Course number	U-LAS10 10013 LJ55		
Course title (and course title in English)	自然現象と数学 Mathematical Description of Natural Phenomena	Instructor's name, job title, and department of affiliation	Graduate School of Energy Science Professor,HAMA TAKAYUKI Graduate School of Engineering Associate Professor,ASADA YASUHIRO

Group	Natural Sciences	Field(Classification)	Mathematics(Foundations)

Language of instruction	Japanese	Old group	Group B	Number of credits	2

Number of weekly time blocks	1	Class style	Lecture (Face-to-face course)	Year/semesters	2026・First semester

Days and periods	Tue.3	Target year	Mainly 1st year students	Eligible students	For science students

[Overview and purpose of the course]

近年の高等学校の数学教育カリキュラム改訂に伴い、高校の数学と大学に入ってから学ぶ数学との間に以前より大きなギャップが生じている。そのため、工学で必要となる対象の把握やその根底にある原理の把握がより困難ともなってきている。微分方程式による自然現象の把握と解析などはその重要な一例である。

このような事情を踏まえて、本科目ではまず高校の数学と大学の数学との間にある基本的な考え方や手法の差を埋めることを目的とし、さらに工学に現れる現象がいかに微分方程式を用いて有用に記述、解析され得るかを説明する。

地球工学科では１年生配当の地球工学総論、２年生配当の地球工学基礎数理との関連を考慮しながら、ベクトルや行列を中心とする線形代数学の考え方と応用、微分積分学の基礎となる概念、代表的な微分方程式の解き方、身近な現象を用いた微分方程式、数値解析の考え方に言及する。

これらの学習を通して、大学の数学や将来において専門課程で学ぶ種々の現象のモデル化手法の基礎を理解する。

The revision of the middle- and high-school curricula in recent years has caused a little wide gap between the mathematics taught in high school and studied after entering the university. It has become difficult to acquire the objectives to apply mathematics required for engineering and the underlying principles, for example differential equations to analyze natural phenomena.

These circumstances have necessitated starting this lecture aiming to fill the gap in the fundamental thinking and in the theoretical application methodologies in mathematics from high-school to university. Differential equations are furthermore explained in this lecture in regard to usefully describe and analyze phenomena appearing in engineering.

This lecture in the Undergraduate School of Global Engineering considers the relation with the other two lectures, i.e.,“ Introduction to Global Engineering ”for the freshman and“ Mathematics for Global Engineering ”for the sophomore, and gives the fundamental concepts and the applications of linear algebra in terms of vectors and matrices, as well as those of infinitesimal calculus to solve principal differential equations, to describe common phenomena using differential equations and basic ideas of numerical simulations.

Students taking this class would understand the fundamentals of university mathematics and the methodologies to mathematically model various phenomena they are going to deal with in their specialized courses in the later years.

[Course objectives]

工学の立場から、「大学の数学」の学習方法について工学部教員が講義する新しい科目である。「微分積分学」や「線形代数学」に含まれる内容の工学的背景を理解し、さらに将来において専門課

Continue to 自然現象と数学(2)↓↓↓

程で学ぶ種々の現象のモデル化手法の基礎を理解する。

This lecture has been designed to give the freshman an idea to acquire "university mathematics" by the faculty of Engineering from the engineering point of view. In addition to helping students to understand the engineering background of the content of infinitesimal calculus and linear algebra, they understand the fundamentals to mathematically model various phenomena they are going to deal with in their specialized courses in the later years.

[Course schedule and contents)]

具体的な授業計画は以下のとおりである。
授業はフィードバックを含め全15回行う。

○微分方程式の基礎と解法 （２回）
現象の物理法則は、物理量の微小な増分Δyと Δxの関係として記述されることが多い。これを微分方程式という。これを解くことによって、物理現象を的確に予想することができる。ここでは、微分積分学の復習と基本的な微分方程式の解法について説明する。

○様々な物理現象と微分方程式の応用（５回）
様々な物理現象の解明に利用されている微分方程式（ロジスティック方程式、変数分離形微分方程式、線形１階微分方程式など）とその解法について説明する。
上記項目それぞれにつき、履修による達成度を確認する。

