

電磁波工学

第1回 電磁波工学概論

講義資料

柴田幸司

講師略歴

しばた こうじ
氏名：柴田 幸司

生年月日：1970年12月22日（静岡県島田市稻荷町）

1989年3月：静岡県立島田高等学校 卒業

1993年3月：金沢工業大学工学部電子工学科 卒業

1993年4月：島田理化工業株式会社 入社（東京都調布市）
（携帯電話基地局、無線LAN、衛星通信機器の開発）

1999年4月：青山学院大学大学院理工学研究科
電気電子工学専攻 博士前期課程 進学

2001年3月：同大学大学院同研究科 修了

2001年8月：スタンレー電気株式会社 入社（神奈川県横浜市）
（移動通信端末、衝突防止用ミリ波レーダの開発）

2003年3月：同社 退社

2004年3月：青山学院大学大学院理工学研究科
電気電子工学専攻 博士後期課程 修了

2004年4月：八戸工業学工学部電子知能システム学科 講師

現在に至る 博士(工学) 専門 情報通信工学、電波応用工学
電子情報通信学会・マイクロ波研究会・委員、マイクロウェーブ展 展示委員

電磁波工学の授業概要、到達目標および評価方法について

授業の概要

・人類の電磁波利用は20世紀初期から始まり、無線通信、電波天文学、マイクロ波分光学、エネルギー利用など様々な分野で急速な発展・普及を見せている。本講義では、電磁波発生、電磁波の様々な性質、電磁波の伝送方法、電磁波応用について詳述する。本科目は、現代社会の生活の場において不可欠の要素となっている電波と電波利用についての講義であり、電子技術者の基礎素養として社会から強く要請されている。**無線教科書 第一級陸上特殊無線技士合格ガイド**, 翔泳社

授業の到達目標・テーマ

本授業では以下の知識を修得します。

低周波電磁界と高周波磁界との違い、ベクトル解析を駆使した電磁法則、境界条件と伝送線路、アンテナの基本と動作原理の理解、電波伝搬の基礎、無線機器の基本的な仕組み

成績評価の基準・方法

・達成目標・テーマの内容に対し、工学の基礎知識の習得(60%)、応用能力(40%)について達成度を評価する。具体的には、低周波電磁界と高周波磁界との違いやベクトル解析を駆使した電磁法則につき20%、境界条件と伝送線路につき20%、アンテナの基本と動作原理の理解につき20%、電波伝搬の基礎につき20%、無線機器の基本的な仕組みにつき20%の内容につき評価する。

・成績評価の基準・方法: 定期試験で100点満点中60点以上を合格とする。不合格者については再試験を行い、100点満点中60点以上を合格とする。

八工大で情報通信関係の講義を受ける モチベーション

資格取得

第一級陸上特殊無線技士

所定の科目を修得し卒業後の
申請によりもらえる

試験を受けると合格率は20%程度

今後の予定 詳しくはUniversal Passport にて確認のこと

第1回 ガイダンス(電磁波工学概論)

第2回 電磁法則

第3回 マクスウェルの方程式

第4回 波動方程式の性質と変形

第5回 平面波の媒質による垂直反射と透過

第6回 平面波の媒質による斜反射と透過

第7回 境界条件と伝送線路

第8回 アンテナ(基本性質、利得、インピーダンス整合、指向性、実効長)

第9回 アンテナ素子(線状アンテナ、開口面アンテナ、進行波アンテナ、アレイ)

第10回 伝搬特性I(直接波、反射波、回折波、散乱波)

第11回 伝搬特性II(ダクト伝搬、電離大気中の伝搬、フェージング)

