

授業情報					
開講年度 2025年度		開講箇所 グローバルエデュケーションセンター			
科目名 視覚的に捉える群論入門 02					
担当教員 高木 悟					
学期曜日時限 夏クォーター 01:無フルOD					
科目区分 数学科目(日本語)		配当年次 1年以上		単位数 1	
使用教室		キャンパス			
科目キー 9S02000101		科目クラスコード 02			
授業で使用する言語 日本語					
授業方法区分 【オンライン】フルオンデマンド					
コース・コード MATX111L					
大分野名称 数学					
中分野名称 数学					
小分野名称 代数学					
レベル 初級レベル(入門・導入)		授業形態 講義			
オープン科目					

シラバス情報							
授業概要	※本科目の 02クラス(夏クォーター設置)・04クラス(冬クォーター設置)は同一の内容です。1つしか履修できません。01・03クラスはありません。 ※本科目と英語科目「Amida-Kuji Game and Mathematics」の両方を履修することはできません。 本科目は、Waseda Moodle(以下、WMと略記する)によるフルオンデマンド形式の講義である。 このシラバスに記載されているすべての事項をよく読み、理解した上で履修登録すること。 群論(群の理論)は、代数学の一分野で、方程式の解の公式の研究が起源とされている。 方程式の解と係数の関係から対称性が見いだされ、この対称性のもつ構造を取り出したものが群である。 群論、つまり対称性の理論を用いることで、複雑なものを分類整理し簡略化することができるため、数学だけでなく様々な分野で利用されている。 例えば、物理学における回転操作や量子力学における角運動量、統計力学における相転移、化学における分子結晶解析、経済学における互酬性、言語学における多言語比較などで群論が用いられている。 本科目では群の歴史から話を始め、群の理論を「あみだくじ」「15ゲーム」「ルービックキューブ」などを用いて視覚的に捉えていき、徐々にその本質に迫っていく。 ★★ GEC数学ウェブサイト https://www.waseda.jp/inst/gec/gec/academic/literacy/math/						
授業の到達目標	集合や写像などの数学の基礎知識を修得すること。 群のもつ基本性質と数学的構造を理解すること。						
事前・事後学習の内容	事前学習は、初回については事前にWMの本科目・クラス内で公開している「早大GEC 群論入門・暗号理論・結び目科目(担当:高木)共通ガイダンス(2025年度版)」(以下、共通ガイダンスと略記する)を読んでおくこと。以後の事前学習は、前回までの内容を簡単に復習しておくこと。 事後学習は、毎回の授業後に、授業で扱った教科書の単元・例題を復習し、教科書内の問題を解くこと。 毎回合計で2時間程度かかると想定される。						
授業計画	1: #1. 群の歴史と用語の準備 群の歴史的背景を解説し、数の概念や集合・命題などの数学用語を紹介する。 2: #2. 写像 写像の定義からはじめ、単射・全射・全単射などの特殊な写像についても紹介する。 3: #3. 置換とあみだくじ あみだくじを用いて置換を視覚的に捉え、あみだくじ全体からなる集合のもつ性質を調べる。 4: #4. 群の定義 15ゲームについて考察し、群を定義する。群の具体例も紹介する。 5: #5. 部分群 群の基本性質を調べる。巡回群の例としてルービックキューブを考える。部分群を定義する。 6: #6. コーシー・ラグランジュの定理 部分群かどうかを判定する定理を考える。集合のクラス分けを用いて同値関係を導入し、コーシー・ラグランジュの定理を導く。 7: #7. 準同型定理 コーシー・ラグランジュの定理から、フェルマーの小定理を導く。また、2つの群の関係を調べるために準同型定理を紹介する。						
教科書	指定教科書なし。 授業に沿ったワークシート形式の授業プリント(PDFファイル)をWMにアップする。 ワークシート形式なので、ビデオ講義を視聴しながら書き込むことで完成するようになる。 必要に応じて、以下の参考文献を利用するとよい。 なお、2019年度の本科目新設時に担当した遠藤直樹先生の資料はWM上で参照可。						
参考文献	(1)「理工系のための基礎数学 [改訂増補版]」高木悟・長谷川研二・熊ノ郷直人共著 培風館 (2)「理工系のための線形代数 [改訂版]」高木悟・長谷川研二・熊ノ郷直人・菊田伸・森澤貴之共著 培風館 ※初版(2016年発行)と改訂版(2018年発行)があるが、改訂版の方が写像などの話も載っていて便利である。 (3)「代数学1 群論入門 [第2版]」雪江明彦著 日本評論社						
成績評価方法	<table><tr><th>割合</th><th>評価基準</th></tr><tr><td>試験: 36%</td><td>#1から#6まで毎回WMで実施する「試験」の得点(1回6点満点で合計36点満点)がそのまま成績に反映される。 「試験」についての補足: ・以下の「平常点評価」に記載されている「問題演習」の類題が主であり、本科目・クラスの授業カレンダーに示された解答期間内に一度だけ受験可能である。 ・制限時間は設けておらず、一時保存も可能であるが、本科目・クラスの授業カレンダーに示された解答期限までに提出する必要がある。 ・得点・結果は公開しない(フルオンデマンド形式であることから、不正行為等防止のため、公開しないことにしている。各単元の復習や理解度の確認は「問題演習」で可能である)。 ・#7(最終回)は「試験」はない(最終試験もない)。</td></tr><tr><td>平常点評価: 64%</td><td>#1から#6まで毎回WMで実施する「問題演習」の得点(1回8点満点で合計48点満点)と、#1から#7までの「レビューシート」の提出(合計16点満点に換算)が成績に反映される。</td></tr></table>	割合	評価基準	試験: 36%	#1から#6まで毎回WMで実施する「試験」の得点(1回6点満点で合計36点満点)がそのまま成績に反映される。 「試験」についての補足: ・以下の「平常点評価」に記載されている「問題演習」の類題が主であり、本科目・クラスの授業カレンダーに示された解答期間内に一度だけ受験可能である。 ・制限時間は設けておらず、一時保存も可能であるが、本科目・クラスの授業カレンダーに示された解答期限までに提出する必要がある。 ・得点・結果は公開しない(フルオンデマンド形式であることから、不正行為等防止のため、公開しないことにしている。各単元の復習や理解度の確認は「問題演習」で可能である)。 ・#7(最終回)は「試験」はない(最終試験もない)。	平常点評価: 64%	#1から#6まで毎回WMで実施する「問題演習」の得点(1回8点満点で合計48点満点)と、#1から#7までの「レビューシート」の提出(合計16点満点に換算)が成績に反映される。
割合	評価基準						
試験: 36%	#1から#6まで毎回WMで実施する「試験」の得点(1回6点満点で合計36点満点)がそのまま成績に反映される。 「試験」についての補足: ・以下の「平常点評価」に記載されている「問題演習」の類題が主であり、本科目・クラスの授業カレンダーに示された解答期間内に一度だけ受験可能である。 ・制限時間は設けておらず、一時保存も可能であるが、本科目・クラスの授業カレンダーに示された解答期限までに提出する必要がある。 ・得点・結果は公開しない(フルオンデマンド形式であることから、不正行為等防止のため、公開しないことにしている。各単元の復習や理解度の確認は「問題演習」で可能である)。 ・#7(最終回)は「試験」はない(最終試験もない)。						
平常点評価: 64%	#1から#6まで毎回WMで実施する「問題演習」の得点(1回8点満点で合計48点満点)と、#1から#7までの「レビューシート」の提出(合計16点満点に換算)が成績に反映される。						

