

線形代数 3 の授業の進め方

2025年4月7日

授業担当：和久井道久（居室：第4学舎1号館教授棟2階）

- 1回の授業につき、前半約1時間を講義、後半約30分を演習問題の解答に当てます。
- 毎回、授業外学習課題(学習内容チェックシート・事前練習問題)と演習問題を出します。
- 授業の約1週間前を目処に授業プリントを

<http://www2.itc.kansai-u.ac.jp/~wakui/presen7.html>

にアップロードします。該当する授業日のプリントを各自でダウンロード・印刷してください。

- 該当する授業日の学習内容チェックシートを A4 サイズの用紙に印刷して、設問に答えてください。未解答がないように、また、解答は解答欄・解答枠内に収めなければなりません。守られていないシートを提出しても、未提出扱いになります。授業当日に持参してください。欠席などにより受け取れなかった場合には、自分で上記の URL から該当するチェックシートを印刷してください。
- 事前練習用問題が用意されています。学習内容チェックシートと同様に、事前練習用問題解答シートを A4 サイズの用紙に印刷して、授業開始までに自分の解答を記入し、ヒントと略解を参考に、自己添削を済ませておいてください。

授業時間内における注意

- 授業用アブストラクトを見る、ipad などのタブレット端末を使ってノートをとること以外での、授業中の（通話、ショート・メール、ゲーム、映像・音楽の視聴・配信、検索目的などでの）スマートフォンや ipod やウェアラブル端末などの電子機器の使用を禁止します。違反が発覚した場合にはその都度平常点に-1点を加算します。
- 授業中、大声を発したり、騒いだりするのは厳禁です。他者に話しかけてもいけません。質問があれば手を上げて知らせてください。最終回の授業までの間に、
 - ① 2度目に注意を受けた時点で、平常点はそれ以降加算されません。
 - ② 3度目に注意を受けた時点で、平常点は0点に確定されます。
- 各列最後尾の席は空けてください。

成績評価の方法

- 定期試験を100点満点で採点します。
- 学習内容チェックシートについては、課題をこなしたと認められたシートを1点として平常点に加算します。
- 授業の後半約30分で解く演習問題は、毎回2点満点で採点します。

- 学習内容チェックシートと演習問題の得点に、違反行為による加点を加えた合計が平常点です。**事前練習用問題解答シートは点数化しませんが、しっかり取り組んでおかないと、演習問題を時間内で解き終えることは困難です。**
- 平常点の合計を定期試験の得点に加えて、最終成績が決定されます。合計が60点に満たない場合は不合格です。

到達目標(シラバスより)

- 複素数体上の内積空間における様々な計算方法を習得する
- 随伴変換、ユニタリ変換の概念を理解する。
- ユニタリ変換、直交変換。エルミート変換、対称変換の標準形を知る。
- ユニタリ変換によりエルミート変換を対角化する方法を身につける。
- 2次形式を標準化する方法を身につけ、その幾何学的な意味を理解する。

学習内容チェックシートについて(詳しくは「線形代数3通信」No.1を参照)

- **チェックシートは、用紙に直接書き込んで、授業時に提出**してください。期限厳守です。提出されたシートは**次回に返却**します。
- **じっくり考えて、丁寧に書いて**ください。
- 「課題をこなした」と認められる宿題には**確認印**を押します。「課題をこなした」と認められない場合には、「**要再提出**」「**再提出不許可**」「**未提出扱い**」のいずれかになります。

返却されたチェックシートに、**赤の※のついた部分**があればそれは**修正を要する箇所**です。「要再提出」の印が押されている場合には、**修正箇所を消しゴムできれいに消してから、黒鉛筆または黒のシャープペンで書き直**してください。次回、持参して提出してください。

演習問題について

授業後半の30分程度で行う演習問題には、事前練習用問題の類似問題が出題されます。授業用アブストラクト、自筆のノートや事前練習用問題解答シート、教科書、参考書などを参照して構いませんが、他者と相談する、インターネット（LINE、メールなどを含む）を介して第三者に聞くなどの行為は許可しません。また、他者に自分の解答シートを見せたり、他者の解答シートを見てはいけません。**小テストのつもりで解いてください**。演習問題解答シートを配布しますので、それに解答を書きます。授業終了時に演習問題解答シートを提出してください。添削・採点して次回返却します。なお、演習問題の解答例は配布しません。

