

## 電気通信大学 平成21年度シラバス

授業科目名	光通信デバイス設計特論		
英文授業科目名	Analytical Design Techniques of Optical Communications Devices		
開講年度	2009年度	開講年次	
開講学期	後学期	開講コース・課程	博士前期・後期課程
授業の方法	講義	単位数	2
科目区分	電気通信学研究科-電子工学専攻-専門科目		
開講学科・専攻	電子工学専攻		
担当教官名	上野 芳康		
居室	西2-310		

公開E-Mail	授業関連Webページ
uenoy@ultrafast.ee.uec.ac.jp	<a href="http://www1.ttcn.ne.jp/gagnon/yueno-j.html#classes2">http://www1.ttcn.ne.jp/gagnon/yueno-j.html#classes2</a>

<p><b>【主題および達成目標】</b></p>
<p>電子工学や光エレクトロニクスの分野では、理論研究室の学生を除くと、卒研究生時代「電卓とexcelでしか計算したことが無い」学生が非常に多い、と感じています。（NEC在職時の経験を含めて、です。）</p> <p>従って、授業で原理式、条件式、それらの導出を苦労して学んだけれど、それを「使った」ことが一切無い。</p> <p>光エレクトロニクス分野では、ARコートもHRコートもシングルモード（導波モード）もフーリエ変換スペクトルも、なにがなんだかよくわからず、「現実味が乏しい」。</p> <p>たとえ教科書で勉強しても、原因（コート膜や導波路の寸法や材料定数）とその結果（マルチモードやコーティングの波長帯域）の因果関係（動き、振舞い）を、見たことが無いからです。</p> <p>就職後にexcelからCADへ飛躍する（CADに頼り切る）のではあんまりですので、2003年度に本授業を作りました。</p> <p>本授業の達成目標： ARコーティング/HRコーティング、導波モード（シングル/マルチモード）、周波数スペクトル解析、光ソリトンなどの基本原理、条件、因果関係を、グラフ描画した計算結果を見て、現実的に、実践的に理解することです。</p> <p>本授業の効果： (1) 本授業のようなモデル計算が、実験結果の解析、さらに実験計画立案に大きく役立つことを実践的に体験する。 (2) 小規模な解析やモデル計算ならば、CADに頼らずに自力で、気楽に始められるようになります。 大規模な場合は専用CAD、中規模な場合はC++、fortranが必要ですが、</p>

## 電気通信大学 平成21年度シラバス

小規模ならばMaple/Mathematica/Matlabが、実際の現場で実用的です。  
大変役立ちます。

### 【前もって履修しておくべき科目】

コンピュータリテラシー（コンピュータ利用やmapleの基礎）

### 【前もって履修しておくことが望ましい科目】

光波工学または電磁波工学など、  
電磁波の応用に関する科目を前もって履修していることが望ましい。

### 【教科書等】

必要無し。

導波モードやコーティングの初歩理論については、授業資料ファイル(ppt)とプリントを、渡します。数式処理言語Mapleについては、歴代TAが作成した「初心者向けコマンド集」を、渡します。

(Mapleの参考書を探したい場合は、本学図書館に、「Maple Vで見る数学ワールド」が、5冊あります。1999年版とやや古いものの、初心者には殆ど問題無いと思います。適宜、授業TAに相談してください。)

電気通信大学大学院生は、所属研究室のコンピュータ端末(windows/mac)に、電気通信大学がライセンス契約しているMapleソフトを随時インストールすることも、可能です（情報基盤センター業務室へ、1,2枚程度の利用申請書を提出するだけです。）

### 【授業内容とその進め方】

数式処理言語 Maple を使って初歩的の光学課題の特徴を実践的に体験する、演習型授業です。（Mapleでは実行速度が遅くて困る部分では高速なコンパイラプログラムを提供し、これを利用してもらいます。）

「光通信デバイス」と銘打ちましたけれど、  
大半は、光エレクトロニクス実験の常連課題です。

(1) 準備： 計算速度比較（下記の関連図1）

数式処理言語Mapleは、便利で高級。ただし、計算時間が長くなりがち（遅い）。  
C++やfortranはプログラムに手間と時間がかかるが、計算速度は桁違いに速い。

(2) 光信号の周波数スペクトル解析

基本的な繰返し波形（任意）の周波数スペクトルを計算し、  
時間波形と周波数スペクトルの特徴とその対応関係を経験する。  
光も電磁波なので、これは無線電波信号スペクトルと共通性の高い演習課題です。

(3) 光導波路モードの基礎特性 (関連図 2)

