

2025 年度シラバス

科目分類/Subject Categories			
学部等/Faculty	/大学院工芸科学研究科（博士前期課程）/大学院工芸科学研究科（博士前期課程）： /Graduate School of Science and Technology (Master's Programs)/Graduate School of Science and Technology (Master's Programs)	今年度開講/Availability	/有/有 : /Available/Available
学域等/Field	/設計工学域/<その他> : /Academic Field of Engineering Design/<Other>	年次/Year	/1～2年次/1～2年次 : /1st through 2nd Year/1st through 2nd Year
課程等/Program	/機械物理学専攻/計数理学コース教育プログラム : /Master's Program of Mechanophysics/Mathmatic Course Educational Program	学期/Semester	/第1クォータ/第1クォータ : /First quarter/First quarter
分類/Category	/授業科目/ : /Courses/	曜日時限/Day & Period	/火1/火2 : /Tue.1/Tue.2

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	62302101			
科目番号 /Course Number	62360109			
単位数/Credits	2			
授業形態 /Course Type	講義 : Lecture			
クラス/Class				
授業科目名 /Course Title	数値固体力学 : Numerical Solid Mechanics			
担当教員名 / Instructor(s)	/高木 知弘 : TAKAKI Tomohiro			
その他/Other	インターンシップ実施科目 Internship	国際科学技術コース提供科目 IGP	PBL 実施科目 Project Based Learning	DX 活用科目 ICT Usage in Learning
		○		
	実務経験のある教員による科目 Practical Teacher			
科目ナンバリング /Numbering Code	M_MP5412			

授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course	
日	本講義では、CAE で多用されている有限要素法を用いた構造解析の基礎から応用までを論述する。弾性体の支配方程式と仮想仕事の原理から、2次元平面問題として三角形要素と四角形要素に対するの要素剛性方程式を導出する。また、連立一次方程式の解法、境界条件導入のためのペナルティ法やラグランジュの未定乗数法の説明を行う。次いで、熱応力問題、接触問題、弾塑性問題、幾何学的非線形問題の有限要素定式化を概説する。最後に、有限要素法と界面追跡法を連成させた構造最適化法について説明する。
英	In this class, foundation and application of finite element method (FEM) which is widely used in CAE are lectured. Here, in two-dimensional plane problem, element stiffness equations for a triangular and square elements are derived from a principle of virtual works. Solution methods of simultaneous linear equations and introduction methods of boundary conditions such as penalty and Lagrange multiplier methods are also explained. Finally, a structure optimization method coupled FEM and interface tracking method is briefly introduced.

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	固体の有限要素解析の基礎を理解する。

	アイソパラメトリック要素を理解する。 非線形有限要素法の基礎を理解する。
英	Understand the fundamental of finite element analysis of solid. Understand isoparametric element. Understand the fundamental of nonlinear finite element method.

学習目標の達成度の評価基準 / Fulfillment of Course Goals (JABEE 関連科目のみ)	
日	
英	

授業計画項目 Course Plan			
No.		項目 Topics	内容 Content
1	日	有限要素法概要	授業全体の内容の流れを説明し、ばね要素を用いた有限要素解析例を示し有限要素法を概説する。
	英	Guidance	Introduction of this class. Finite element method is briefly explained by showing a finite element analysis using one-dimensional spring elements.
2	日	弾性体の支配方程式	弾性体の支配方程式（つり合い方程式、ひずみ-変位関係式、応力-ひずみ関係式）を復習する。
	英	Governing equations of linear elasticity	Review of governing equations of liner elasticity (equilibrium equations, strain-displacement relations, and stress-strain relations).
3	日	仮想仕事の原理	有限要素方程式を導くための「仮想仕事の原理」を復習し、弾性論の支配方程式との関係を説明する。
	英	Principle of virtual works	Principle of virtual works and its relations with the governing equations of liner elasticity are explained.
4	日	三角形要素	三角形要素に対する要素剛性方程式を導出する。
	英	Triangular element	Element stiffness equation for a triangular element is derived.
5	日	アイソパラメトリック要素	アイソパラメトリック要素を説明する。
	英	Isoparametric element	Isoparametric element
6	日	4 節点アイソパラメトリック要素に対する要素剛性方程式	4 節点アイソパラメトリック要素の要素剛性方程式の導出を行う。ここで、必要となるガウス積分についても説明する。
	英	Element stiffness equation for four nodes isoparametric element	Element stiffness equation for four nodes isoparametric element is derived. Gaussian integral which is needed in the derivation of the element stiffness equation for an isoparametric element is also explained.
7	日	有限要素解析手順	有限要素解析の流れと用いられる基礎式の説明を行う。
	英	Procedure of finite element analysis	Procedure of finite element analysis is explained.
8	日	連立一次方程式の解法	ガウスの消去法に基づく連立一次方程式の解法と、変位拘束を導入するためのペナルティ法の説明を行う。
	英	Solution methods of simultaneous linear equations	Solution methods of simultaneous linear equations based on Gaussian elimination is explained. Penalty method to introduce the displacement constrains is also explained.
9	日	有限要素解析	材料力学の引張や曲げの問題と同様の有限要素解析を行った結果を示し、境界条件や要素サイズが結果に及ぼす影響を説明する。
	英	Finite element analysis	Some examples of finite element analyses, such as torsion and bending problem of a bar, are introduced. Here, effects of boundary condition and element size on the results are explained.
10	日	熱応力解析	熱応力を有限要素法で計算する方法を説明する。
	英	Thermal stress analysis	Thermal stress analysis using finite element method is explained.
11	日	弾塑性解析	弾塑性解析の考え方を説明する。
	英	Elasto-plastic analysis	Fundamentals of elasto-plastic analysis using finite element method are explained.
12	日	幾何学的非線形解析	幾何学的非線形解析を説明する。
	英	Large deformation analysis	Fundamentals of large deformation analysis are explained.
13	日	接触解析	接触解析の考え方を説明する。
	英	Contact problem	Fundamentals of contact problem are explained.

14	日	構造最適化法	有限要素法と界面追跡法を用いた構造最適設計化法の計算結果を紹介する。
	英	Optimum design method	Optimum design using finite element and interface tracking methods is introduced.
15	日	総括及び試験	本授業全体の統括を行い、理解度を確認するための試験を行う。
	英	Review and test	Review and test.

履修条件 Prerequisite(s)	
日	
英	

授業時間外学習（予習・復習等） Required study time, Preparation and review	
日	材料力学を理解しておくこと。
英	Understand fundamental points of strength of materials.

教科書／参考書 Textbooks/Reference Books	
日	<p>必要に応じてプリントを配布する。</p> <p>弾性有限要素解析の参考書：有限要素法入門，三好俊郎，培風館。</p> <p>弾塑性有限要素解析の参考書：弾塑性力学の基礎と応用，富田佳宏，森北出版。</p> <p>幾何学的非線形有限要素解析の参考書：数値弾塑性力学，富田佳宏，養賢堂。</p> <p>界面追跡法の参考書：フェーズフィールド法，高木知弘・山中晃徳，養賢堂。</p>
英	Required documents are distributed in the class.

成績評価の方法及び基準 Grading Policy	
日	全ての講義内容が関連した構成となっているため出席を重視し、必要に応じて授業中に演習もしくは小テストを行う。また、授業最終回に試験を行う。成績は演習と小テストを30%、試験を70%とし、合計が60%以上を合格とする。
英	Final examination 70% + small tests/reports 30% = 100%

留意事項等 Point to consider	
日	S : R : I = 3 : 4 : 3
英	S : R : I = 3 : 4 : 3