

開講期間	配当年	単位数	科目必選区分
2年後期	2	2	選択（教職「数学」は必修）
担当教員			
足立 智子			
添付ファイル			
講義概要			
本講義では、初等整数論の内容を復習した後、同値類及び商集合等の概念を学ぶ。そして、代数学の有用な概念である群・環・体を具体例を用いた演習を通じて学び、準同型定理を始めとする代数学の基礎的な定理を理解する。特に、符号・暗号理論で利用する多項式環及び有限体に関する計算方法を修得する。本講義の内容は、3年の符号・暗号理論1の講義を理解する上で重要になる。			
授業計画			
1	基礎概念(集合・関数・置換) 教科書1.1集合を説明する。教科書1.2関数について単射・全射・全単射の概念、置換の概念を説明する。 ・教科書P.5積集合についてAL①を行う。 準備学習：1)教科書P.5の問を見て、答えを考えてくること 課題：1)教科書P.5の問の答えを解説する(AL③)		
2	基礎概念2(ユークリッドの互除法と合同式) ユークリッドの互除法、拡張ユークリッドの互除法を解説し、合同式を解説する。 ・合同式について、AL①を行う。 準備学習：1)5で割ると2余る整数aを考える。また、整数bがあり、aとbの積を5で割ると1余るとする。整数bはどのような数か考えてくること。 課題：1)5で割ると2余る整数aを考える。また、整数bがあり、aとbの積を5で割ると1余るとする。整数bはどのような数か、一般的に書き下して解説する(AL③)		
3	基礎概念3(合同式と同値関係・同値類) 教科書1.3.4合同式、教科書1.3.5同値関係と同値類を解説する。 ・P.40の最下部の例についてAL①を行う。 準備学習：1)P.40の最下部の例について、加法や乗法が合同関係と両立することを確認してくること 課題：1)P.40の最下部の例について、加法や乗法が合同関係と両立することを解説する(AL③) 置換群と対称群の例を直感的に説明する。		
4	群1 教科書2.1合同と変換、教科書2.2変換と同値関係、教科書2.3置換群と同値関係、コーシー・フロベニウスの補題について説明する。 ・P.59の回転テーブルでのお皿の並べ替えの例についてAL①を行う。 準備学習：1)3つのものを並べ替える方法は何通りあるか。また、3つのものを回転テーブル上で正三角形の各頂点に置くことを考え、回転して同じになる置き方は区別しないとする、3つのものの置き方は何通りあるか考えてくること。 2)上記の問題について解説する。(AL③)		
5	群2 教科書2.4一般の群、について群の公理と合わせて説明する。巡回群、可換群、非可換群等の群の例も合わせて解説する。 ・P.74の例についてAL①を行う。 準備学習：1)群の公理を学習し、P.74の例4について、単位元だけからなる群について、群の公理を満たしていることを確認してくること。 2)P.74の例4について、単位元だけからなる群について、群の公理を満たしていることを解説する(AL③)		
6	部分群、剰余類分解、ラグランジュの定理 教科書2.5部分群と正規部分群について説明する。 ・P.77の最下部の例についてAL①を行う。 準備学習：1)P.77の最下部の例について、$((m), +)$が$(Z, +)$の部分群であることの証明を考えてくること 2)P.77の最下部の例について、$((m), +)$が$(Z, +)$の部分群であることを解説する(AL③)		
7	正規部分群と商群 部分群が正規部分群となるための条件を説明する。商群の定義を示す。 ・教科書P.83の最初の「例」についてAL①を行う。 準備学習：1)教科書P.83の最初の「例」の中で、$H+1$や$H+2$という表現が出てくる。これらは集合である。どのような集合なのか、実際に中身を列挙してみよう。 課題：1)教科書P.83の最初の「例」の中で、$H+1$や$H+2$という表現が出てくる。これらは集合である。どのような集合なのか、実際に中身を列挙して解説する。		
8	群の準同型定理 群の準同型、同型の概念を紹介する。群の準同型定理とその意味を解説する。 ・P.84の例2についてAL①を行う。 準備学習：1)P.84の例2について、$m=3$の時、実際に$\Psi(5)$、$\Psi(7)$を求めてみよう。 課題：1)P.84の例2について、$m=3$の時、実際に$\Psi(5)$、$\Psi(7)$がどのようになるか解説する(AL③)		
9	環の公理 可換環の公理を紹介し、具体例として有理整数環及び体上の多項式環を比較する。単元、約元、倍元、素元、素元の概念を説明する。 ・P.96にかかっている環の公理についてAL①を行う。 準備学習：1)P.97の例1が環である証明を考えておくこと 課題：1)P.97の例1が環である証明を解説する(AL③)		

