

平成21年度第2回FDセミナー
単位制度の実質化シリーズ②

理系共通基礎科目における実践例
～ 線形代数 ～

小林 正典 (数理科学コース)
平成22年2月17日

線形代数とは

- 理系の基礎科目 (線形代数と微分積分)
 - 工学系では事実上の必修
- 多変数の1次式・2次式の扱い方を学ぶ



初回授業での説明事項(15分)

- 線形代数とは
- 講義の共通化
- 授業時間内の演習
- 授業時間外のサポート
- テキスト
- 評価方法
- 注意事項

講義の共通化

- シラバス
 - カリキュラム (講義内容・進度・授業方法)
 - 評価基準
- 資料
 - テキスト・演習問題・ホームページ
- サポート
 - オフィスアワー・Math Clinic・数学相談室
- 評価は各担当教員の責任で行う

授業時間内の演習

- 1コマ = 講義60分 + 演習30分 + 自宅学習
- その日の講義内容を身につける
- 教員とTAが巡回し、個別の質問に対応
- 毎週の授業参加が単位修得につながる
- 詳細な解答を後日、ホームページに掲示

授業時間外のサポート

- 毎日誰かの「オフィスアワー(OH)」がある
 - 数理科学コース全教員がOHを設定
- 毎週木曜にはTAによる「Math Clinic」がある
 - 共通化により質問・応答しやすい
- 平日6限の「数学相談室」も利用可能
 - 数電機GP(平成21～23年度)のTAが担当

テキスト

- シラバスに準拠しており、1回で1章
- 予復習には
 - 各章のまとめ
 - 章末問題(中央が試験レベル)
- 自宅学習のすすめ
 - 前提知識はあまり要求していない
 - テキストをすべて講義するわけではない

評価方法

- 期末試験40%+その他60%
その他=授業参加度、演習、レポート、試験
 - 標準は、授業参加度20%+中間40%+期末40%
 - 要するに、全出席+試験50%で合格
 - クラスによっては、期末試験100%との最大を取る
- 授業参加度(出席点)により、毎週の参加を促す。
 - 白紙は0点
- 中間・期末試験は、毎週の演習内容が基準
 - テキスト章末演習問題の真ん中レベル
 - 学習目標は明確

注意事項

- クラス指定科目である
 - 履修申請でクラスを間違えないこと!

オリエンテーション(教員向け)

- この説明を、担当者全員がせねばならない。
- 初回授業前に、教員ミーティングを行う。
 - 講義の進め方について説明と同意
- 共通化できる作業はコーディネータが行う。
 - 演習問題の作成、HPの更新、シラバスの作成、教科書の発注...

成果

- たいていの学生が、一定の計算力をつけて単位修得
 - 合格率9割程度、評定平均3.5程度
 - 試験問題の配点も明示されており公平性は高い
 - レベルは他大学に比較して低くない
 - 極端にできない学生は稀「やればできる」
- ただし学生がみな「分かっている」わけではない。
理論的骨格は弱いため、使わなければ忘れる。

まとめ:初回授業で伝えること

- 「きちんと教えるから、ちゃんとして来い」
 - 組織立てられたカリキュラム
 - しっかりとしたサポート体制
- 「やればできる」
 - 毎回出席し、まじめに準備すれば単位は取れる
- 学ぶことのご利益は年度の後半に例示する。
 - 最初に細かく言っても実感はわからない。

授業の工夫例

- 学習意欲を高めるため、応用例を紹介

(化学コースの場合)

- 分子軌道法によるブタジエンの π 電子の計算
- エタノールの代謝の離散モデル
- シクロヘキサンの椅子型・舟型の平衡状態
- カーボンナノチューブの構造と電気抵抗
- 電子雲とシュレーディンガー方程式
- ...