導波路の導波モードを求め、導波モードの形状や"シングルモード"となる条件と屈折率や導波路寸法の因果関係を、

実際の一連のモード解析を通して経験する。

半導体レーザや光ファイバーでは必ず登場する"シングルモード"か"マルチモード"かを左右する決定要因を、

一連のモデル計算・グラフ描画を演習する中で体験してください。

(4) 無反射コーティングと高反射コーティングの設計とその反射率特性 (関連図 3)

膜厚、屈折率、層数と、反射率及び波長帯域との対応関係を、経験する。

反射率0%を目指す無反射コーティングも、反射率100%を目指す高反射コーティングも、

半導体レーザ、赤～青色LED、デジカメなどで実際に使われている汎用技術です。

(5) 光ソリトン伝播波形 (関連図 4)

光ソリトン伝播波形 (1次～3次) を計算し、3D描画し、美しい特徴を鑑賞する。

計算演習の方法：

TAから履修生へ、毎回、サンプルプログラムを提供します。

(1)では、履修生がプログラミングする必要殆ど無し。

(2)では、gaussianなどの基本波形を定義する部分だけを、fortranで書き換えてもらいます。

(3), (4)は、数式処理言語Mapleだけをプログラムします。

(5)では履修生がプログラムする必要無し。

【成績評価方法及び評価基準(最低達成基準を含む)】

課題ごとのレポート提出 (及び、授業への参加度) により、成績評価する。

履修生各自の「計算結果を的確なグラフで表現し、原因と結果の因果関係をつかむ力」を、授業TA・他の履修生・授業担当教員に示すように、努めてください！

合格最低基準：積極的な授業参加と、レポート提出7割 (提出期限内に)。

75%：系統的なモデル計算結果をひと通り作り出し、計算結果グラフを作成し、レポートで報告した。

90%：系統的なモデル計算結果に基づいて、読者にとって明快な計算結果グラフを作成し、各課題の実践的な特徴を考察し、計算結果を具体的に引用して結論付けた。

95%：各課題のモデル計算内容、グラフ表現、実践的な考察、結論の明快さに、積極的な工夫と練習の成果が読み取れた。

上述の「読者にとって明快なグラフ表現、実践的な特徴を考察する、計算結果を具体的に引用して結論付ける」テクニックについては、皆さんにとって特別なことではありません。すでに学部4年次の卒業研究で、皆さんが練習を繰り返したことです。大丈夫だと思います。

本授業の履修を通して、各課題のいくつかの最も初歩的な特徴を、モデル計算と考察を通して実践的に理

## 電気通信大学 平成21年度シラバス

解し、『将来実際に役立つ知識と理解』を身に付けることができます。

### 【オフィスアワー：授業相談】

火曜日 6 限

(もしも訪ねても不在だった場合は、その旨メールください。)

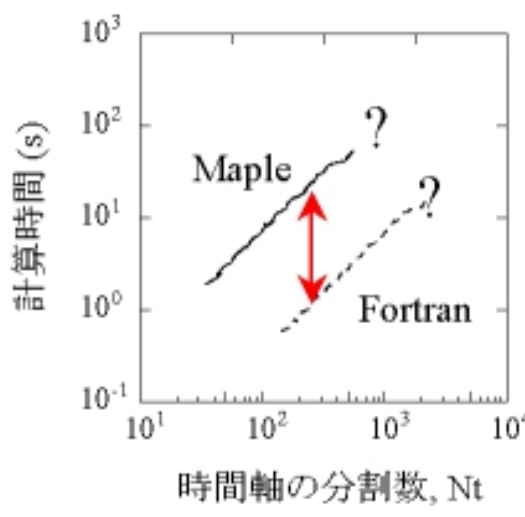
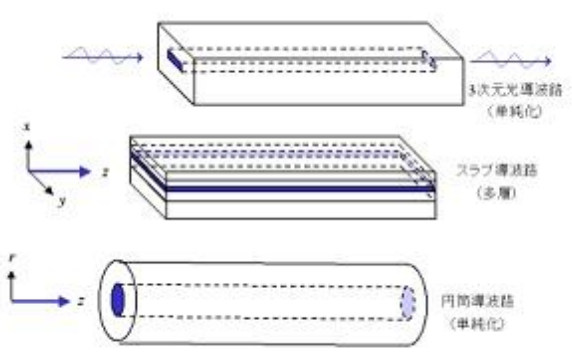
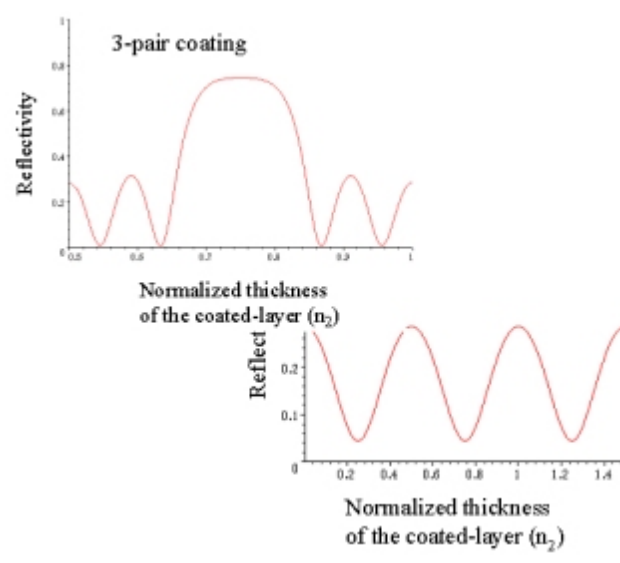
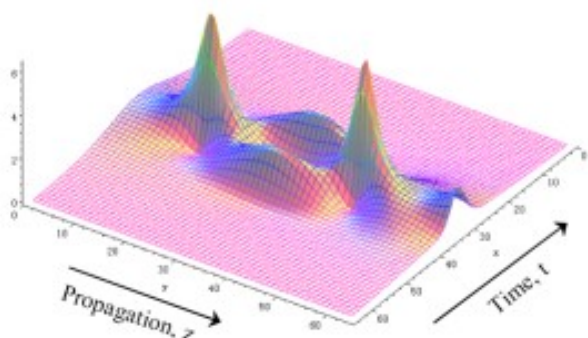
### 【学生へのメッセージ】

