

授業科目名 / Course Title	線形代数 B ( Aクラス ) / Linear Algebra B		
授業区分 / Regular or Intensive	週間授業	授業方法 / Lecture or Seminar	講義科目
開講学期 / Course Start	2023年度 / Academic Year 後期 / Second	対象学科 / Department	創造工学科
開講曜限 / Class period	月 / Mon 7 , 月 / Mon 8	授業科目区分 / Category	教育課程 創造工学科
必修・選択 / Mandatory or Elective	必修	時間割コード / Registration Code	J2005
対象学年 / Year	1年 , 2年 , 3年 , 4年	単位数 / Number of Credits	2単位
担当教員名 / Lecturer	竹ヶ原 裕元(システム理化学科数理情報システムコース)		
連絡先 ( 研究室、電話番号、電子メールなど ) / Contact	竹ヶ原 裕元(部屋番号 Q408 電話番号 46 - 5807 e-mail : yugen@muroran-it.ac.jp)		
オフィスアワー ( 自由質問時間 ) / Office hours	竹ヶ原 裕元(オフィスアワー 火曜日 13 : 00 から 15 : 30)		
実務経験 / Work experience			
授業のねらい / Learning Objectives	<p>数ベクトル全体の集まりは数ベクトル空間と呼ばれる。数ベクトル空間は一般的なベクトル空間の概念に抽象化され、数学のあらゆる分野で使われている。ベクトル空間の間の線形写像は行列で表すことができるという重要な事実がある。特に、ある数学的対象のなすベクトル空間 <math>V</math> の性質を調べるには、<math>V</math> 上の “よい” 線形変換の性質を調べるのが有効である。その際、対応する正方行列の固有値や固有ベクトルが重要な役割を果たす。また、内積をもつベクトル空間を内積空間というが、そこで得られる特別な行列は際立った性質を有するので広範に用いられている。この講義では、ベクトル空間、線形写像、固有値・固有ベクトル、行列の対角化、内積空間等についての基礎を習得してもらうことをねらいとする。</p>		
到達度目標 / Outcomes Measured By:	<p>(1) ベクトル空間の議論、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。  (2) ベクトル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。  (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。  (4) 行列の対角化ができる。  (5) 内積空間において、正規直交基底を構成することができる。</p>		
授業計画 / Course Schedule	<p>総授業時間数 ( 実時間 ) : 22.5時間  教科書の第4章～第6章 ( 1年次前期科目「線形代数」の続き ) を解説する。</p> <p>第1回 ベクトル空間の定義  第2回 ベクトル空間の基底  第3回 ベクトル空間の次元  第4回 座標  第5回 基底の変換  第6回 部分空間  第7回 直和  第8回 線形写像  第9回 表現行列、中間試験  第10回 線形変換  第11回 固有値と固有ベクトル  第12回 行列の対角化  第13回 内積空間  第14回 グラム・シュミットの直交化法  第15回 対称行列の対角化  定期試験</p> <p>教科書の該当部分 ( 授業時間内に指示する ) を予め理解した上で 授業に参加すること。  各回の学修時間の目安は、事前・事後合わせて4時間必要です。</p>		
教科書 / Required Text	線形代数 ( 桂田英典・竹ヶ原裕元・長谷川雄之・森田英章 共著、学術図書出版社 ) ( ISBN:9784780606034 )		
参考書等 / Required Materials			
教科書・参考書に関する備考			
成績評価方法 / Grading Guidelines	<p>1 . 成績  到達度目標に対する評価は、中間試験、定期試験で、計算力及び理解度を計ることで行う。  中間試験40点満点、定期試験60点満点、合計100点満点で評価する。100点満点中60点以上が合格点である。</p> <p>2 . 試験採点基準  次の点を考慮して採点する。  (1) 定義をよく把握しているか  (2) 論理的な考察をしているか  (3) しっかりした手順で計算できているか</p> <p>3 . 各到達度目標の達成度は、第1回試験・期末試験で問題を出題して評価する。</p>		

履修上の注意 / Please Note

1. 【重要】試験についての注意（特に過年度生）
  - (1) 各試験の日程は、講義時、ビロティ掲示板等で事前に通知する。
  - (2) 試験は通常の講義時間外に行うこともある。
  - (3) ビロティ掲示板に掲載される情報に常々注意を払うこと。
2. 不合格の場合は再履修すること。
3. 休講、補講などに関しては、ビロティ 掲示板での掲示物の指示に従うこと。
4. 原則として欠席は認めない。授業への出席回数が6/7以上の者を成績評価対象者とする。
5. 再試験を行った場合は、60点以上を合格とし、成績は60点とする。

教員メッセージ / Message from Lecturer

学習・教育目標との対応 / Learning and Educational Policy

学生便覧「学習目標と授業科目との関係表」参照

関連科目 / Associated Courses

線形代数 A

実務経験のある教員による授業科目 / Course by professor with work experience

備考 / Notes

本科目は、文部科学省による数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）の認定に基づく、数理データサイエンス教育プログラムの教育科目として実施されます。数理基礎科目群に含まれ、数理科学の基盤的な内容を学びます。プログラム内容については、学生便覧の数理データサイエンス教育プログラムを参照してください。  
DSポイント：2ポイント