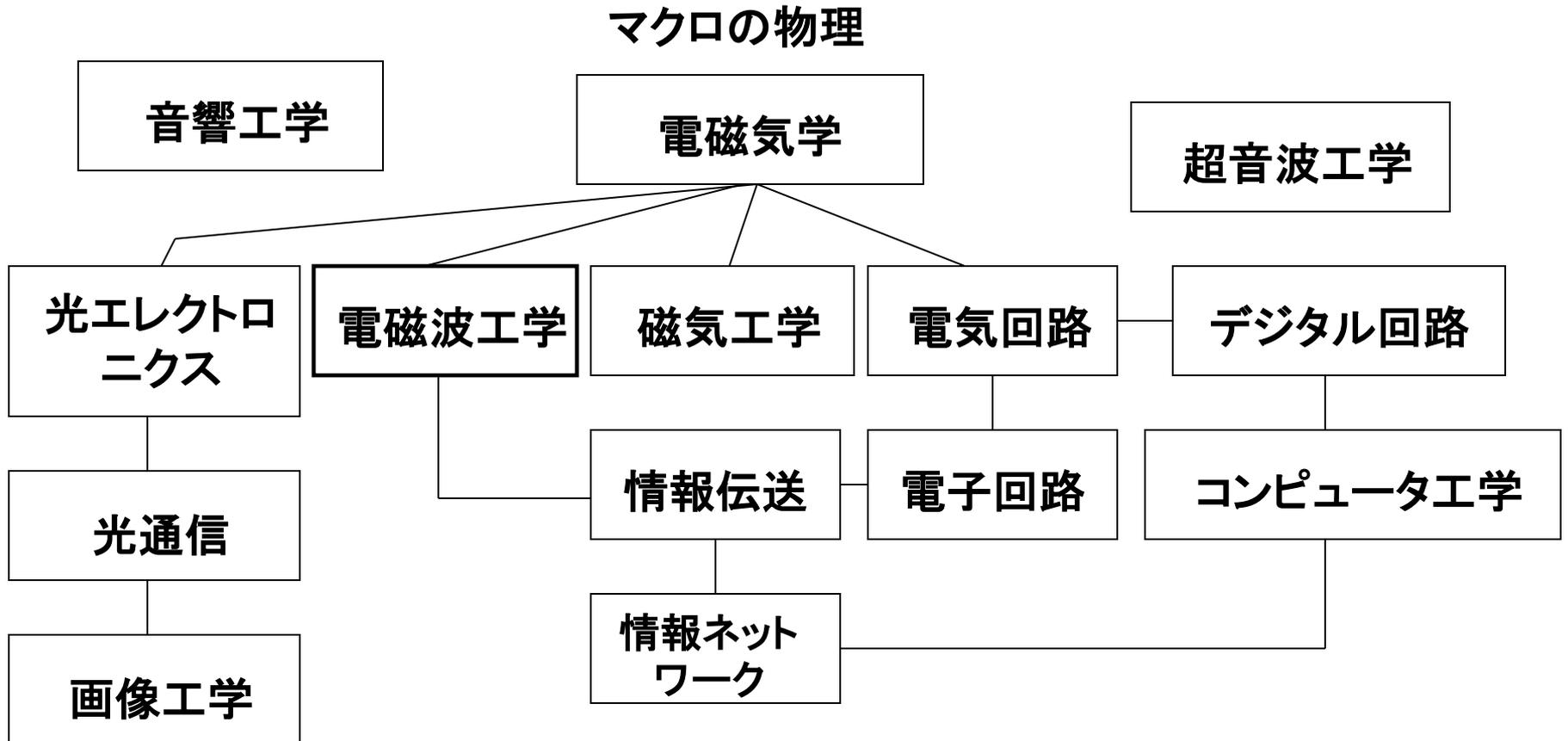
第12回 無線通信への応用(固定局通信、移動体通信、衛星通信)

第13回 エネルギー・計測への利用(電子レンジ、エネルギー伝送、レーダ、電波天文学)

第14回 光・電磁波論(光波工学)