オフィスアワー・授業に関する問い合わせについて

この授業に関する質問をするためのオフィスアワーは、授業があった週の火曜日12時30分～13時30分です。私の研究室で対応します。

問題の質問以外の授業に関する問い合わせは、関大LMSのメッセージ機能を利用してください。発熱がある、**体調が思わしくないときには無理せずに**、関大LMSのメッセージ機能を利用して、**授業当日の10時までに欠席の連絡**をしてください。提出する予定だった「学習内容チェックシート」は、スキャナーで読み取るか、写真に撮ったのち(文字が鮮明に読めるように撮ってください)、pdfファイルに変換し、関大LMSのメッセージ機能に添付して授業開始時間までに送信すれば、受け付けます。ファイル名は「学籍番号_チェックシートのナンバー-checkLA3.pdf」のようにしてください。授業の中で出題される演習問題については加点の対象になりませんが、授業終了後すぐに問題をホームページに掲載しますので、それを演習問題解答シートに解いて、「学習内容チェックシート」と同じ要領でpdfファイルを作成して、授業日の20時までに送ってもらえれば、添削して次回返却します。

上で示した関大LMSを介する課題の提出は応急措置です。欠席が長期に渡る・頻繁である場合には、適用されません。

教科書と参考書

〈教科書〉

吉本武史、山崎丈明・著『線形代数学-理論・技法・応用-』学術図書, 2011年*

*ただし、授業計画に掲げられている項目が載っている線形代数の教科書であれば、上記に限らずどんなものでも構いません。

〈参考書〉

- ・ 三宅敏恒・著『線形代数学 初歩からジョルダン標準形へ』培風館, 2008年
- ・ 石井伸郎、川添充、高橋哲也、山口睦・共著『理工系新課程 線形代数 基礎から応用まで』培風館, 2004年
- ・ 川久保勝夫・著『線形代数学』日本評論社, 1999年
- ・ 二木昭人『基礎講義 線形代数学』培風館, 1999年
- ・ G. ストラング・著 (山口昌哉・監訳、井上昭・訳)『線形代数とその応用』産業図書, 1978年
- ・

予定している授業内容

第1回 内積空間	第8回 正規行列と正規変換
第2回 エルミート内積	第9回 正規変換の固有値と標準形
第3回 正規直交基底と正射影	第10回 実正規行列の標準形
第4回 グラム-シュミットの直交化法 と直交補空間	第11回 対称行列の直交行列による 対角化とその応用
第5回 近似問題への応用 —最小2乗近似—	第12回 2次曲線とその標準形
第6回 ユニタリ行列とユニタリ変換	第13回 2次曲面とその標準形
第7回 随伴行列と随伴変換	第14回 2次形式の定義とその行列表示
	第15回 2次形式の標準形

※授業の順番は必ずしも教科書とは一致しません。また、教科書で使われているものとは一部別の記号を使うことがあります。ご了承下さい。

単位について

「単位」は大学設置基準第21条で定められています。1単位とは45時間分の学習をしたことを意味します。多くの大学では、1学期間に1コマ90分の授業を履修すると2単位取得できることになっています。これは90時間の学習量に相当します。しかしながら、1学期間の授業回数は15なので、授業1回分を2時間とみなしても、 $2 \times 15 = 30$ 時間にしかありません。つまり、90時間のうち60時間は授業以外の時間の学習量に相当するわけです。これは**1回の授業につき4時間分の予習・復習が必要**になることを意味しており、このことを前提に大学の単位は作られているのです。

家での学び方

授業内容を理解するには**家で復習することが不可欠**です。復習する際には、必ず、**紙と筆記用具を用意**してください。教科書やノート、アブストラクトを単に眺めるだけでは、復習したことにはなりません。問題を解くときには、メモのような解答ではなく、**あとから読んでも思い出せるように、途中経過をきちんと紙に書く**ようにしましょう。また、すぐに参照したいページに目印として付箋を貼ったり、**プリントをスライド式バインダーやクリップなどで綴じる**など、情報を整理することも大切です。