	1 0 整域 零因子、整域、ユークリッド整域の概念を解説する。 ・P. 103, 事実 6 の簡約法則についてAL①を行う。 準備学習：1) P. 103の事実 6 の証明を理解しておくこと 2) P. 104の体の公理を読み、環との違いを理解しておくこと 3) P. 107の例 1 に示される代数系がユークリッド整域であることの証明を考えておくこと 課題：P. 107の例 1 にしめされる代数系がユークリッド整域であることの証明を解説する (AL③) 1 1 商環 イデアル・単項イデアル・商環を解説する。 ・P. 124, 例 1 についてAL①を行う 準備学習：1) P. 124の例 1 がイデアルであることを証明する方法を考えてくること 課題：1) P. 124の例 1 がイデアルであることの証明を解説する (AL③) 1 2 体 体の公理と体の基本的性質について説明する。 ・P. 136, 体の公理についてAL①を行う。 準備学習：1) P. 136の例 1, 例 2 について、体であることの証明を考えてくること 課題：1) P. 136の例 1, 例 2 について、体であることの証明を簡単に解説する (AL③) 1 3 新しい体の構成 教科書4.2新しい体の構成について説明する。 ・P. 144の第 3 段についてAL①を行う。 準備学習：1) P. 144の第 3 段について、(ア), (イ) が結合法則と交換法則を満たすことの証明を考えてくること 課題：1) P. 144の第 3 段について、(ア), (イ) が結合法則と交換法則を満たすことの証明を解説する (AL③) 1 4 商環による体の拡大 教科書4.2.4商環による体の拡大について説明する。 ・P. 153定理 2 について、AL①を行う。 準備学習：1) P. 153の定理 2 について、体Kとして具体的に 1 つ例を想定して、この定理が何を意味するのかについて考えてくること 課題：1) P. 153の定理 2 について、体Kとして具体的に 1 つ例を想定して、この定理が何を意味するのかについて解説する (AL③) 1 5 有限体 教科書4.3有限体について説明する。 ・教科書P. 160有限体について、AL①を行う。 準備学習：1) P. 160の有限体、位数、標数の定義について理解してくること 課題：1) P. 160の有限体、位数、標数の定義について解説する (AL③)
授業形態	講義・演習 アクティブラーニング：①:15回, ②:0回, ③:14回, ④:0回, ⑤:0回, ⑥:0回
達成目標	1) 拡張ユークリッド互除法を用いて不定方程式を解くことができる。 2) 群・環・体の公理を満たすもの及び満たさないものを具体例で示すことができる。 3) 商群の例を示すことができる。 4) コーシー・フロベニウスの補題を用いた数え上げができる。 5) 準同型定理の例を示すことができる。 6) 有限体の例を示すことができる。
評価方法・フィードバック	レポート・課題40%、試験60%で総合評価する。課題は解説を行いフィードバックする。 試験は定期試験として行うことを基本とするが、状況により15回の講義中に行うなど別の形で実施する場合もある。
評価基準	試験及びレポート・課題の総合点で評価する。評価基準は 秀：1)～6)を達成している。総合点 100～90点 優：1)～5)を達成している。総合点 89～80点 良：1)～4)を達成している。総合点 79～70点 可：1)～3)を達成している。総合点69～60点 不可：その他 総合点59～0点
教科書・参考書	教科書は特に指定しないが、課題を解くのに有用な参考書は授業で随時紹介する。
履修条件	1 年次の線形代数/演習を受講し単位を修得していること。
履修上の注意	レポート・課題は必ず提出すること。 全員教科書を購入しており、講義中や事前学習の際に参照できることを前提として講義をすすめる。 また、iLearn@SISTなどのシステム上で、小テストや課題を出したり伝達事項を伝えることがあるため、よく注意すること。
準備学習と課題の内容	1年次に学んだ線形代数の復習をすること。 授業ごとに2時間以上の復習を欠かさないこと。
ディプロマポリシーとの関連割合(必須)	知識・理解：40%, 思考・判断：30%, 関心・意欲：10% 態度：10%, 技能・表現：10%
DP1 知識・理解	
DP2 思考判断	
DP3 関心意欲	
DP4 態度	
DP5 技能・表現	