第15回 まとめ学習と定期試験

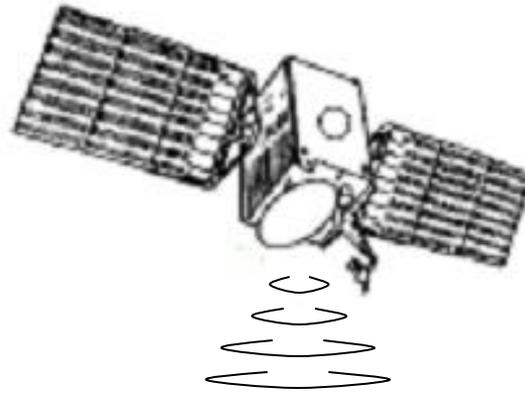
電磁波工学の位置付け



電磁波の工学への応用



ラジオ・テレビ放送



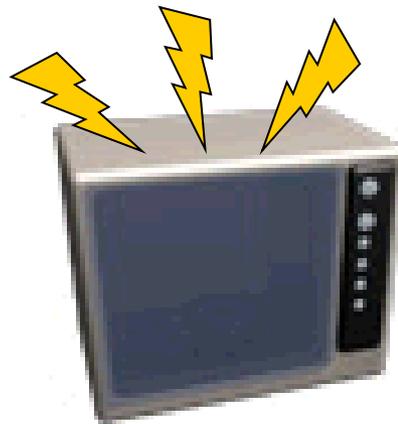
衛星通信



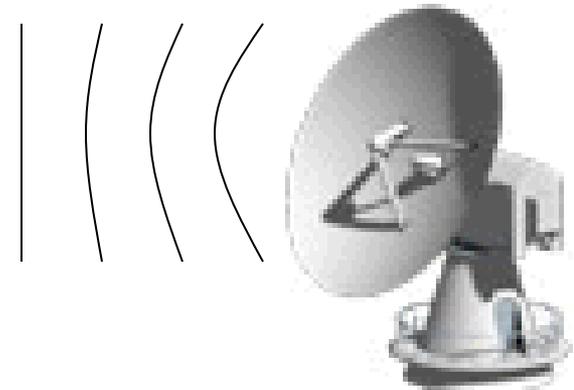
電波天文



携帯・コードレス電話



電子レンジ



気象レーダ

電磁波の正体と性質

波長 $\lambda = \frac{c}{f}$

$c = 2.99792 \times 10^8 [\text{m/s}]$

$f : [\text{Hz}]$

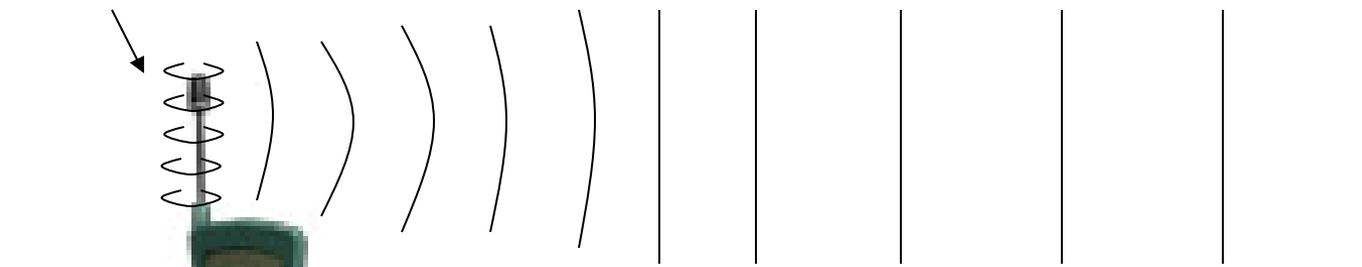
励起電流

光子

$\lambda = 0.2\text{m}$

@ $f = 1.5\text{GHz}$

放射

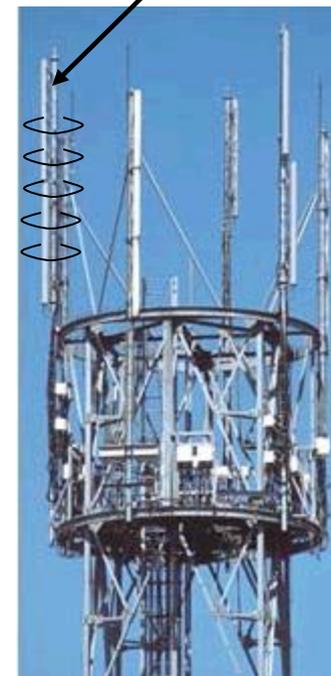


近傍界
(球面波)

遠方界(平面波)

両面性

- ▶ 自由空間中を進む波(波動性)
- ▶ 波のように振舞う光子(粒子性)