授業科目名 / Course Title	線形代数 B (Bクラス) / Linear Algebra B		
授業区分 / Regular or Intensive	週間授業	授業方法 / Lecture or Seminar	講義科目
開講学期 / Course Start	2023年度 / Academic Year 後期 / Second	対象学科 / Department	創造工学科
開講曜限 / Class period	水/Wed 9 ,水/Wed 10	授業科目区分 / Category	教育課程 創造工学科
必修・選択 / Mandatory or Elective	必修	時間割コード / Registration Code	J2006
対象学年 / Year	1年 ,2年 ,3年 ,4年	単位数 / Number of Credits	2単位
担当教員名 / Lecturer	竹ヶ原 裕元(システム理化学科数理情報システムコース)		
連絡先 (研究室、電話番号、電子メールなど) / Contact	竹ヶ原 裕元(部屋番号 Q408 電話番号 46 - 5807 e-mail : yugen@muroran-it.ac.jp)		
オフィスアワー (自由質問時間) / Office hours	竹ヶ原 裕元(オフィスアワー 火曜日13:00から15:30)		
実務経験 / Work experience			
授業のねらい / Learning Objectives	<p>数ベクトル全体の集まりは数ベクトル空間と呼ばれる。数ベクトル空間は一般的なベクトル空間の概念に抽象化され、数学のあらゆる分野で使われている。ベクトル空間の間の線形写像は行列で表すことができるという重要な事実がある。特に、ある数学的対象のなすベクトル空間 <math>V</math> の性質を調べるには、<math>V</math> 上の“よい”線形変換の性質を調べることが有効である。その際、対応する正方行列の固有値や固有ベクトルが重要な役割を果たす。また、内積をもつベクトル空間を内積空間というが、そこで得られる特別な行列は際立った性質を有するので広範に用いられている。この講義では、ベクトル空間、線形写像、固有値・固有ベクトル、行列の対角化、内積空間等についての基礎を習得してもらうことをねらいとする。</p>		
到達度目標 / Outcomes Measured By:	<p>(1) ベクトル空間の議論、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。  (2) ベクトル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。  (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。  (4) 行列の対角化ができる。  (5) 内積空間において、正規直交基底を構成することができる。</p>		
授業計画 / Course Schedule	<p>総授業時間数(実時間) : 22.5時間  教科書の第4章～第6章(1年次前期科目「線形代数」の続き)を解説する。</p> <p>第1回 ベクトル空間の定義  第2回 ベクトル空間の基底  第3回 ベクトル空間の次元  第4回 座標  第5回 基底の変換  第6回 部分空間  第7回 直和  第8回 線形写像  第9回 表現行列、中間試験  第10回 線形変換  第11回 固有値と固有ベクトル  第12回 行列の対角化  第13回 内積空間  第14回 グラム・シュミットの直交化法  第15回 対称行列の対角化  定期試験</p> <p>教科書の該当部分(授業時間内に指示する)を予め理解した上で 授業に参加すること。  各回の学修時間の目安は、事前・事後合わせて4時間必要です。</p>		
教科書 / Required Text	線形代数 (桂田英典・竹ヶ原裕元・長谷川雄之・森田英章 共著、学術図書出版社) (ISBN:9784780606034)		
参考書等 / Required Materials			
教科書・参考書に関する備考			
成績評価方法 / Grading Guidelines	<p>1. 成績  到達度目標に対する評価は、中間試験、定期試験で、計算力及び理解度を計ることで行う。  中間試験40点満点、定期試験60点満点、合計100点満点で評価する。100点満点中60点以上が合格点である。</p> <p>2. 試験採点基準  次の点を考慮して採点する。  (1) 定義をよく把握しているか  (2) 論理的な考察をしているか  (3) しっかりした手順で計算できているか</p> <p>3. 各到達度目標の達成度は、第1回試験・期末試験で問題を出题して評価する。</p>		

履修上の注意 / Please Note

1. 【重要】試験についての注意（特に過年度生）
  - (1) 各試験の日程は、講義時、ピロティ掲示板等で事前に通知する。
  - (2) 試験は通常の講義時間外に行うこともある。
  - (3) ピロティ掲示板に掲載される情報に常々注意を払うこと。
2. 不合格の場合は再履修すること。
3. 休講、補講などに関しては、ピロティ掲示板での掲示物の指示に従うこと。
4. 原則として欠席は認めない。授業への出席回数が6/7以上の者を成績評価対象者とする。
5. 再試験を行った場合は、60点以上を合格とし、成績は60点とする。

教員メッセージ / Message from Lecturer

学習・教育目標との対応 / Learning and Educational Policy

学生便覧「学習目標と授業科目との関係表」参照

関連科目 / Associated Courses

線形代数 A

実務経験のある教員による授業科目 / Course by professor with work experience

備考 / Notes

本科目は、文部科学省による数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）の認定に基づく、数理データサイエンス教育プログラムの教育科目として実施されます。数理基礎科目群に含まれ、数理科学の基盤的な内容を学びます。プログラム内容については、学生便覧の数理データサイエンス教育プログラムを参照してください。  
DSポイント：2ポイント

授業科目名 / Course Title	線形代数 B (Cクラス) / Linear Algebra B		
授業区分 / Regular or Intensive	週間授業	授業方法 / Lecture or Seminar	講義科目

<p>開講学期 / Course Start</p>	<p>2023年度 / Academic Year 後期 / Second</p>	<p>対象学科 / Department</p>	<p>建築社会基盤系学科 / Department of Civil Engineering and Architecture, 建築社会基盤系学科 建築社会基盤系学科 / Department of Civil Engineering and Architecture Department of Civil Engineering and Architecture, 建築社会基盤系学科 建築学コース / Department of Civil Engineering and Architecture Course of Architecture and Building Engineering, 建築社会基盤系学科 土木工学コース / Department of Civil Engineering and Architecture Course of Civil Engineering, 機械航空創造系学科 / Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering, 機械航空創造系学科 機械航空創造系学科 / Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering, 機械航空創造系学科 機械システム工学コース / Department of Mechanical Engineering Course of Mechanical Systems Engineering, 機械航空創造系学科 機械システム工学コース 機械科学トラック / Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering Course of Mechanical Systems Engineering 機械科学トラック, 機械航空創造系学科 機械システム工学コース ロボティクストラック / Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering Course of Mechanical Systems Engineering ロボティクストラック, 機械航空創造系学科 航空宇宙システム工学コース / Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering Course of Aerospace Engineering, 応用理化学系学科 応用化学コース / Department of Applied Sciences Course of Applied Chemistry, 機械航空創造系学科 材料工学コース / Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering Course of Materials Science and Engineering, 応用理化学系学科 / Department of Applied Sciences, 応用理化学系学科 応用理化学系学科 / Department of Applied Sciences Department of Applied Sciences, 応用理化学系学科 バイオシステムコース / Department of Applied Sciences Course of Biosystem, 応用理化学系学科 応用物理コース / Department of Applied Sciences Course of Applied Physics, 情報電子工学系学科 / Department of Information and Electronic Engineering, 情報電子工学系学科 情報電子工学系学科 / Department of Information and Electronic Engineering Department of Information and Electronic Engineering, 情報電子工学系学科 電気電子工学コース / Department of Information and Electronic Engineering Course of Electrical and Electronic Engineering, 情報電子工学系学科 情報通信システム工学コース / Department of Information and Electronic Engineering Course of Information Engineering, 情報電子工学系学科 情報システム学コース / Department of Information and Electronic Engineering Course of Computer Systemics, 情報電子工学系学科 コンピュータ知能学コース / Department of Information and Electronic</p>
----------------------------	---	--------------------------	---

