

授業情報			
開講年度	2026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
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	<p>★ 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クラス(春クォーター設置)・03クラス(秋クォーター設置)はありません。</p> <p>★ 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。</p> <p>本科目は、Waseda Moodle(以下「WM」と表記)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。</p> <p>群論(group theory)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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>★ GEC数学ウェブサイト https://www.waseda.jp/inst/gec/gec/academic/literacy/math/ (GEC数学科目の紹介だけでなく、受講するか悩んでいるみなさんへの過去の受講生からのメッセージもあります)</p>				
授業の到達目標	<p>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。</p>				
事前・事後学習の内容	<p>【初回授業前】 WMの本科目・クラス内で公開している「早大GEC 暗号/群論/結び目(担当:高木)共通ガイドンス(2026)」(以下「共通ガイドンス」と表記)をよく読み、理解する。 【事前学習】 次回扱う単元について、1週間前に公開される授業プリントと教科書を読み、疑問点をまとめておく。 【事後学習】 授業で扱った単元と例題を復習し、授業プリント内の問題をもう一度解く。また、教科書の指定された例を確認し、問を解く。毎回合計で4時間程度かかると想定される。</p>				
授業計画	<p>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。(教科書 1.1~1.4, 2.1~2.3節)</p> <p>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。(教科書 2.4~2.7節)</p> <p>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。(教科書 2.8節)</p> <p>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。(教科書 2.9, 3.1~3.3節)</p> <p>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。(教科書 2.10, 3.4, 3.6節)</p> <p>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。(教科書 3.3~3.4, 3.7節)</p> <p>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 3.8~3.11節)</p>				
教科書	<p>「群論への途」遠藤直樹・高木悟著 共立出版 ※この本を持っていることを前提に授業を進める。</p> <p>また、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めるようになっている。ただし、必要最小限しか記載しないので、教科書の関連する項目を適宜参照し、また教科書内の問題を解いて、理解を深めてほしい。</p>				
参考文献	<p>(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</p>				
成績評価方法	<table border="1"> <thead> <tr> <th>割合</th> <th>評価基準</th> </tr> </thead> <tbody> <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)を成績評価に用いる。 「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「理解度チェック」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。</td> </tr> </tbody> </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)を成績評価に用いる。 「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「理解度チェック」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。
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)を成績評価に用いる。 「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「理解度チェック」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。				

	<ul style="list-style-type: none"> ・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「理解度チェック」で可能である)。 ・#7(最終回)は「試験」はない(最終試験もない)。 <p>平常点評価: 64%</p> <p>#1から#6まで毎回WMで実施する「理解度チェック」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)を成績評価に用いる。</p> <p>「理解度チェック」についての補足:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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「理解度チェック」はない。 <p>「レビューシート」についての補足:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>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。</p>				
備考・関連URL	<p>本科目の授業スケジュールは、大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)。</p> <p>詳しい授業スケジュールについては、下記関連資料(授業カレンダー)を参照のこと(MyWaseda にログインしないと関連資料は閲覧できない)。</p> <p>★ 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。</p>				
関連資料	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">タイトル</th> <th style="width: 40%;">掲載日時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>授業カレンダー(2026年度・夏クォーター)</td> <td>2026/02/01 16:44:06</td> </tr> </tbody> </table>	タイトル	掲載日時	授業カレンダー(2026年度・夏クォーター)	2026/02/01 16:44:06
タイトル	掲載日時				
授業カレンダー(2026年度・夏クォーター)	2026/02/01 16:44:06				