基地局

各種の波動と伝搬を媒介する物質

～電磁波は伝搬媒質がなくても伝搬～

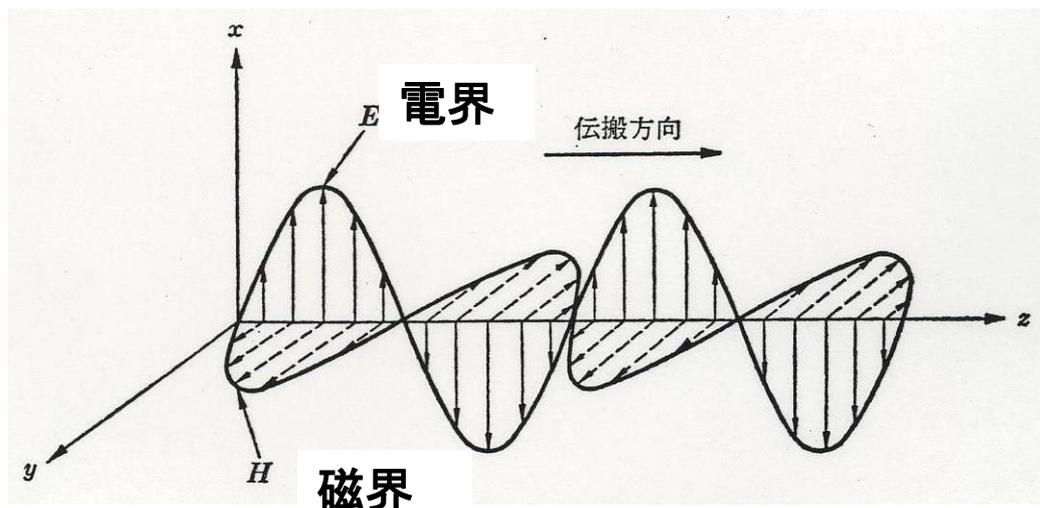
波動の種類	伝搬物質
音波・超音波	空気・水
地震波	地盤
光・電磁波	無し

光子が波のように振舞うことにより伝搬

光子



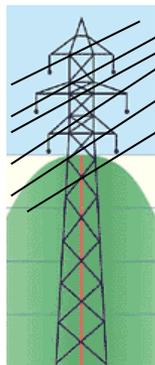
電磁波の伝搬



電界と磁界とが直交しながら
同相で伝搬

* 同相・・・同じ点で増減すること

電磁波の種類



電波時計

40kHz



中波 AM (MF)
(ラジオ放送)

長波 (LF)

超長波 (VLF)
(高圧電線)



短波 HF → FM
(ラジオ放送)

VHF

超短波 UHF



マイクロ波 (SHF)

ミリ波



遠赤外線

赤外線



可視光線

紫外線



X線

DC (直流)

波長



10^3

10^0

10^{-3}

10^{-6}

10^{-9}

周波数

[Hz]