Intelligence, 創造工学科 / Department of Engineering, 創造工学科創造工学科 / Department of EngineeringDepartment of Engineering, 創造工学科建築土木工学コース / Department of EngineeringCourse of Architecture and Civil Engineering, 創造工学科建築土木工学コース建築学トラック / Department of EngineeringCourse of Architecture and Civil EngineeringArchitecture and Building Engineering Track, 創造工学科建築土木工学コース土木工学トラック / Department of EngineeringCourse of Architecture and Civil EngineeringCivil Engineering Track, 創造工学科機械ロボット工学コース / Department of EngineeringCourse of Robotics and Mechanical Engineering, 創造工学科航空宇宙工学コース / Department of EngineeringCourse of Aerospace Engineering, 創造工学科電気電子工学コース / Department of EngineeringCourse of Electrical and Electronic Engineering, システム理化学科 / Department of Sciences and Informatics, システム理化学科システム理化学科 / Department of Sciences and InformaticsDepartment of Sciences and Informatics, システム理化学科物理物質システムコース / Department of Sciences and InformaticsCourse of Physics and Materials Sciences, システム理化学科化学生物システムコース / Department of Sciences and InformaticsCourse of Chemical and Biological Systems, システム理化学科数理情報システムコース / Department of Sciences and InformaticsCourse of Mathematical Science and

開講曜限 / Class period	火/Tue 3 ,火/Tue 4	授業科目区分 / Category	教育課程 創造工学科
必修・選択 / Mandatory or Elective	必修	時間割コード / Registration Code	J2007
対象学年 / Year	1年 ,2年 ,3年 ,4年	単位数 / Number of Credits	2単位
担当教員名 / Lecturer	長谷川 雄之(システム理化学科数理情報システムコース)		
連絡先(研究室、電話番号、電子メールなど) / Contact	長谷川 雄之(Q413 yuji@muroran-it.ac.jp 緊急連絡に限る。件名に必ず学籍番号・氏名を記し、「学籍番号@muroran-it.ac.jp」から送信すること。)		
オフィスアワー(自由質問時間) / Office hours	長谷川 雄之(2023年度前期:火曜16:15~17:45 2023年度後期:火曜16:15~17:45)		
実務経験 / Work experience			
授業のねらい / Learning Objectives			
<p>n次の数ベクトル全体の集合はn次元数ベクトル空間と呼ばれる。数ベクトル空間は一般的なベクトル空間の概念に抽象化され、数学のあらゆる分野で使われている。ベクトル空間の間の線形写像は行列で表すことができるという重要な事実がある。特に、ある数学的对象のなすベクトル空間Vの性質を調べるには、V上の“よい”線形変換の性質を調べることが有効である。その際、対応する正方行列の固有値や固有ベクトルが重要な役割を果たす。また、内積をもつベクトル空間を内積空間というが、そこで得られる特別な行列は際だった性質を有するので広範に用いられている。この講義では、ベクトル空間、線形変換、固有値・固有ベクトル、行列の対角化、内積空間等についての基礎を習得し、他分野への応用の土台を形成することをねらいとする。</p>			
到達度目標 / Outcomes Measured By:			
<p>(1) 同次連立1次方程式の解空間の構造が理解できる。  (2) 基底の概念の基礎を理解し、運用できる。  (3) 行列の固有値、固有空間を求めることができる。  (4) 行列が対角化できるための必要十分条件を理解する。与えられた行列が対角化可能かどうか判定し、対角化可能ならば対角化を実行することができる。  (5) ケーリー・ハミルトンの定理を理解し、応用できる。  (6) 数ベクトルの標準内積に関する正規直交系を構成することができる。  (7) 実対称行列における固有値・固有ベクトルの性質を理解し、直交行列を用いた対角化を実行することができる。</p>			
授業計画 / Course Schedule			

総授業時間数（実時間）：22.5時間

WeBWork等の教材を活用し、自習時間をしっかり確保して自発的に学習すること。  
1年次前期科目「線形代数A」の内容をよく理解していることが大前提となる。  
第1週の冒頭にこの科目に関するガイダンスを行う。  
順序が入れ替わったり、内容が若干変更になることもある。

1. 行列に関する復習
2. 行列の積とベクトルの1次結合
3. 同次連立1次方程式の基本解
4. 行列の積と階数
5. 固有値と固有ベクトル（定義と計算例）
6. 固有空間
7. 固有ベクトルの性質
8. 行列の対角化可能性の判定
9. 中間試験
10. 行列の上三角化
11. ケーリー-ハミルトンの定理
12. 内積
13. グラム-シュミットの直交化法
14. 実対称行列
15. 実対称行列の直交行列による対角化
16. 期末試験

各回の学修時間の目安は、事前・事後合わせて4時間。

#### 教科書 / Required Text

「固有値・固有ベクトルと行列の対角化」（青風舎）長谷川著（ISBN:9784902326666）  
「線形代数」（学術図書出版社）桂田・竹ヶ原・長谷川・森田 共著（ISBN:9784780606034）

#### 参考書等 / Required Materials

#### 教科書・参考書に関する備考

教科書欄に記載の2冊は、両方とも必要。  
（1年次前期科目「線形代数A」で使用したものと同一）  
この授業（線形代数B）は、主に「固有値・固有ベクトルと行列の対角化」をもとに進める。

#### 成績評価方法 / Grading Guidelines

1. 成績  
中間試験、期末試験はいずれも100点満点で採点する。  
合格基準は、次の(1)、(2)をともに満たすこととする。  
(1) (a)+(b)+(c) 60（左辺の合計の小数点以下は切捨て）  
(a) 中間試験の得点×0.4  
(b) 期末試験の得点×0.4  
(c) 演習点（20点満点）  
(2) 期末試験の得点 40
2. 試験採点基準  
次の点を考慮して採点する。  
(1) 定義をよく把握しているか  
(2) 論理的な考察をしているか  
(3) しっかりした手順で計算できているか
3. 各到達度目標の達成度は、中間試験・期末試験・演習で問題を出題して計算力及び理解度を計ることで評価する。

#### 履修上の注意 / Please Note

1. 出欠席等  
次の者は不履修となる（次年度に再履修）。  
・試験をひとつでも欠席した者  
・演習の際、指示に複数回従わなかった者  
・講義欠席回数が3回を超えた者  
  
