

❖ 科目名 Course Title			
線形空間入門			
❖ 担当教員 Instructor			
森田 英章			
❖ 開講学期 Semester	後期	❖ 対象学年 Year	1
❖ 履修可能人数 Capacity	10	❖ 単位数 Number of Credits	2
❖ 授業形態 Type of Class	講義		

❖ キーワード Key Words	
行列、連立一次方程式、線型空間、線型写像、線型独立、基底	
❖ 授業の目的 Course Objectives	
<p>学部1年前期の線型代数では、行列の演算や連立一次方程式の解法、さらには行列式や逆行列、そして場合によっては行列の対角化を学んだことと思う。要は行列の取り扱い方の初歩を身につけることが目的であった。この講義では、その次の段階として「行列とはそもそも何か」という問を主題とする。ここでは、「線型空間」から「線型空間」への「線型写像」に対して、「線型空間」に「基底」を定めることにより、考えている「線型写像」を具体的に扱うための道具として、行列は理解されることになる。</p> <p>ただし、イロハの段階とは異なり、具体的な計算のみで講義を進めることは、もはや不可能な段階に入る。ある程度抽象的な、あるいは代数的な議論にも触れざるを得ない。可能限り具体的な計算に基づき講義を進めていく予定ではあるが、大学入学後の早い段階で本格的な抽象論にもなじむことが、この講義のねらいでもある。</p> <p>前期での線型代数を乗り越え、かつ抽象的な議論にも興味を持つ学生諸君は、受講されてみられればよろしいと思う。前期の線型代数が不合格であった諸君は、前期の線型代数を再履修し単位取得の後に、来年度受講されることを勧める。また、前期の線型代数の内容の修得にモチベーションを保つことが出来なかった学生さんにとっても、この講義を選択することは精神的に有害となる可能性が大きい。この講義の内容を理解するのに必要とされる能力は、行列の演算、連立一次方程式を解く、行列式の計算、逆行列の計算、以上を自信をもって行うことができることである。加えて抽象論への「憧れ」をお持ちであれば、なおのこと望ましい。</p> <p>将来数理系の分野に進むことを考えている学生さん、あるいは教員免許(数学)の取得を目指している学生さん、さらには数学に限らず理数系の大学院進学を念頭においている学生さんにとっては、この講義(で扱う内容)に触れておくことを強く勧める。</p>	
❖ 授業概要 Course Description	
<p>教科書は各大学で用いたものでよい。また下に参考書も指定したが、授業の進め方はそれらとほぼ独立した形でおこなう。従って、毎回の演習では各自のノートが頼りとなる。自分でとった情報を自分で活用することに慣れてほしい。二つ目は、ノートを素早くとる習慣を身につけることである。大学の講義での板書はおおむね早い。そのなかで、使えるノートを的確に作製するための自らのワザを形成してもらいたい。最後は、文献を自力で読み進めることに慣れる事である。各自、手元の教科書の授業内容に該当する部分は常に読んでおいてもらいたい。</p>	
❖ 到達目標 Course Goals	
<p>(1) 線型空間の議論、特に基底の概念をよく理解し、与えられた条件から部分空間の基底を求めることができる。</p> <p>(2) 線型空間に基底が与えられているとき、線形写像を行列で表すことができ、また像や核を求めることができる。</p> <p>(3) 線形変換の固有値・固有ベクトルを求めることができる。</p> <p>(4) 行列の対角化ができる。</p>	

