

この講義について

配布日：6/4/2024 Version：1.1

担当教員：川平 友規（Kawahira, Tomoki；経済学研究科）

授業科目の概要（目的と到達目標，シラバスより）：「多様体（曲線や曲面の概念を高次元化したもの）」の基本事項と，その上での解析学について学びます．多様体（の定義），接空間，微分形式の概念に慣れ親しみ，ストークスの定理とその応用について理解することを目標とします．

講義日と授業内容（予定，あるいは希望）：

6 月 4 日	火 1	線形代数の復習
6 月 7 日	金 1	多変数微分積分学の復習
6 月 11 日	火 1	位相空間
6 月 14 日	金 1	多様体の定義
6 月 18 日	火 1	多様体の例
(6 月 21 日)	(金 1)	(休講)
6 月 25 日	火 1	接空間
6 月 28 日	金 1	ベクトル場 1
7 月 2 日	火 1	ベクトル場 2
7 月 5 日	金 1	リーマン計量
7 月 9 日	火 1	微分形式 1
7 月 12 日	金 1	微分形式 2
7 月 16 日	火 1	ストークスの定理 1
7 月 19 日	金 1	ストークスの定理 2

教科書および参考書：教科書は使用しません．講義資料（板書の pdf など）を manaba にて配布する予定です．また，より詳しく勉強したい人のために，自習用の参考書として以下のものをあげておきます．

- 松本幸夫 著，『多様体の基礎』，東京大学出版会
- 森田茂之 著，『微分形式の幾何学』，岩波書店

また，以下のページのノート（『多様体の基礎のキソ』）も参考になるかもしれません．

<https://www1.econ.hit-u.ac.jp/kawahira/courses/kiso.html>

出席とクイズ：毎週 Google Forms を用いたクイズ（小テスト）を出題します（出席を兼ねたレポート問題のようなもの．金曜に出題，火曜が締切）．URL は manaba の「コースニュース」から取得できます．

成績評価の方法：クイズ（30～50 %）と期末試験（レポート提出，50～70 %）．

質問受付：次の 3 つの方法で質問や問い合わせを受け付けます．

- 授業中や授業後の休み時間に直接質問する．
- クイズのコメント欄に質問を書く．
- 質問を手書きして写真を取り，pdf や jpeg 画像の形でメールに添付する．

よく使う記号など: 数の集合

- |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (1) $\mathbb{C}$ : 複素数全体 | (2) $\mathbb{R}$ : 実数全体  | (3) $\mathbb{Q}$ : 有理数全体 |
| (4) $\mathbb{Z}$ : 整数全体  | (5) $\mathbb{N}$ : 自然数全体 | (6) $\emptyset$ : 空集合    |

ギリシャ文字

- |                               |                   |                             |                             |                                   |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| (1) $\alpha$ : アルファ           | (2) $\beta$ : ベータ | (3) $\gamma, \Gamma$ : ガンマ  | (4) $\delta, \Delta$ : デルタ  | (5) $\epsilon$ : イプシロン            |
| (6) $\zeta$ : ゼータ             | (7) $\eta$ : エータ  | (8) $\theta, \Theta$ : シータ  | (9) $\iota$ : イオタ           | (10) $\kappa$ : カッパ               |
| (11) $\lambda, \Lambda$ : ラムダ | (12) $\mu$ : ミュー  | (13) $\nu$ : ニュー            | (14) $\xi, \Xi$ : クシー       | (15) $\omicron$ : オミクロン           |
| (16) $\pi, \Pi$ : パイ          | (17) $\rho$ : ロー  | (18) $\sigma, \Sigma$ : シグマ | (19) $\tau$ : タウ            | (20) $\upsilon, \Upsilon$ : ウプシロン |
| (21) $\phi, \Phi$ : ファイ       | (22) $\chi$ : カイ  | (23) $\psi, \Psi$ : プサイ     | (24) $\omega, \Omega$ : オメガ |                                   |

その他

- (1)  $\leq, \geq$  は  $\leq, \geq$  と同じ意味.
- (2)  $x \in X$  と書いたら, 「 $x$  は集合  $X$  に属する」すなわち「 $x$  は  $X$  の元」という意味.
- (3) 「 $\cdots$ をみたす  $X$  の元全体の集合」を  $\{x \in X \mid (x \text{ に関する条件})\}$  の形で表す. たとえば「 $\mathbb{N} = \{n \in \mathbb{Z} \mid n > 0\}$ 」
- (4)  $X \subset Y$  と書いたら, 「集合  $X$  は集合  $Y$  に含まれる」という意味.  $X \subseteq Y$ ,  $X \subseteqeq Y$  も同じ意味.
- (5)  $A := B$  と書いたら  $A$  を  $B$  で定義する, という意味. たとえば  $e := \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$ .
- (6) (文章 1) :  $\iff$  (文章 2) と書いたら, (文章 1) の意味は (文章 2) であることと定義する, という意味. たとえば「数列  $\{a_n\}$  が上に有界 :  $\iff$  ある実数  $M$  が存在して, すべての自然数  $n$  に対し  $a_n \leq M$ .」