講義欠席回数は、履修登録日によらず第1回授業から数える。また、病気・事故等のやむを得ない事情による欠席も欠席回数に含める。（長期入院などの場合は相談に応じることもある。）  
対面授業の際は、入室時にカードリーダーで学生証をかざして出席登録をすること。学生証忘れ等の場合、当日のこの授業の開始時または終了時に申し出ること（事後申告は不可）。  
居眠りや継続的な私語のほか、指示に従わない場合は欠席扱い（出席登録は取消）とする。
2. 再試験は行わない。
3. 【重要】授業および試験関係の情報配信についての注意  
授業や試験に関する情報は、講義時やMoodle（メール配信での一斉通知を含む）等で通知する。Moodleに掲載される情報およびメールで配信される情報には常々注意を払うこと。  
  
大学から付与されたメールアドレスに届くメールを、毎日こまめに（最低でも朝昼夜の3回）、Outlook on the Webで直接確認する。  
【メール転送設定している場合の注意事項】  
Moodleからの一斉配信メールが迷惑メールフォルダに入ったり、システムにブロックされたり、等の事象が生じたとしても、それによって被った不利益は救済の対象外である。
4. 試験欠席について  
本項目は病気・事故などやむを得ない事情による欠席を1週間以内に申し出た者に限り適用する。



申し出時に欠席事由を証明するもの（診断書等）の提示が必要である。なお、大学学務課あてにも必ず欠席届を提出すること。  
上記が満たされた場合に、追試験の対象とする。  
1週間経過後は無断欠席扱いとし、追試験等は一切行わない。

#### 5. 演習

WebWorkを用いる。演習時に指示があった場合は、その指示に従うこと。  
課題は締切までに提出すること。

#### 6. 補講期間の授業

補講期間として設定されている期間に行う授業も、通常授業である。  
（ただし、こちらから別途通知した場合は除く）

#### 教員メッセージ / Message from Lecturer

メールで連絡の際は、下記の点に留意願います。

- (1) 件名に学籍番号と氏名を記す。
- (2) 大学から付与されたメールアドレス（学籍番号@muroran-it.ac.jp）から送信する。

#### 学習・教育目標との対応 / Learning and Educational Policy

学生便覧「学習目標と授業科目との関係表」参照

#### 関連科目 / Associated Courses

線形代数 A（1年次前期）  
微分積分 A（1年次前期）  
微分積分 B（1年次後期）  
微分積分 C（2年次前期）

#### 実務経験のある教員による授業科目 / Course by professor with work experience

#### 備考 / Notes

本科目は、文部科学省による数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）の認定に基づく、数理データサイエンス教育プログラムの教育科目として実施されます。数理基礎科目群に含まれ、数理科学の基盤的な内容を学びます。  
プログラム内容については、学生便覧の数理データサイエンス教育プログラムを参照してください。  
DSポイント：2ポイント

授業科目名 / Course Title	線形代数 B (Dクラス) / Linear Algebra B		
授業区分 / Regular or Intensive	週間授業	授業方法 / Lecture or Seminar	講義科目

<p>開講学期 / Course Start</p>	<p>2023年度 / Academic Year 後期 / Second</p>	<p>対象学科 / Department</p>	<p>建築社会基盤系学科 / Department of Civil Engineering and Architecture, 建築社会基盤系学科 建築社会基盤系学科 / Department of Civil Engineering and Architecture Department of Civil Engineering and Architecture, 建築社会基盤系学科 建築学コース / Department of Civil Engineering and Architecture Course of Architecture and Building Engineering, 建築社会基盤系学科 土木工学コース / Department of Civil Engineering and Architecture Course of Civil Engineering, 機械航空創造系学科 / Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering, 機械航空創造系学科 機械航空創造系学科 / Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering, 機械航空創造系学科 機械システム工学コース / Department of Mechanical Engineering Course of Mechanical Systems Engineering, 機械航空創造系学科 機械システム工学コース 機械科学トラック / Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering Course of Mechanical Systems Engineering 機械科学トラック, 機械航空創造系学科 機械システム工学コース ロボティクストラック / Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering Course of Mechanical Systems Engineering ロボティクストラック, 機械航空創造系学科 航空宇宙システム工学コース / Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering Course of Aerospace Engineering, 機械航空創造系学科 材料工学コース / Department of Mechanical Aerospace and Materials Engineering Course of Materials Science and Engineering, 応用理化学系学科 / Department of Applied Sciences, 応用理化学系学科 応用理化学系学科 / Department of Applied Sciences Department of Applied Sciences, 応用理化学系学科 応用化学コース / Department of Applied Sciences Course of Applied Chemistry, 応用理化学系学科 バイオシステムコース / Department of Applied Sciences Course of Biosystem, 応用理化学系学科 応用物理コース / Department of Applied Sciences Course of Applied Physics, 情報電子工学系学科 / Department of Information and Electronic Engineering, 情報電子工学系学科 情報電子工学系学科 / Department of Information and Electronic Engineering Department of Information and Electronic Engineering, 情報電子工学系学科 電気電子工学コース / Department of Information and Electronic Engineering Course of Electrical and Electronic Engineering, 情報電子工学系学科 情報通信システム工学コース / Department of Information and Electronic Engineering Course of Information Engineering, 情報電子工学系学科 情報システム学コース / Department of Information and Electronic Engineering Course of Computer Systemics, 情報電子工学系学科 コンピュータ知能学コース / Department of Information and Electronic</p>
----------------------------	---	--------------------------	---

Intelligence, 創造工学科 / Department of Engineering, 創造工学科創造工学科 / Department of EngineeringDepartment of Engineering, 創造工学科建築土木工学コース / Department of EngineeringCourse of Architecture and Civil Engineering, 創造工学科建築土木工学コース建築学トラック / Department of EngineeringCourse of Architecture and Civil EngineeringArchitecture and Building Engineering Track, 創造工学科建築土木工学コース土木工学トラック / Department of EngineeringCourse of Architecture and Civil EngineeringCivil Engineering Track, 創造工学科機械ロボット工学コース / Department of EngineeringCourse of Robotics and Mechanical Engineering, 創造工学科航空宇宙工学コース / Department of EngineeringCourse of Aerospace Engineering, 創造工学科電気電子工学コース / Department of EngineeringCourse of Electrical and Electronic Engineering, システム理化学科 / Department of Sciences and Informatics, システム理化学科システム理化学科 / Department of Sciences and InformaticsDepartment of Sciences and Informatics, システム理化学科物理物質システムコース / Department of Sciences and InformaticsCourse of Physics and Materials Sciences, システム理化学科化学生物システムコース / Department of Sciences and InformaticsCourse of Chemical and Biological Systems, システム理化学科数理情報システムコース / Department of Sciences and InformaticsCourse of Mathematical Science and

