

2025 年度シラバス

科目分類/Subject Categories			
学部等/Faculty	/工 芸 学 部 : /School of Science and Technology	今年度開講/Availability	/有 : /Available
学域等/Field	/設 計 工 学 域 : /Academic Field of Engineering Design	年次/Year	/2 年次 : /2nd Year
課程等/Program	/機械工学課程・課程専門科目 : /Specialized Subjects for Undergraduate Program of Mechanical Engineering	学期/Semester	/後学期 : /Second term
分類/Category	/ : /	曜日時限/Day & Period	/月 4 : /Mon.4

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	12321403			
科目番号 /Course Number	12360104			
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	有限要素法 : Finite element method			
担当教員名 / Instructor(s)	/坂根 慎治 : SAKANE Shinji			
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	B_ME3410			

授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course	
日	これまで習得した材料力学の知識を発展・応用させ、有限要素法による構造解析を行うための基礎知識を身に付けることを目的とする。まず、ばね構造とトラス構造のマトリクス解析により、有限要素解析の手順を理解する。次に、有限要素方程式の導出のために必要な、つり合い方程式、ひずみ-変位関係式、応力-ひずみ関係式、仮想仕事の原理の導出を行う。これらの支配方程式を平面問題において整理し、三角形要素を用いた有限要素方程式の導出を行う。
英	The aim of this course is to acquire an ability of the fundamental knowledge to perform stress analyses by finite element method. First, the procedure of finite element analysis is lectured through the matrix analyses for 1D spring systems and 2D Truss structures. Next, the governing equations of elastic body, or equilibrium equation, strain-displacement relations, stress-strain relations, and the principle of virtual works, are derived. Finally, the finite element equation for a two-dimensional triangular element is derived.

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	ばね・トラス構造のマトリクス解析を行うことができる。 弾性体の支配方程式を理解する。 仮想仕事の原理を用いた有限要素方程式の導出過程を理解する。
英	To perform the matrix analyses for 1D linear spring systems and 2D Truss structures. To understand the governing equations for elastic body. To understand the derivation of finite element equation based on the principle of virtual works.

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	仮想仕事の原理を用いた有限要素方程式の導出過程を理解する。 弾性体の支配方程式を理解する。 ばね・トラス構造のマトリクス解析を行うことができる。 ばね・トラス構造のマトリクス解析を行うことができない。
英	There is an understanding of derivation process of finite element equation using a principle of virtual works. There is an understanding of governing equations for an elastic body. There is an ability to perform the matrix analyses for 1D linear spring systems and 2D Truss structures. There is no ability to perform the matrix analyses for 1D linear spring systems and 2D Truss structures.