○平面のベクトルと行列（２回）
行列の考え方と基本的な演算について説明する。2次正方行列を用いて、平面の線形変換の例として原点回りの回転を学ぶとともに、変換の合成に行列の積が対応すること説明する。2次および3次正方行列の逆行列の求め方を説明する。

○材料力学の基礎（１回）
弾性変形の考え方や応力，ひずみ、応力－ひずみ関係など、後述するマトリクス変位法で用いる材料力学の基礎について説明する。

○マトリクス変位法（２回）
コンピュータシミュレーション技術の導入として、マトリクス変位法により弾性バネや１次元トラスで接続された構造物の変形を解析する方法を説明する。

○梁の引張変形：厳密解と数値解（２回）
弾性梁の引張変形に関する微分方程式を導出し、種々の境界条件下で厳密解を求める方法を説明する。続いて、梁をトラスの組み合わせで近似することで解を数値的に解く方法を説明する。数値解と厳密解の比較を通して、数値解析におけるモデル化が結果に及ぼす影響を講述する。
上記項目それぞれにつき、履修による達成度を確認する。

The detailed lecture plan follows hereafter (total 14 lectures, 1 feedback session).

・Fundamentals and solutions of differential equations (2 lectures)
The physical law of phenomena is often described as a relationship of two physical quantities between an

Continue to 自然現象と数学(3)↓↓↓

infinitesimal increment Δy against another infinitesimal increment Δx. This relationship is called a differential equation. It is possible to accurately predict the physical phenomenon using the differential equation. Here, we will review the basics of differential and integral calculus and explain the solution methods of basic differential equations.

・Various Physical Phenomena and Applications of Differential Equations (5 lectures)
We explain various types of differential equations (logistic equations, variable separation differential equations, first order linear differential equations, etc.) that are used to explain various physical phenomena and their solution methods.
The students' understanding of each topic will be assessed.

・Plane Vectors and Matrices (2 lectures)
We will introduce the concept of matrices and fundamental operations. Using 2x2 matrices, we will explore linear transformations of a plane, such as rotation about the origin, and demonstrate how matrix multiplication corresponds to the composition of transformations. Methods for finding the inverse of 2x2 and 3x3 matrices will be covered.

・Foundations of Mechanics of Materials (1 lecture)
This lecture will cover the foundational concepts in mechanics of materials that are essential for understanding the matrix displacement method. Topics will include elastic deformation, stress, strain, and the stress-strain relationship.

・Matrix Displacement Method (2 lectures)
We will delve into the matrix displacement method as a cornerstone of computer simulation. This method will be applied to analyze the deformation of structures composed of elastic springs and one-dimensional trusses.

・Tensile Deformation of Beams: Exact and Numerical Solutions (2 lectures)
We will derive the differential equation governing the tensile deformation of elastic beams and explore exact solutions under various boundary conditions. Subsequently, we will approximate the beam with a truss assembly and employ numerical methods to solve the problem. By comparing numerical and exact solutions, we will discuss the impact of modeling choices on the results of numerical analysis.
The students' understanding of each topic will be assessed.

[Course requirements]

None

[Evaluation methods and policy]

平常点（出席を含む）と中間試験、期末試験の成績を通して総合的に判断する。詳細は各講義で説明する。

The grade of the lecture will be given based on usual performance score (including attendance to class) and the results of the mid-term and final exams. Details will be explained by each lecturer.

[Textbooks]

テキストを使用する場合、担当教員が別途授業中に指示する。
Each lecturer specifies the textbooks to use in the class, if any.

Continue to 自然現象と数学(4)↓↓↓

自然現象と数学(4)

[References, etc.]

（References, etc.）
必要な場合、担当教員が別途授業中に指示する。
Each lecturer specifies the references, if necessary.

[Study outside of class (preparation and review)]

予習：「微分積分学」や「線形代数学」に関連する高校数学の基礎部分
復習：授業内容、演習課題

Preparation: Fundamentals of high school mathematics related to calculus and linear algebra.
Review: Class content, exercises

[Other information (office hours, etc.)]

[Essential courses]