参考

1. 小林正典, 首都大学東京における理工系線形代数・微積分初等教育, 数学教育の会 2008年夏の集会, 平成20年9月13日

カリキュラム

- 第1回～第3回 行列の多項式
- 第4回～第5回 掃出法(連立一次方程式)
- 第6回～第8回 行列式
- 第9回～第10回 線形空間・基底
- 第11回～第12回 内積・外積
- 第13回～第15回 線形写像
- 第16回～第18回 固有値・固有ベクトル
- 第19回～第21回 ジョルダン標準形と応用
- 第22回～第24回 直交変換・2次形式

期末試験問題例

1. $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 \\ 4 & 5 & 2 & 2 \\ 3 & 1 & 0 & 3 \\ -2 & 5 & 0 & 3 \end{bmatrix}$ とする.
 - (1) 行列式 $|A|$ を計算せよ. (15点)
 - (2) $|A^2|$ はいくらか. (5点)
2. $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 5 & 3 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$, $b = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ とする.
 - (1) A の余因子行列 \vec{A} を求めよ. (10点)
 - (2) A^{-1} を求めよ. (10点)
 - (3) $Ax = b$ となるベクトル x を求めよ. (5点)
3. R^4 の部分空間 $W = \left\langle \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 2 \\ -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -2 \\ 2 \\ -4 \\ 2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 \\ 3 \\ -4 \\ 2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 2 \\ -1 \end{bmatrix} \right\rangle$ について次の問いに答えよ.
 - (1) W の次元と一組の基底を求めよ. (10点)
 - (2) $b = \begin{bmatrix} 1 \\ 5 \\ -4 \\ c \end{bmatrix}$ が W に属するとき, c を求めよ. (10点)
4. R^3 のベクトル $a_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}$, $a_2 = \begin{bmatrix} 3 \\ -2 \\ 5 \end{bmatrix}$, $a_3 = \begin{bmatrix} 5 \\ -5 \\ -3 \end{bmatrix}$ について次の問いに答えよ.
 - (1) a_1, a_2, a_3 にグラム・シュミットの直交化を備してできる R^3 の正規直交基底を求めよ. (15点)
 - (2) (1) で求めた正規直交基底に関する a_3 の成分表示を求めよ. (10点)
 - (3) 原点を通り a_1 と a_2 で張られる平面 α と点 a_3 との距離を求めよ. (10点)

線形代数 履修クラス指定表 (平成21年度)

学部・学科等名		募集人数	線形代数	
都市教養学部	人文・社会系	203	基礎線形代数A	
	法学系	203		
	経営学系	243		
	理工学系	数理学コース	40	aクラス
		物理学コース	45	
		化学コース	45	
		生命科学コース	50	
電気電子工学コース		40		
機械工学コース		40		
都市環境学部	地理環境コース	30	対象コース (約570名)	
	都市基盤環境コース	50		
	建築都市コース	60		
	分子応用科学コース	60		
システムデザイン学部	ヒューマンメカトロニクスシステムコース	61		
	情報通信システムコース	51		
	航空宇宙システム工学コース	51		
	経営システムデザインコース	50		
	インダストリアルアートコース	60		
健康福祉学部	看護学科	80		基礎線形代数A
	理学療法学科	40		
	作業療法学科	40		
	放射線学科	40	基礎線形代数B	
合計		1582		

標準的には1年次に履修

生命科学コース・インダストリアルアートコースは標準的には2年次

地理環境コースは線形代数または基礎線形代数A

都市政策コース, 自然・文化ツーリズムコースは入学時のコースに準ずる

線形代数 I (b, c, d, e, f, g)

クラス	時間	教室	担当教員	研究室	内線	メール(@tmu.ac.jp)	TA
線形代数 Ib	金曜3時限	1-201	黒田 茂	8-664	3162	kuroda	小椋 直樹
線形代数 Ic	水曜1時限	1-110	相馬 輝彦	8-625	3146	tsoma	白根 竹人
線形代数 Id	水曜1時限	1-210	間庭 正明	8-627	3163	mmaniwa	田中 覚
線形代数 Ie	水曜1時限	1-220	神島 芳宣	8-633	3142	kami	宮崎 隆史
線形代数 If	金曜3時限	1-210	小林 正典	8-670	3134	kobayashi-masanori	真瀬 真樹子
線形代数 Ig	金曜3時限	1-301	下村 明洋	8-631	3138	shimomur	佐藤 宏平

オフィスアワー

月曜日 5時限(16:20-17:50): 横田 (8-626)
 火曜日 4時限(14:40-16:10): 相馬 (8-625)
 火曜日 5時限(16:20-17:50): 小林 (8-670)
 水曜日 4時限(14:40-16:10): 神島 (8-633)
 水曜日 5時限(16:20-17:50): 間庭 (8-627)
 木曜日 4時限(14:40-16:10): Math Clinic(8号館6階エレベータホール)
 金曜日 4時限(14:40-16:10): 黒田 (8-664)
 金曜日 5時限(16:20-17:50): 下村 (8-631)