開講曜限 / Class period	火/Tue 5 ,火/Tue 6	授業科目区分 / Category	教育課程 創造工学科
必修・選択 / Mandatory or Elective	必修	時間割コード / Registration Code	J2008
対象学年 / Year	1年 ,2年 ,3年 ,4年	単位数 / Number of Credits	2単位
担当教員名 / Lecturer	長谷川 雄之(システム理化学科数理情報システムコース)		
連絡先(研究室、電話番号、電子メールなど) / Contact	長谷川 雄之(Q413 yuji@muroran-it.ac.jp 緊急連絡に限る。件名に必ず学籍番号・氏名を記し、「学籍番号@muroran-it.ac.jp」から送信すること。)		
オフィスアワー(自由質問時間) / Office hours	長谷川 雄之(2023年度前期:火曜16:15~17:45 2023年度後期:火曜16:15~17:45)		
実務経験 / Work experience			
授業のねらい / Learning Objectives			
<p>n次の数ベクトル全体の集合はn次元数ベクトル空間と呼ばれる。数ベクトル空間は一般的なベクトル空間の概念に抽象化され、数学のあらゆる分野で使われている。ベクトル空間の間の線形写像は行列で表すことができるという重要な事実がある。特に、ある数学的对象のなすベクトル空間Vの性質を調べるには、V上の“よい”線形変換の性質を調べることが有効である。その際、対応する正方行列の固有値や固有ベクトルが重要な役割を果たす。また、内積をもつベクトル空間を内積空間というが、そこで得られる特別な行列は際だった性質を有するので広範に用いられている。</p> <p>この講義では、ベクトル空間、線形変換、固有値・固有ベクトル、行列の対角化、内積空間等についての基礎を習得し、他分野への応用の土台を形成することをねらいとする。</p>			
到達度目標 / Outcomes Measured By:			
<p>(1) 同次連立1次方程式の解空間の構造が理解できる。  (2) 基底の概念の基礎を理解し、運用できる。  (3) 行列の固有値、固有空間を求めることができる。  (4) 行列が対角化できるための必要十分条件を理解する。与えられた行列が対角化可能かどうか判定し、対角化可能ならば対角化を実行することができる。  (5) ケーリー・ハミルトンの定理を理解し、応用できる。  (6) 数ベクトルの標準内積に関する正規直交系を構成することができる。  (7) 実対称行列における固有値・固有ベクトルの性質を理解し、直交行列を用いた対角化を実行することができる。</p>			
授業計画 / Course Schedule			

総授業時間数（実時間）：22.5時間

WeBWork等の教材を活用し、自習時間をしっかり確保して自発的に学習すること。  
1年次前期科目「線形代数A」の内容をよく理解していることが大前提となる。  
第1週の冒頭にこの科目に関するガイダンスを行う。  
順序が入れ替わったり、内容が若干変更になることもある。

1. 行列に関する復習
2. 行列の積とベクトルの1次結合
3. 同次連立1次方程式の基本解
4. 行列の積と階数
5. 固有値と固有ベクトル（定義と計算例）
6. 固有空間
7. 固有ベクトルの性質
8. 行列の対角化可能性の判定
9. 中間試験
10. 行列の上三角化
11. ケーリー-ハミルトンの定理
12. 内積
13. グラム-シュミットの直交化法
14. 実対称行列
15. 実対称行列の直交行列による対角化
16. 期末試験

各回の学修時間の目安は、事前・事後合わせて4時間。

#### 教科書 / Required Text

「固有値・固有ベクトルと行列の対角化」（青風舎）長谷川著（ISBN:9784902326666）  
「線形代数」（学術図書出版社）桂田・竹ヶ原・長谷川・森田 共著（ISBN:9784780606034）

#### 参考書等 / Required Materials

#### 教科書・参考書に関する備考

教科書欄に記載の2冊は、両方とも必要。  
（1年次前期科目「線形代数A」で使用したものと同一）  
この授業（線形代数B）は、主に「固有値・固有ベクトルと行列の対角化」をもとに進める。

#### 成績評価方法 / Grading Guidelines

1. 成績  
中間試験、期末試験はいずれも100点満点で採点する。  
合格基準は、次の(1)、(2)をともに満たすこととする。  
(1) (a)+(b)+(c) 60（左辺の合計の小数点以下は切捨て）  
(a) 中間試験の得点×0.4  
(b) 期末試験の得点×0.4  
(c) 演習点（20点満点）  
(2) 期末試験の得点 40
2. 試験採点基準  
次の点を考慮して採点する。  
(1) 定義をよく把握しているか  
(2) 論理的な考察をしているか  
(3) しっかりした手順で計算できているか
3. 各到達度目標の達成度は、中間試験・期末試験・演習で問題を出題して計算力及び理解度を計ることで評価する。

#### 履修上の注意 / Please Note

1. 出欠席等  
次の者は不履修となる（次年度に再履修）。
  - ・試験をひとつでも欠席した者
  - ・演習の際、指示に複数回従わなかった者
  - ・講義欠席回数が3回を超えた者講義欠席回数は、履修登録日によらず第1回授業から数える。また、病気・事故等のやむを得ない事情による欠席も欠席回数に含める。（長期入院などの場合は相談に応じることもある。）  
対面授業の際は、入室時にカードリーダーで学生証をかざして出席登録をすること。学生証忘れ等の場合、当日のこの授業の開始時または終了時に申し出ること（事後申告は不可）。  
居眠りや継続的な私語のほか、指示に従わない場合は欠席扱い（出席登録は取消）とする。
2. 再試験は行わない。
3. 【重要】授業および試験関係の情報配信についての注意  
授業や試験に関する情報は、講義時やMoodle（メール配信での一斉通知を含む）等で通知する。Moodleに掲載される情報およびメールで配信される情報には常々注意を払うこと。  
大学から付与されたメールアドレスに届くメールを、毎日こまめに（最低でも朝昼夜の3回）、Outlook on the Webで直接確認する。  
【メール転送設定している場合の注意事項】  
Moodleからの一斉配信メールが迷惑メールフォルダに入ったり、システムにブロックされたり、等の事象が生じたとしても、それによって被った不利益は救済の対象外である。
4. 試験欠席について  
本項目は病気・事故などやむを得ない事情による欠席を1週間以内に申し出た者に限り適用する。