	「問題演習」についての補足: ・本科目・クラスの授業カレンダーに示された解答期間内であれば何度も受験可能で、その中の最高点を得点として採用する。 ・解答直後に、各問について正解か不正解かが分かり(ただし、正答は表示されない)、得点も表示されるため、間違えた箇所を復習することで、満点を取ることが可能である。 ・制限時間は設けておらず、一時保存も可能であるが、本科目・クラスの授業カレンダーに示された解答期限までに提出する必要がある。 ・#7(最終回)は「問題演習」はない。 「レビューシート」についての補足: ・本科目・クラスの授業カレンダーに示された回答期間内であれば、何度も提出可能である。 ・制限時間は設けておらず、一時保存も可能であるが、本科目・クラスの授業カレンダーに示された回答期限までに提出する必要がある。 ・設問に条件(例えば、100字以上の字数制限など)があれば、それを満たす必要がある。 成績評価方法の詳細は、履修登録後に、WMの本科目・クラス内にアップしている共通ガイダンスを参照のこと。				
備考・関連URL	本学の定める当該クォーター授業開始日の 00:00 ちょうどから#1がスタートし、当該クォーター授業終了日の 23:55 ちょうどに#7が終了する(日時はすべて日本標準時(JST)である)。 共通ガイダンスについては、事前に関覧できるように設定しておく。 詳しい授業スケジュールについては、下記関連資料の授業カレンダーPDFを参照のこと(My Waseda にログインしないと関連資料は閲覧できない)。 ※GECの数学基礎プラスシリーズとは異なるスケジュール・成績評価方法なので注意すること。				
関連資料	<table><tr><th>タイトル</th><th>掲載日時</th></tr><tr><td>授業カレンダー(2025年度・夏クォーター)</td><td>2025/02/19 13:26:04</td></tr></table>	タイトル	掲載日時	授業カレンダー(2025年度・夏クォーター)	2025/02/19 13:26:04
タイトル	掲載日時				
授業カレンダー(2025年度・夏クォーター)	2025/02/19 13:26:04				