関係を理解する
11 週～12 週	衛星のダイナミクス ・慣性テンソル ・スピン衛星	○ 慣性テンソルを理解する ○ スピン衛星の運動を理解する
13 週～14 週	3 軸姿勢制御衛星 ・ゼロモーメントム衛星 ・バイアスモーメントム衛星	○ ゼロモーメントム方式とバイアスモーメントム方式を理解する
15 週	柔軟構造衛星 ・モデリングと姿勢制御	○ 柔軟構造衛星のモデリングを理解する

成績の評価

講義と演習課題に対する取り組み姿勢 (0～20%), および期末レポート (100%)

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

参考書: 「スペースクラフトの制御」, 木田 隆 著, コロナ社

「衛星設計入門」, 茂原 正道・鳥山 芳夫 共編, 培風館

専門英語 I (区分: 選択必修 2 単位)

開講時期: 3 学年前・後期

所 属: 航空宇宙工学科

担当教官: 檜谷賢士, 大谷 浄, 溝口 誠, 田口正人

連絡先: TEL 3274(大谷)、3728(田口)

e-mail: kiyoshi@nda.ac.jp, taguchi@nda.ac.jp

基礎とする科目: なし

発展科目: 専門英語 II

授業目的

少人数クラスでの双方向演習を目指す。英語で書かれた、航空宇宙工学の古典的名著、将来の幹部自衛官として読んでいただきたい本・トピックス、航空産業ニュース等を読み、Q & Aを通じて航空宇宙工学の基礎知識を深め、英語能力を向上させる。さらにTED等によるプレゼンテーションを聞いて **hearing** 能力を磨く。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1 週	講義の紹介	○ 講義構成を理解する
2 週～23 週	航空宇宙工学分野での名著、 リーダーとして読むべき本、 ニュース・技術記事/マニュアル 等々を読む 数式、物理現象、化学現象の表現、 技術・学術論文の表現法、 等々を学ぶ	○ 専門用語に慣れ、論理展開を理解する ○ 基本単語・用法の習得 ○ 簡略形式に慣れ、想像力を働かせる ○ 数式、簡易な科学現象の表現を学ぶ
24 週～30 週	TED talks 等の紹介、ヒアリング	○ 数学的記述、式の展開、実験手順などを英語で表現する ○ 簡単な英文レポートの書き方を習得する

成績の評価

小テスト (50%)、授業中の演習課題 (50%)

(小テストは原則、前回週の復習として出題する。)

基準に満たない場合は再試験を実施する。

教科書・参考書

プリントを配布する。

その他に必要な参考書は授業で紹介する。

その他

専門英語Ⅱ (区分：選択必修 2単位)

開講時期：4学年前期・後期 所属：航空宇宙工学科
 担当教官：航空宇宙工学科担当教官
 連絡先：TEL 3736 (中山 学科長) e-mail: ynakayam@nda.ac.jp
 3722 (有田 教務委員) arita@nda.ac.jp
 基礎とする科目：専門英語Ⅰ 発展科目：

授業目的

科学技術英語の基礎を学び、正確・明確・簡潔な英文ライティングと、文書の論理構成を習得する。また、技術英語文書、論文の読解に必要な基本を学習、演習することにより、正確な情報入手能力及び論理的理解力の基礎を身につける。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
前半		
1週	科学技術英語の概要：3つのC	<ul style="list-style-type: none"> ○ 講義の概要・目的を理解する ○ 科学技術英語ライティングの基礎事項を学ぶ
2週～4週	科学技術英語の基礎：必須文法	<ul style="list-style-type: none"> ○ 冠詞、動詞、助動詞、前置詞、分詞など、ライティングに欠かせない基礎事項を学ぶ
5週～8週	科学技術英語の実践：Abstract 簡潔・明確に書く、表記ルール	<ul style="list-style-type: none"> ○ センテンスレベルで英文を書く ○ 論文アブストラクトを作成する
9週～10週	論理的な文書を書く：レトリック	<ul style="list-style-type: none"> ○ 論理構成と論理を示す語句（シグナルワード）を理解する
11週～15週	実践ライティング：仕様書、マニュアル、Eメール、論文、プレゼンテーション	<ul style="list-style-type: none"> ○ 実践ライティングの形式を学ぶ ○ 論文構成や基本表現、プレゼンテーションの基礎事項を学ぶ
後半		
1週	技術英語の紹介 説明文(過程)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 技術英文の文章構成を理解する ○ トピックセンテンス・サポートセンテンス
2週～6週	説明文(比較・対照)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 段落の論理展開を理解する ○ 二つ以上の対立する意見、内容を正しく理解する ○ ディスコスマーカー・キーワードマッピング
7週～10週	説明文(原因と結果・問題解決)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 問題点を読み取る ○ 無生物主語の文章に慣れる ○ 英文資料を検索利用する ○ キーワードマッピング
11週～13週	説明文(複数の文書間の比較・対照)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 複数の文書で展開されている技術内容を正確に比較する ○ キーワードマッピング
14週～15週	まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ○ 図面・グラフの表現方法を学習する

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により各評価項目の割合(%)を変更することがある。

受講態度・小テスト・期末テスト(100%)再試験は実施しない。

教科書・参考書 参考書は授業で紹介する。

航空宇宙セキュリティ論

(区分：選択 2単位 安全科学／危機管理プログラム対応科目)

開講時期：3・4 学年後期
担当教官：航空宇宙工学科担当教官
連絡先：TEL 3736 (中山 学科長)
3722 (有田 教務委員)
基礎とする科目：
所 属：航空宇宙工学科
e-mail： ynakayam@nda.ac.jp
arita@nda.ac.jp
発展科目：

授業目的

文科系および理工系学生に対し，航空宇宙のセキュリティに関する基礎的な理論および知識を習得させる。

授業の内容と計画 (予定)

	内容	到達目標
1～2 週	飛行の安全と空気の流れ	○航空機の安全飛行に係わる空気力学的な要因を理解する。
3～4 週	航空機エンジントラブル (圧縮機・タービン)	○ジェットエンジンの故障原因とその対策を理解する
5～6 週	航空機・宇宙機構造の安全性確保	○航空機や宇宙機の構造の信頼性を高めるための工夫について理解する
7～8 週	大気圏内飛行・宇宙往還機の諸問題	○飛行の安全性や力学的性能を理解する ○極超音速飛行や無人航空機について学ぶ
9 週	ヘリコプタの安全と飛行	○事故要因の把握，飛行安全への取り組みを理解する
10～11 週	操縦・自動制御に関する事故と対策	○自動制御が飛行安全に果たす役割と問題点を知る ○乱気流事故の現状と対策について学ぶ
12 週	ロケットの事故例から学ぶ	○ロケットシステムの信頼性について学ぶ ○技術者倫理について学ぶ
13 週	スペースデブリと衛星ニアミス	○地球をまわる衛星や物体の混雑状況を概観し，危険と回避策を考える
14～15 週	飛翔体についての問題	○飛翔体技術の危険性・安全性について学ぶ

成績の評価

次のとおりであるが、授業の進展により評価項目の割合 (%) を変更することがある。

平常点 (5%)、小テスト (30%)、レポート (65%)

再試験は実施しない。

教科書・参考書

必要な資料は授業中に配布する。

その他