数電機G PのTAによる
 「数学相談室」も利用可能
 月～金6限 1 - 309

- 質問などあれば、上記の時間に自由に来てください(予約不要)。担当教員と異なる先生でも構いません。
- 木曜4時限は2名のTA(ティーチング・アシスタント)がじっくり質問に答えます。ぜひ活用してください！(ただし質問時間は厳守のこと)

- 履修申請のとき、クラスを間違えないように注意してください。
- 教科書:「線形代数 講義と演習」小林・寺尾著 培風館(できるだけ早く用意しておいてください。)

問題の解答(PDFファイル)(WEBに掲載します)

講義について

- 線形代数 I (b, c, d, e, f, g) は、6人の教員が共同で責任を持ちます。同一の教科書を用い、同じ進捗で進む予定です。
- 自分の頭を働かせ、手を動かして、問題を解く能力をつけることを目標とします。そのために、TAの協力を得て、毎回の授業の終わりの30分ほどを演習形式で行います。解く問題は基本的で易しい問題ですが、その問題を自分で解くことによって、その日の講義の内容のエッセンスを自分のものにするを目指します。解いている間に、TAと二人で机間巡回し、学生を助けたり、質問に答えたりします。解いた結果は授業の最後に提出してもらい、出席点とします。ただし、内容によっては(白紙など)評価しません。
- 成績は、期末試験40%とその他(授業参加度、演習、レポート、試験)60%で評価します。

講義予定

- 行列とその演算
- 正方行列
- 正則行列, 行列のブロック分割
- 連立1次方程式の解法(掃き出し法)
- 掃き出し法の応用
- 行列式とその性質
- 中間試験
- 余因子展開
- 行列の積の行列式, 行列式の逆行列・連立1次方程式への応用
- ベクトル空間
- 部分空間
- 計量ベクトル空間
- 空間ベクトル・外積
- 期末試験



平成21年度線形代数I,II (b~g) 担当教員打合せ メモ

日時:平成21年4月8日11時~11時30分 場所:8-610

講義方法について(連絡と確認)

- 学生配布プリント(ホームページに掲示)の通り.
- 毎週のプリントが解けるようにすることが共通目標です.
- 実際の講義の内容については各担当教員に任せられます.
- 一般的証明は、必ずしも付ける必要はありません。(勿論、付けるほうがよいこともあります.)
- テキストを講義ですべて消化する必要はありません。(時間的に難しい.) 自宅学習として読んでもらうことを念頭においてあります.
- プrintのレベルが合わない人に対しては、章末問題の最初の方(易しい)から後ろの方(難しい)を与えることもできます.

スケジュールについて(連絡と確認)

- 12回+中間試験+期末試験. これより少なくなる時は代講を立ててください.
- 今年度は、前期・後期、水曜・金曜とも12回+中間試験で終わりです.
- 試験問題については共通化の縛りは入れませんが、問題例は事前に配布します.
- プrintはメーリングリストで随時配布します.
- 試験の日程を確認(特に水曜の期末試験は微分積分と同じ日でよいかどうか)

配布プリント(オフィスアワー・連絡先など)(連絡と確認)

- 今年は木曜のMath Clinicが復活. ただし質問時間を厳守するよう指導してください.

TA業務について(連絡)

- 演習の名前のチェックはTAの仕事ですが、添削等は仕事ではありません. また、拘束時間は原則として演習の時間+プリントの出席チェックの時間です.
- 試験の際は出席チェックがないので、試験監督時間が拘束時間になります.
- 代筆を避けるため、プリントはTAの人に1枚ずつ手渡してもらいます. 遅刻者に対しては、渡した時刻を記入した例もあります.

その他(連絡)

- 最初の講義で、クラスまで確認して履修申請するよう指導してください.
- 最初の講義は連絡事項が多いため、演習問題は15分程度で十分なように作成します.
- 部屋の交代は、不都合があれば教務課へ.
- 成績評価基準について、期末試験40%という表現では学生は不十分と判断することがあります. 何点取れば単位がある、といったことまで言うとよいかもしれません.
- 前期と後期で担当者が交替する場合、後期の最初に改めて成績評価基準について詳しく確認してください.

配布資料:

- 学生配布プリント(HPのコピー)
- 献本(希望者のみ)
- 過去の問題(新規担当者のみ)