申し出時に欠席事由を証明するもの（診断書等）の提示が必要である。なお、大学学務課あてにも必ず欠席届を提出すること。  
上記が満たされた場合に、追試験の対象とする。  
1週間経過後は無断欠席扱いとし、追試験等は一切行わない。

#### 5. 演習

WebWorkを用いる。演習時に指示があった場合は、その指示に従うこと。  
課題は締切までに提出すること。

#### 6. 補講期間の授業

補講期間として設定されている期間に行う授業も、通常授業である。  
（ただし、こちらから別途通知した場合は除く）

#### 教員メッセージ / Message from Lecturer

メールで連絡の際は、下記の点に留意願います。

- (1) 件名に学籍番号と氏名を記す。
- (2) 大学から付与されたメールアドレス（学籍番号@muroran-it.ac.jp）から送信する。

#### 学習・教育目標との対応 / Learning and Educational Policy

学生便覧「学習目標と授業科目との関係表」参照

#### 関連科目 / Associated Courses

線形代数 A（1年次前期）  
微分積分 A（1年次前期）  
微分積分 B（1年次後期）  
微分積分 C（2年次前期）

#### 実務経験のある教員による授業科目 / Course by professor with work experience

#### 備考 / Notes

本科目は、文部科学省による数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）の認定に基づく、数理データサイエンス教育プログラムの教育科目として実施されます。数理基礎科目群に含まれ、数理科学の基盤的な内容を学びます。プログラム内容については、学生便覧の数理データサイエンス教育プログラムを参照してください。  
DSポイント：2ポイント

授業科目名 / Course Title	線形代数 B (Eクラス) / Linear Algebra B		
授業区分 / Regular or Intensive	週間授業	授業方法 / Lecture or Seminar	講義科目
開講学期 / Course Start	2023年度 / Academic Year 後期 / Second	対象学科 / Department	システム理化学科
開講曜限 / Class period	火/Tue 9 ,火/Tue 10	授業科目区分 / Category	教育課程 システム理化学科
必修・選択 / Mandatory or Elective	必修	時間割コード / Registration Code	J2052
対象学年 / Year	1年 ,2年 ,3年 ,4年	単位数 / Number of Credits	2単位
担当教員名 / Lecturer	森田 英章(システム理化学科数情報システムコース)		
連絡先 (研究室、電話番号、電子メールなど) / Contact	森田 英章(部屋番号 Q410 電話番号 5810 morita@muroran-it.ac.jp. )		
オフィスアワー (自由質問時間) / Office hours	森田 英章(水曜日 15 : 30 ~ 16 : 30)		
実務経験 / Work experience			
授業のねらい / Learning Objectives	<p>学部1年前期の線形代数では、行列の取り扱い方を学んだことと思うが、続編にあたるこの講義では、「そもそも行列とは何か」という問題を数学的見地から取り扱う予定である。すなわち、「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」をさだめることにより、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。そこでは、前期で導入した行列の和や積が、「線型写像」の「和」と「合成」に対応していることが理解されるし、同次連立一次方程式の解全体が、係数行列に対応する「線型写像」の「核」となることが理解されるであろう。その他モロモロ、前期で学んだ事柄が、抽象的な「線型空間」の枠組みのなかに昇華していく様子を目の当たりにすることになる。</p> <p>ただし、前期のように具体的な計算「のみ」で議論を進める事は、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。前期の線形代数が不合格であった諸君は、前期の線形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、前期の線形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>以上のことを念頭におき、選択する際には十分な覚悟をもって望んで頂きたい。ただし、大学院進学を念頭においている学生さんにとっては、この講義は「必修」と考えたほうがよいかもしれない。</p>		
到達度目標 / Outcomes Measured By:	<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>		
授業計画 / Course Schedule	<p>総授業時間数(実時間) : 22.5時間 教科書の第4章と第5章の内容である。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ガイダンス</li> <li>数ベクトル空間 II</li> <li>数ベクトル空間 III</li> <li>線型空間の公理 I</li> <li>線型空間の公理 II</li> <li>線型空間の公理 III</li> <li>中間試験</li> <li>線形写像とその行列 I</li> <li>線形写像とその行列 II</li> <li>線形写像とその行列 III</li> <li>固有値と固有ベクトル I</li> <li>固有値と固有ベクトル II</li> <li>固有値と固有ベクトル III</li> <li>.対角化 I</li> <li>対角化 II</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。 また途中、中間試験が入る。 授業参加に際しては、事前・事後合わせて4時間の学習が必要である。</p>		
教科書 / Required Text	線形代数、学術図書出版(学内限定)、桂田、竹ヶ原、長谷川、森田著(ISBN:9784780604672)		
参考書等 / Required Materials	<p>入門線形代数 三宅敏恒著 培風館 1991(ISBN:9784563002169) 線形写像と固有値 石川剛郎 [ほか] 共著 共立出版 1996(ISBN:4320015193) 斉藤正彦「線形代数入門」(東京大学出版)(ISBN:978413062001) 佐竹一郎「線型代数学」(裳華房)(ISBN:978478531301)</p>		

