· · · · · 1	4 目	立郷丁兴 /∧ coustice \				
1	7 .	音響工学 (Acoustics)				
担当教員		跡地 信久				
対	象学年等	電子工学科・5年・前期・選択・1単位				
学習·教育目標		工学複合プログラム A4-1(100%)		JABEE基準1(1) (d)1,(d)2-a,(d)2-d,(g)		
	授業の 要と方針	者として必要な音響工学の基礎知識,開発技術	j(主に	業,放送業界,教育関連,IT関連企業,等の実務技術 スピーカ)を習得させる.音響工学の範囲は非常に広 響の基礎に絞って学習させる. 【学習課題】にはパ		
		到 達 目 標	達成度	到達目標毎の評価方法と基準		
1	【A4-1 】 高 鋸歯状波、等	調波の波形合成(フーリエ級数展開、矩形波、 含む)から音色の高調波構造を説明できる。		sin波の高調波合成、矩形波、鋸歯状波、三角波、等のフーリ 工級数による高調波合成をパソコンで計算させ、グラフが書 けるかをレポート提出で評価する。		
2 【A4-1 】種 理解し、それ		々の音源の特性(放射)インピーダンス密度を 等の理論式を定性的に、粗く描画できる。		種々の特性(放射)インピーダンス密度の導出式を理解し、 グラフに描けるかどうかを定期試験で評価する。		
3 【A4-1 】 主 とができる。		な音響用語を説明でき、さらには数式で表すこ		主な音響用語(10数ケ)の虫食い説明文の補完、或いは説 明文が書けるかどうかを定期試験で評価する。		
4 【A4-1 】 音響管内の定常状態での音論式導出、及びその数値計算結果を		響管内の定常状態での音圧、粒子速度分布の理 びその数値計算結果をグラフに書ける。		具体的な寸法と条件を与えた音響管において、音圧P、粒子速度uのグラフが書けるかをレポート提出で評価する。		
5 【A4-1 】 平 向関数D を		面ピストン音源の放射質量MA、振動変位 、指 計算できる。		あるバッフル条件での音源(スピーカ)において、その質量 MA、変位 、指向関数D を数値計算させ、レポート提出で評価する。		
6	【A4-1】種々の音響ホーンの側壁関数を定性的に描画できるらには具体的な設計条件でのエクスポネンシャル・ホーンの設計計算ができる。			特定な条件を与えた音響ホーン群を描画させたり、またエク スポネンシャル・ホーンの寸法を設計する事例を定期試験で 評価する。		
7	【A4-1】 ヘルムホルツ共鳴器の原理を説明でき、及びその 共振周波数を計算できる。			ヘルムホルツ共鳴器の原理的模式図において、寸法と条件を 与えて共振周波数の数値計算を定期試験で評価する。		
8	【A4-1 】弦や気柱の長さを自然律音階によって、音階を決められる。			具体的な寸法や境界条件を与えて、弦や気柱の共振周波数比 の関係式から、自然律音階を決められるかをレポート提出で 評価する。		
9	【A4-1 】簡単な機械振動系モデルの電気機械等価回路が書け、その回路解析(変位 、速度V、加速度)ができる。			簡単な機械振動系モデルを与えて、その等価回路を書かせ、 また回路解析ができるかを定期試験で評価する。		
【A4-1 】電 が書け、機材 動加速度 る。		気音響変換器(スピーカ)の電気機械等価回路 インピーダンスZM,振動変位、振動速度V,振 最低共振周波数 f 0、出力音圧Prを計算でき		電気機械等価回路の具体的な等価定数を与えて、上記の目標 項目の計算ができるかを定期試験で評価する。		
レポート(50点)+出席(30点)+定期試験(60~80点)=総合評価(140~160点満点)とし 総合評価 満点に換算する.60%未満を「不可」とする.出席点は単なる出席でなく,質問,出題,私語 極的な授業参加度合いを加味して評価する.						