理論モデル、計算方法、計算結果グラフのy軸・x軸の選択枝、考察や結論の視点、各課題に関連する身近な応用事例に関して、履修生とTAの間で、履修生と履修生の間で相談を繰り返すと、将来のいろいろな場面で実践的に役立ちますよ。

演習型授業なので、厳密にレポート採点するというよりも、授業TAが積極的に手助けします。履修生がいろいろなことを積極的に試してみて、お互いに見せ合い、刺激し合う授業を、毎年、手作りしましょう。

### 【その他】

なし。

関連図1	関連図2
 <p>計算時間 (s)</p> <p>Maple ?</p> <p>Fortran ?</p> <p>時間軸の分割数, <math>Nt</math></p> <p>Detailed description: A log-log plot showing computation time in seconds on the y-axis (ranging from <math>10^{-1}</math> to <math>10^3</math>) versus the number of time axis divisions, <math>Nt</math>, on the x-axis (ranging from <math>10^1</math> to <math>10^4</math>). Two lines are plotted: a solid line for Maple and a dashed line for Fortran. Both lines show an upward trend, with Maple's computation time being significantly higher than Fortran's. A red double-headed arrow indicates the vertical gap between the two lines. Both lines end with a question mark.</p>	 <p>3次元光導波路 (単純化)</p> <p>スラブ導波路 (多層)</p> <p>円筒導波路 (単純化)</p> <p>Detailed description: Three schematic diagrams of waveguide structures. The top diagram shows a 3D rectangular waveguide with a central core and cladding layers, with an incident wave from the left and a transmitted wave on the right. The middle diagram shows a slab waveguide with multiple layers, with a coordinate system (x, y, z) shown. The bottom diagram shows a cylindrical waveguide with a central core and cladding, with a coordinate system (r, z) shown.</p>
関連図3	関連図4
 <p>3-pair coating</p> <p>Reflectivity</p> <p>Normalized thickness of the coated-layer (<math>n_2</math>)</p> <p>Reflect</p> <p>Normalized thickness of the coated-layer (<math>n_2</math>)</p> <p>Detailed description: Two plots related to a 3-pair coating. The top plot shows Reflectivity on the y-axis (0 to 1) versus Normalized thickness of the coated-layer (<math>n_2</math>) on the x-axis (0 to 1). The curve shows a broad peak around <math>n_2 = 0.4</math> and several smaller peaks. The bottom plot shows Reflect on the y-axis (0 to 0.2) versus Normalized thickness of the coated-layer (<math>n_2</math>) on the x-axis (0 to 1.4). The curve shows a series of oscillations.</p>	 <p>Propagation, <math>z</math></p> <p>Time, <math>t</math></p> <p>Detailed description: A 3D surface plot showing reflectivity as a function of propagation distance <math>z</math> and time <math>t</math>. The vertical axis represents reflectivity, ranging from 0 to 6. The horizontal axes are <math>z</math> (0 to 100) and <math>t</math> (0 to 100). The surface shows several sharp peaks that increase in height as <math>z</math> increases, indicating a growing signal over time.</p>