1MHz

1GHz

1THz

10^6

10^9

10^{12}

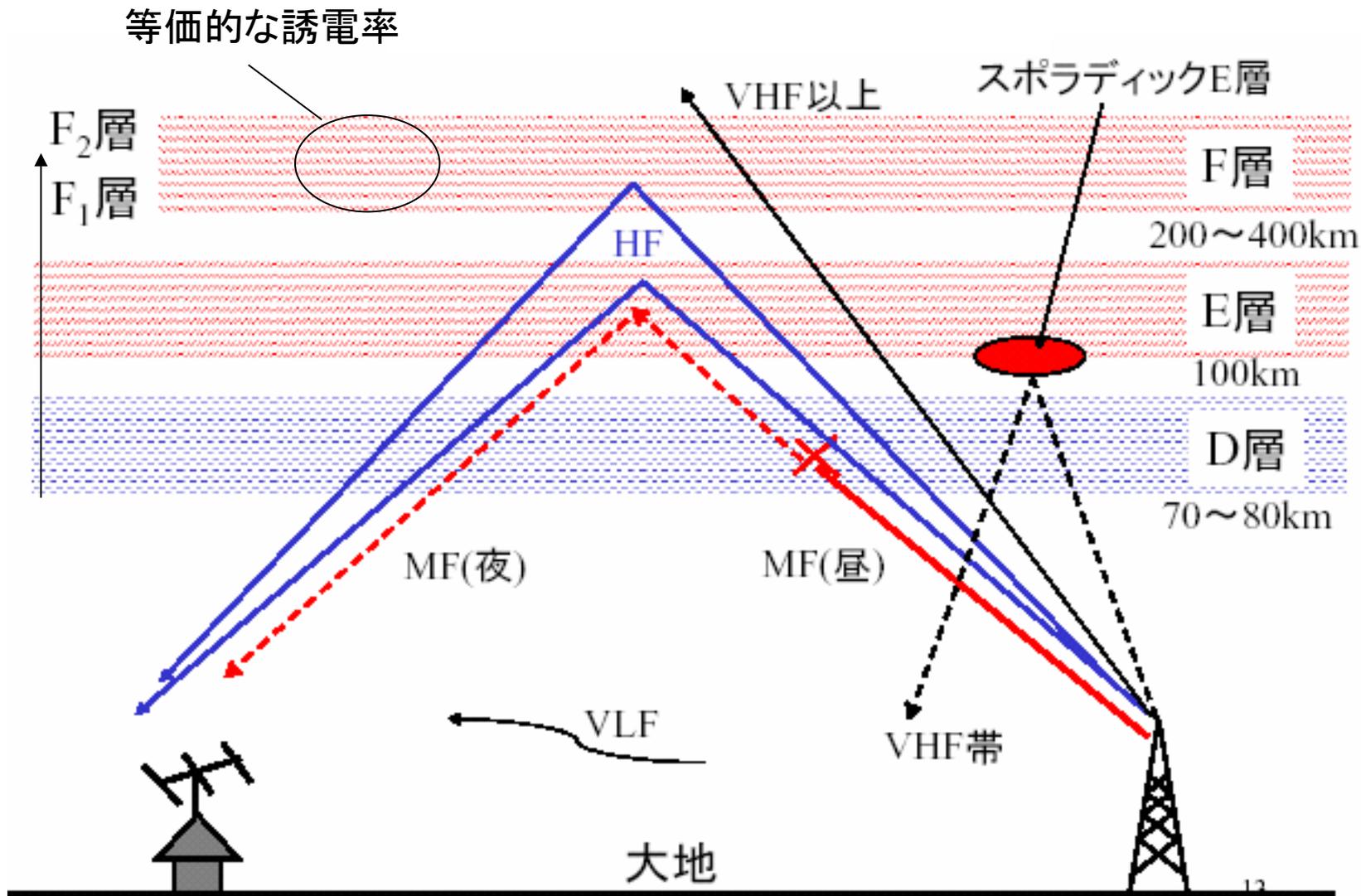
10^{15}

10^{18}

空間への放射 → 回折, 散乱現象 → 直進性

周波数の違いによる伝搬の性質

上に行くほど電子密度が高い



地上での電波のふるまいと回線設計

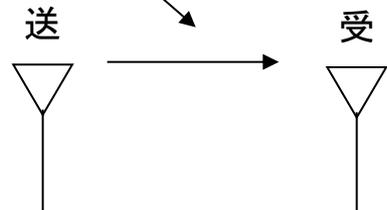
- ・空間に放射された電磁波は、地面や山岳などで①反射、②回折、③散乱されながら受信点に届くが、電波の到達距離は周波数により異なり、商業的にも重要な特性
- ・特に近年、携帯電話や地上デジタルさらにはWiMAXなど低・高速で移動しながらのデジタル通信が多く使用されており、地面や山・ビルなどでの電波の振る舞いの計算は回線設計にとって大きな意味を持つ

距離の2乗に反比例して
受信電力は小さくなる

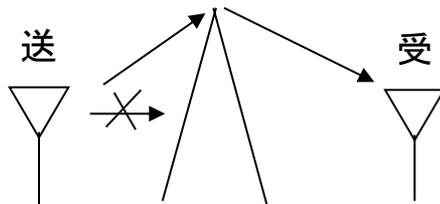
周波数が2倍になると
受信電力は1/2になる

地上での電波伝搬の種類は3種類のみ

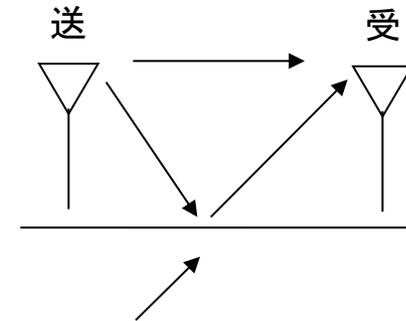
・直接波



・回折波



・大地反射波



スネルの法則より反射波の経路は1つしかない