テキスト		「電気音響工学の基礎」:跡地信久著(興文社) プリント				
参考書		「電気音響工学」標準電気工学講座:実吉純一著(コロナ社) 「音響振動工学」大学講義シリーズ:西山静男、池谷和夫、山口善司、奥島基良、共著(コロナ社) 「音響用語辞典」:日本音響学会編(コロナ社)				
関連科目						
履修上の 注意事項		音響波動方程式は2階の偏微分方程式から成るので,「数学I」の復習は必須である.矩形波,鋸歯状波,三角波,等の波形は「応用数学,第4章」(大日本図書)を復習すること.また交流回路理論のインピーダンス,複素数の取り扱いも勉強しておく事.				

, E		授業計画1(音響工学)
週	オーマ 結論および物理音響学入門	内容(目標,準備など) 音造りと音質,音の三要素と音響機器の性能,音波の物性と感覚,等の概要を学習し,音響波形や音色を決めている高調波構造をsin波の合成で理解する。また,音の大きさや音響パワーの定義から合成音圧やデシベル(dB)の計算ができる。
2	平面波動方程式の導出、音響管内の音圧、粒子速度 の分布	音響管内の波動方程式の導出,これより特性(放射)インピーダンス密度を導き出し,音響インピーダンスの定義,エネルギー密度,音の強さを理解する.
3	閉管の定在波、音響管内の消音理論と実験《クント の実験》	音響管内の定常状態での音圧,粒子速度分布をパソコンで計算し,グラフに描く. また,消音理論の理想系をパソコンで計算してグラフに描く. 【学習課題2-1,2,3】を学習する.
4	球面波動方程式の導出《呼吸球スピーカの紹介》	球面波の放射インピーダンス密度を導き出し,数値計算してグラフに描き,その波動の性質を理解する. 【学習課題2-4】を学習する.
5	ピストン振動板の放射理論と指向関数	平面ピストン振動板の放射インピーダンス密度を導き出し,放射質量MAを求める. また,Rayleigh卿の音場理論より,指向関数D を導き出し,指向角を求める. 【学習課題2-5】を学習する.
6	円形ピストン振動板の放射インピーダンス 《平面スピーカの紹介》	上記の5項で導出したインピーダンス密度より,放射質量MAを計算してグラフに描いて理解する.次に放射理論より振動変位 ,音圧Pを求める. 【例題2,3】を学習する.
7	中間レポート	中間にレポート提出させ,中間試験に換える. レポート課題は「到達目標の評価方法」に記述してある.
8	中間レポート解答コメント、 音響ホーン内の波動 方程式と解法	レポートの解答コメントをプリントして説明する. 平面波導出と同じ手法で,ホーン内の波動方程式を導出する.
9:	喉面、口面インピーダンス、ホーンによる指向性	その波動方程式を解き、喉面、口面特性インピーダンスを求める. 【学習課題3-2,3-3】を自習させる. 次に,ホーンによる指向性利得や一定指向角を理解する. 【例題1】でエクスポネンシャル・ホーンの実用的設計法を学習する.
10	単一共振系の自由振動、強制振動と電気機械等価回 路	単一共振系の振動モデルを電気機械等価回路に書いて,共振周波数10,振動変位 ,振動速度V,加速度 の周波数特性をもとめ,その等の関係を理解する. 【学習課題4-1】を学習する. 次に,【研究課題】弦の振動方程式を解いて,共振周波数と弦の長さとの関係を学ぶ.
11	電気ー機械ー音響系の対応、等価回路」による」計算	第4章【例題2】の振動モデルを解いて,理解を深める.
12	ヘルムホルツ共鳴器と音響変成器	音響系の空洞共鳴を等価回路に書いて,交流電気回路の手法でヘルムホルツ共鳴器の共振周波数を求める. 断面積の異なる管や空洞を結合した場合,その結合部の音響変成器について学習する.
13:	変換器の形態分類とスピーカの変換原理	機能や目的による3つの分類を理解すると共に、ダイナミック形スピーカの変換原理を学習する.
14	ダイナミック・スピーカの設計理論	電気音響変換器(スピーカ)の機械系を等価四端子綱手法を用いて,電気機械等価回路を書く.そして振動変位 ,振動速度V,加速度 ,から出力音圧Prを求める. 第5章【例題1】を学習する.
15:	講義のまとめ	講義のまとめを行う.

・定期試験を実施する。