授業計画項目 Course Plan			
No.		項目 Topics	内容 Content
1	日	ガイダンス	「材料力学ⅠⅡ及び演習」と「材料力学Ⅲ」および「弾性学」などの科目との関連性および有限要素法による実際の構造解析との関連性の説明。
	英	Guidance	What is Finite Element Method (FEM)?
2	日	ばね構造解析の基礎	ばね構造解析を通してマトリクス解析の流れ（要素剛性マトリクスの作成，全体剛性マトリクスの作成，境界条件の導入，連立一次方程式の解法，変位からひずみ・応力の計算）を理解する。
	英	Fundamentals of analysis for 1D linear spring systems	Procedure of the matrix analysis (element stiffness matrices, global stiffness matrix, boundary conditions, computation of displacements by solving linear equation, and computation of stresses and strains) are explained through one-dimensional analyses of
3	日	ばね構造解析とトラス構造解析の基礎	幾つかのばね構造解析を行う。また，トラス要素の要素剛性マトリックスを導出し2次元問題における考え方を整理する。
	英	Analyses for 1D linear spring systems	Some structure analyses are performed for the spring structures. The element stiffness matrix for a two-dimensional Truss element is also derived.
4	日	トラス構造解析	トラス構造解析を行い，2次元問題における要素剛性マトリックスと全体剛性マトリックスの関係，および境界条件の設定方法について説明する。
	英	Analyses for Truss structures	Two-dimensional Truss structure analyses are carried out.
5	日	仮想仕事の原理によるばね要素の要素剛性方程式	仮想仕事の原理を用いることでばね要素の要素剛性方程式を導出し，以降の授業内容の目的を理解する。
	英	Derivation of element stiffness equation of a spring element	Derivation of element stiffness equation of a spring element
6	日	変位・ひずみ・応力	変位，ひずみ，応力の定義とテンソル表記を説明する。
	英	Deformation, strain, and stress	Displacement, strain, and stress.
7	日	弾性体の支配方程式(1)	「つり合い方程式（平衡方程式）」と「ひずみ－変位関係式」を導出する。
	英	Governing equations of linear elasticity (1)	Equilibrium equations and strain-displacement relations are derived.
8	日	弾性体の支配方程式(2)	「応力－ひずみ関係式（構成式）」を導出する。また，幾何学的境界条件と力学的境界条件を説明する。
	英	Governing equations of linear elasticity (2)	Stress-strain relations are derived. In addition, boundary conditions are explained.
9	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」を導出し，弾性体の支配方程式との関係を説明する。
	英	Principle of virtual works	The principle of virtual works to derive the finite element equation is explained.
10	日	平面問題	平面応力問題と平面ひずみ問題における弾性体の支配方程式と仮想仕事の原理式を導出する。
	英	Plane problems	Two-dimensional plane stress and plane strain problems.
11	日	有限要素方程式（1）	三角形要素を用いた変位関数と形状関数および「ひずみ－節点変位関係」の導出を行う。
	英	Finite element equation (1)	Strain-nodal displacement relations are derived from the displacement function in a triangular element.

12	日	有限要素方程式（２）	「仮想仕事の原理」「ひずみ－節点変位関係」「応力－ひずみ関係」を用いて有限要素方程式を導出する。
	英	Finite element equation (2)	Deriving the finite element equation from the principle of virtual works, strain-displacement relations, and stress-strain relations.
13	日	有限要素解析の基礎	基本的な有限要素解析例を紹介し、材料力学による解との比較や近似解法であるがための問題点などの説明を行う。
	英	Fundamentals of finite element analyses	Fundamentals of finite element analyses.
14	日	有限要素解析の実際	実際の有限要素解析例を紹介し、研究や設計における CAE の重要性を説明する。
	英	Finite element analyses	Practical finite element analyses and CAE.
15	日	総括及び試験	授業のまとめと有限要素法に関する試験。
	英	Review and examination	Review

履修条件 Prerequisite(s)		
日	「材料力学Ⅰ及び演習」「材料力学Ⅱ及び演習」「線形代数学Ⅰ」「線形代数学Ⅱ」「基礎解析Ⅰ」「基礎解析Ⅱ」「基礎解析Ⅲ」「数学演習Ⅱ」の履修が強く望まれる。	
英	Fundamentals of mathematics and strength of materials are required.	

授業時間外学習（予習・復習等） Required study time, Preparation and review		
日	材料力学の初歩的事項を理解しておくこと。本講義に対しては、67.5 時間の予復習に充てる自己学習時間が必要である。	
英	67.5 hours of self-study for preparation and review is required.	

教科書／参考書 Textbooks/Reference Books		
日	Moodle に必要な資料を掲載。	
英	You can see the required documents in Moodle.	

成績評価の方法及び基準 Grading Policy		
日	期末試験 70%，授業時の小テストとレポート 30%として評価し、その合計点が 60 点以上を合格とする。	
英	Final examination 70% + small tests/reports 30% = 100%	

留意事項等 Point to consider		
日	学習・教育目標の B(3)(a)に対応する科目であり、達成度評価の対象である。	
英		