<p><b>❖ 授業計画 Course Schedule</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 数ベクトル空間</li> <li>2. 線型空間の公理</li> <li>3. 線型空間の基底</li> <li>4. 線形写像とその行列</li> <li>5. 固有値と固有ベクトル</li> <li>6. 対角化</li> </ol> <p>以上の各話題を、1～3回の授業で論じていく。 各回には各自の理解を深めるための演習がつく。 提出期限は出題回の次回の講義終了時を標準とする。 実際の内容に入る前に、一回ガイダンスを行う。 そこで、講義・演習、試験およびその採点、 単位取得に関する注意点、以上3点についての概要を述べる。</p>
<p><b>❖ 成績評価 Grading System</b></p> <p>成績評価には定期試験と演習を用いる。 定期試験60%、演習点40%で評価し、100点満点中60点以上を合格とする。 各到達度目標は、これら定期試験・演習を通じて評価される。 受講者数に応じて中間試験を行う場合もある。 その際は、中間試験30%、定期試験50%、演習点20%で評価する。 再試験等は一切行わない。受講者は、自己のスケジュール管理と体調管理に万全を期すこと。</p> <p>合格のための必要条件は、 1：定期試験を受験すること。 2：演習を10回ほど行うが、そのうち8回以上提出すること。 3：履修者名簿に氏名が記載されていること。 以上の3点である。</p> <p>特に必要条件3については、 受講者自身の責任で確実に登録を行い、事務的な不備を自ら拝すること。 この点に関して教員からの救済は一切期待できない。</p>
<p><b>❖ テキスト Textbooks</b></p> <p>特に指定はしない。各大学で用いられた線型代数の教科書を用いられるとよい。 ただし、室蘭工業大学で用いられる桂田他著「線形代数」(学術図書出版)を手元に置かれると便利であろう。</p>
<p><b>❖ 参考書 Reading List</b></p> <p>桂田・竹ヶ原・長谷川・森田著「線形代数」(学術図書出版)</p>
<p><b>❖ 準備学習 Homework</b></p>
<p><b>❖ オフィスアワー Office Hour</b></p>
<p><b>❖ 連絡先 (E-mail) E-mail</b></p> <p>morita@mmm.muroran-it.ac.jp</p>
<p><b>❖ 質問・相談への対応方法 Contact Information</b></p> <p>講義・演習中であれば随時質問を受け付ける。 それ以外の場合は電子メールを利用していただきたい。</p>

#### ❖履修上の注意Notes

この講義ではほぼ毎回演習がつく。話を聞いて理解することと、自分で実際にそれを実行することの間には壁がある。この壁を乗り越えることが、演習の主な目的である。それ以外に、講義では拾いきれない細かい話題や、後に出てくる話題の動機付けも演習の中で扱われる。

以下、演習についての注意点を挙げておく：

- ・演習問題は大きくI、II、IIIの三種類の問題群が用意されている。それを各自解答を作成して提出する。I、II、IIIそれぞれいくつかの小問で構成されている。
- ・Iの問題群は、講義中に取り扱われた例題に準じた問題である。ノートを見ながらやれば、確実に解答できる。
- ・IIの問題群は、Iの問題群に計算的側面で若干の負荷をかけたもの、および話の流れの都合、あるいは時間的制約で授業中には扱えなかった諸事実を問題の形で提示したものが並ぶ。
- ・IIIの問題群は、理論的側面に重点をおいた問題や、将来の展開に対する動機付けを与える問題などが並ぶ。
- ・Iの問題群を完全に解決していない答案、および日付欄に出題日が記載されていない答案は、提出物として認めない。
- ・提出期限は、出題回の次回の講義の終了時を標準とする。ただし、より完成度を高めたい場合に限り、提出期限延長を認める。その際は、講義終了時の延長申請を通じ、私に一言断る事。
- ・各提出物には、内容によりS、A、B、Cの評価が与えられる。Sは6点、Aは4点、Bは2点、Cは0点に換算され、その合計が演習点となる。ただし、40点をもって演習点の上限と定める。
- ・Iの問題群を完全に解決している提出物は、B評価を得る資格を有する。ただし、その内容によっては評価が下がる場合がある。
- ・IIの問題群を完全に解決している提出物は、A評価を得る資格を有する。ただし、その内容によっては評価が下がる場合がある。
- ・IIIの問題群を完全に解決している提出物は、S評価を得る資格を有する。ただし、その内容によっては評価が下がる場合がある。
- ・提出期限を過ぎた提出物は、評価が下がる場合がある。

#### ❖備考Other Information

※「対象学年」と「単位数」は、科目提供大学における数字であり、受講大学に応じて異なるので、所属大学で確認してください。

※「履修可能人数」は、科目提供大学以外的人数であり、遠隔と対面それぞれの受講形態で履修できる人数を示しています。(例.5(遠隔), 5(対面):遠隔授業で5名, 対面授業で5名まで履修可能。)

※北海道大学の対面授業は、教室の収容人数によって履修できない場合があります。