教科書・参考書に関する備考
授業中に適宜資料を配布する。
成績評価方法 / Grading Guidelines
<p>成績評価には中間試験・定期試験・演習を用いる。  中間試験20%、定期試験50%、演習30%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、これら中間試験・定期試験・演習を通して評価される。  ただし、受講者数によっては中間試験を行わない場合がある。  その場合は定期試験60%、演習40%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、</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1: 中間と定期の両方の試験を受験すること。</li> <li>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。</li> <li>3: 履修者名簿に指名が掲載されていること。</li> </ol> <p>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排すること。  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>また、不合格者は再履修すること。</p>
履修上の注意 / Please Note
<p>この授業では講義のあとに演習がつく。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。</p> <p>以下、演習についての注意点を挙げておく：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・演習問題は大きく分けて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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・提出期限は原則としてその次の授業までである。より完成度を高めたい場合に限り、提出期限の延長を認める。その際は、私に一言断る事。</li> <li>・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3点、Aは2点、Bは1点、Cは0点に換算され、それに一定の操作を加えて点数化する。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・提出期限を過ぎた提出物は、評価が下がる場合がある。</li> <li>・提出物は該当教室以外では受け取らない。</li> <li>・諸事の伝達は講義中または掲示板を通じて行う。</li> </ul>
教員メッセージ / Message from Lecturer
<p>分からないことがあれば質問すること。また、周囲の友人にも質問してみよ。学生同士の議論の方がむしろ効果的である場合が多い。断じて避けるべきは、わからない箇所に遭遇した際、自閉的にひたすら孤独の中で固まり続けることである。</p>
学習・教育目標との対応 / Learning and Educational Policy
学生便覧「学習目標と授業科目との関係表」参照
関連科目 / Associated Courses
線形代数(1年次前期必修科目)
実務経験のある教員による授業科目 / Course by professor with work experience
備考 / Notes
<p>本科目は、文部科学省による数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(リテラシーレベル)の認定に基づき、数理データサイエンス教育プログラムの教育科目として実施されます。数理基礎科目群に含まれ、数理科学の基盤的な内容を学びます。プログラム内容については、学生便覧の数理データサイエンス教育プログラムを参照してください。  DSポイント: 2ポイント</p>



授業科目名 / Course Title	線形代数 B (Fクラス) / Linear Algebra B		
授業区分 / Regular or Intensive	週間授業	授業方法 / Lecture or Seminar	講義科目
開講学期 / Course Start	2023年度 / Academic Year 後期 / Second	対象学科 / Department	システム理化学科
開講曜限 / Class period	水/Wed 5 ,水/Wed 6	授業科目区分 / Category	教育課程 システム理化学科
必修・選択 / Mandatory or Elective	必修	時間割コード / Registration Code	J2053
対象学年 / Year	1年 ,2年 ,3年 ,4年	単位数 / Number of Credits	2単位
担当教員名 / Lecturer	森田 英章(システム理化学科数情報システムコース)		
連絡先(研究室、電話番号、電子メールなど) / Contact	森田 英章(部屋番号 Q410 電話番号 5810 morita@muroran-it.ac.jp.)		
オフィスアワー(自由質問時間) / Office hours	森田 英章(水曜日 15:30 ~ 16:30)		
実務経験 / Work experience			
授業のねらい / Learning Objectives	<p>学部1年前期の線形代数では、行列の取り扱い方を学んだことと思うが、続編にあたるこの講義では、「そもそも行列とは何か」という問題を数学的見地から取り扱う予定である。すなわち、「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」をさだめることにより、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。そこでは、前期で導入した行列の和や積が、「線型写像」の「和」と「合成」に対応していることが理解されるし、同次連立一次方程式の解全体が、係数行列に対応する「線型写像」の「核」となることが理解されるであろう。その他モロモロ、前期で学んだ事柄が、抽象的な「線型空間」の枠組みのなかに昇華していく様子を目の当たりにすることになる。</p> <p>ただし、前期のように具体的な計算「のみ」で議論を進める事は、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。前期の線形代数が不合格であった諸君は、前期の線形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、前期の線形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>以上のことを念頭におき、選択する際には十分な覚悟をもって望んで頂きたい。ただし、大学院進学を念頭においている学生さんにとっては、この講義は「必修」と考えたほうがよいかもしれない。</p>		
到達度目標 / Outcomes Measured By:	<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>		
授業計画 / Course Schedule	<p>総授業時間数(実時間): 22.5時間 教科書の第4章と第5章の内容である。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ガイダンス</li> <li>数ベクトル空間 II</li> <li>数ベクトル空間 III</li> <li>線型空間の公理 I</li> <li>線型空間の公理 II</li> <li>線型空間の公理 III</li> <li>中間試験</li> <li>線形写像とその行列 I</li> <li>線形写像とその行列 II</li> <li>線形写像とその行列 III</li> <li>固有値と固有ベクトル I</li> <li>固有値と固有ベクトル II</li> <li>固有値と固有ベクトル III</li> <li>対角化 I</li> <li>対角化 II</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。 また途中、中間試験が入る。 授業参加に際しては、事前・事後合わせて4時間の学習が必要である。</p>		
教科書 / Required Text	線形代数、学術図書出版(学内限定)、桂田、竹ヶ原、長谷川、森田著(ISBN:9784780604672)		
参考書等 / Required Materials	<p>入門線形代数 三宅敏恒著 培風館 1991(ISBN:9784563002169) 線形写像と固有値 石川剛郎 [ほか] 共著 共立出版 1996(ISBN:4320015193) 斉藤正彦「線形代数入門」(東京大学出版)(ISBN:978413062001) 佐竹一郎「線型代数学」(裳華房)(ISBN:978478531301)</p>		

教科書・参考書に関する備考
授業中に適宜資料を配布する。
成績評価方法 / Grading Guidelines
<p>成績評価には中間試験・定期試験・演習を用いる。  中間試験20%、定期試験50%、演習30%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、これら中間試験・定期試験・演習を通して評価される。  ただし、受講者数によっては中間試験を行わない場合がある。  その場合は定期試験60%、演習40%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、</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 : 中間と定期の両方の試験を受験すること。</li> <li>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。</li> <li>3 : 履修者名簿に指名が掲載されていること。</li> </ol> <p>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排すること。  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>また、不合格者は再履修すること。</p>
履修上の注意 / Please Note
<p>この授業では講義のあとに演習がつく。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。</p> <p>以下、演習についての注意点を挙げておく：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・演習問題は大きく分けて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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・提出期限は原則としてその次の授業までである。より完成度を高めたい場合に限り、提出期限の延長を認める。その際は、私に一言断る事。</li> <li>・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3点、Aは2点、Bは1点、Cは0点に換算され、それに一定の操作を加えて点数化する。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・提出期限を過ぎた提出物は、評価が下がる場合がある。</li> <li>・提出物は該当教室以外では受け取らない。</li> <li>・諸事の伝達は講義中または掲示板を通じて行う。</li> </ul>
教員メッセージ / Message from Lecturer
<p>分からないことがあれば質問すること。また、周囲の友人にも質問してみよ。学生同士の議論の方がむしろ効果的である場合が多い。断じて避けるべきは、わからない箇所に遭遇した際、自閉的にひたすら孤独の中で固まり続けることである。</p>
学習・教育目標との対応 / Learning and Educational Policy
学生便覧「学習目標と授業科目との関係表」参照
関連科目 / Associated Courses
線形代数(1年次前期必修科目)
実務経験のある教員による授業科目 / Course by professor with work experience
備考 / Notes
<p>本科目は、文部科学省による数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(リテラシーレベル)の認定に基づき、数理データサイエンス教育プログラムの教育科目として実施されます。数理基礎科目群に含まれ、数理科学の基盤的な内容を学びます。プログラム内容については、学生便覧の数理データサイエンス教育プログラムを参照してください。  DSポイント：2ポイント</p>

授業科目名 / Course Title	線形代数 B (Gクラス) / Linear Algebra B		
授業区分 / Regular or Intensive	週間授業	授業方法 / Lecture or Seminar	講義科目
開講学期 / Course Start	2023年度 / Academic Year 後期 / Second	対象学科 / Department	システム理化学科
開講曜限 / Class period	水/Wed 7 ,水/Wed 8	授業科目区分 / Category	教育課程 システム理化学科
必修・選択 / Mandatory or Elective	必修	時間割コード / Registration Code	J2054
対象学年 / Year	1年 ,2年 ,3年 ,4年	単位数 / Number of Credits	2単位
担当教員名 / Lecturer	森田 英章(システム理化学科数情報システムコース)		
連絡先(研究室、電話番号、電子メールなど) / Contact	森田 英章(部屋番号 Q410 電話番号 5810 morita@muroran-it.ac.jp.)		
オフィスアワー(自由質問時間) / Office hours	森田 英章(水曜日 15:30 ~ 16:30)		
実務経験 / Work experience			
授業のねらい / Learning Objectives	<p>学部1年前期の線形代数では、行列の取り扱い方を学んだことと思うが、続編にあたるこの講義では、「そもそも行列とは何か」という問題を数学的見地から取り扱う予定である。すなわち、「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」をさだめることにより、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。そこでは、前期で導入した行列の和や積が、「線型写像」の「和」と「合成」に対応していることが理解されるし、同次連立一次方程式の解全体が、係数行列に対応する「線型写像」の「核」となることが理解されるであろう。その他モロモロ、前期で学んだ事柄が、抽象的な「線型空間」の枠組みのなかに昇華していく様子を目の当たりにすることになる。</p> <p>ただし、前期のように具体的な計算「のみ」で議論を進める事は、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>前期での線形代数を乗り越え、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。前期の線形代数が不合格であった諸君は、前期の線形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、前期の線形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>以上のことを念頭におき、選択する際には十分な覚悟をもって望んで頂きたい。ただし、大学院進学を念頭においている学生さんにとっては、この講義は「必修」と考えたほうがよいかもしれない。</p>		
到達度目標 / Outcomes Measured By:	<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>		
授業計画 / Course Schedule	<p>総授業時間数(実時間) : 22.5時間 教科書の第4章と第5章の内容である。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ガイダンス</li> <li>数ベクトル空間 II</li> <li>数ベクトル空間 III</li> <li>線型空間の公理 I</li> <li>線型空間の公理 II</li> <li>線型空間の公理 III</li> <li>中間試験</li> <li>線形写像とその行列 I</li> <li>線形写像とその行列 II</li> <li>線形写像とその行列 III</li> <li>固有値と固有ベクトル I</li> <li>固有値と固有ベクトル II</li> <li>固有値と固有ベクトル III</li> <li>対角化 I</li> <li>対角化 II</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。 また途中、中間試験が入る。 授業参加に際しては、事前・事後合わせて4時間の学習が必要である。</p>		
教科書 / Required Text	線形代数、学術図書出版(学内限定)、桂田、竹ヶ原、長谷川、森田著 (ISBN:9784780604672)		
参考書等 / Required Materials	<p>入門線形代数 三宅敏恒著 培風館 1991 (ISBN:9784563002169)  線形写像と固有値 石川剛郎 [ほか] 共著 共立出版 1996 (ISBN:4320015193)  斉藤正彦「線形代数入門」(東京大学出版) (ISBN:978413062001)  佐竹一郎「線形代数学」(裳華房) (ISBN:978478531301)</p>		

教科書・参考書に関する備考
授業中に適宜資料を配布する。
成績評価方法 / Grading Guidelines
<p>成績評価には中間試験・定期試験・演習を用いる。  中間試験20%、定期試験50%、演習30%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、これら中間試験・定期試験・演習を通して評価される。  ただし、受講者数によっては中間試験を行わない場合がある。  その場合は定期試験60%、演習40%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、</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1: 中間と定期の両方の試験を受験すること。</li> <li>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。</li> <li>3: 履修者名簿に指名が掲載されていること。</li> </ol> <p>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排すること。  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>また、不合格者は再履修すること。</p>
履修上の注意 / Please Note
<p>この授業では講義のあとに演習がつく。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。</p> <p>以下、演習についての注意点を挙げておく：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・演習問題は大きく分けて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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・提出期限は原則としてその次の授業までである。より完成度を高めたい場合に限り、提出期限の延長を認める。その際は、私に一言断る事。</li> <li>・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3点、Aは2点、Bは1点、Cは0点に換算され、それに一定の操作を加えて点数化する。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・提出期限を過ぎた提出物は、評価が下がる場合がある。</li> <li>・提出物は該当教室以外では受け取らない。</li> <li>・諸事の伝達は講義中または掲示板を通じて行う。</li> </ul>
教員メッセージ / Message from Lecturer
<p>分からないことがあれば質問すること。また、周囲の友人にも質問してみよ。学生同士の議論の方がむしろ効果的である場合が多い。断じて避けるべきは、わからない箇所に遭遇した際、自閉的にひたすら孤独の中で固まり続けることである。</p>
学習・教育目標との対応 / Learning and Educational Policy
学生便覧「学習目標と授業科目との関係表」参照
関連科目 / Associated Courses
線形代数(1年次前期必修科目)
実務経験のある教員による授業科目 / Course by professor with work experience
備考 / Notes
<p>本科目は、文部科学省による数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(リテラシーレベル)の認定に基づき、数理データサイエンス教育プログラムの教育科目として実施されます。数理基礎科目群に含まれ、数理科学の基盤的な内容を学びます。プログラム内容については、学生便覧の数理データサイエンス教育プログラムを参照してください。  DSポイント: 2ポイント</p>