

科目ナンバリング		U-LAS10 10026 LJ55					
授業科目名 <英訳>	数学探訪Ⅰ Quest for Mathematics I			担当者所属 職名・氏名	人間・環境学研究科 教授 立木 秀樹		
群	自然科学科目群		分野(分類)	数学(基礎)		使用言語	日本語
旧群	B群	単位数	2単位	週コマ数	1コマ	授業形態	講義(対面授業科目)
開講年度・ 開講期	2025・後期		曜時限	水5		配当学年	主として1・2回生 対象学生 全学向

(総合人間学部の学生は、全学共通科目として履修登録できません。所属部局で履修登録してください。)

**[授業の概要・目的]**

直交する3方向から見て正方形に見える立体は、どんな形をしてるでしょうか？

立方体はもちろんそうですが、正四面体をはじめとするさまざまな多面体がこの性質を満たします。さらに、シェルピンスキー四面体などのフラクタル立体も、この性質を持っています。このような立体をイマジナリーキューブとよぶことにします。担当者はイマジナリーキューブ、特に、フラクタルなイマジナリーキューブに関して研究を行う中で、美しい形や美しい数学に出会い、その立体としての美しさと数学的な面白さを一般の人に伝えるべく、立体パズルをデザインしたり立体オブジェを作成したりして、それらを用いたワークショップなどの活動を行ってきました。この授業では、パズルや立体オブジェを用いながら、イマジナリーキューブとそれに関連する数学についてお話をします。目的は二つあります。

一つは、イマジナリーキューブをはじめとする立体図形の面白さを知ってほしいということです。授業は、パズルを解くことから始まります。パズルを解くのは楽しいですが、パズルを解いた後に現れる数学的構造は、より深い楽しみの存在を教えてくれるはずで、その後も、立体の美しさ、そして、その奥にある数学の美しさをいくつもお見せしますので楽しんでください。3Dプリントで作成した立体をたくさん差し上げます。

もう一つは、立体を通じて数学に関する理解を深めることです。立体図形の研究自体が、幾何学という数学の一つの分野ですが、それ以外にも、いろんな数学と結びついています。立体の回転は線形変換の特殊なものですが、回転を具体例にして考えると線形代数の理解が深まります。立体の対称性は、群のもっとも分かりやすい例ですし、群論を用いて得られる立体の対称性に関する性質は、皆さんも興味をもてるものと思います。また、この授業ではフラクタル立体とその影について扱いますが、フラクタル立体は、見た目の美しさに加えて、さまざまな数学的概念と関連しています。(立体)図形が組み合わせさせて構造を作るさまは、見た目もその数学も美しいです。さらに、4次元の立体、特に、4次元の正多胞体やイマジナリーキューブについても話をします。

数学を勉強することにより、かたちの見え方が変わってくることを期待しています。

**[到達目標]**

イマジナリーキューブをはじめとする立体図形に関する理解を深める。  
立体図形との関係で、線形代数、群論、フラクタル、組合せ理論、高次元空間などの数学について勉強し、理解を深める。  
数学を楽しむ心を身につける。

**[授業計画と内容]**

イマジナリーキューブなどの立体図形を用いて授業を行います。イマジナリーキューブという特別な対象を扱いますが、普通の数学の理解につながるような話をします。

3Dプリンタで作成した立体をいくつか差し上げますので、手にとって自分で確かめながら勉強を進めてください。

## 数学探訪Ⅰ(2)

1. イマジナリーキューブ・パズル --- 公理的な幾何学と解析的な幾何学について
2. 極小凸イマジナリーキューブはいくつある? --- 凸図形, 立体の数え上げ
3. 立体の回転 --- 線形代数入門, 特に, 特殊直交変換(すなわち回転)について
4. その立体の対称性はいくつある? --- 正多面体, 半正多面体と, それらの回転対称性
5. 回転と回転を合成すると? --- 群論入門
6. 立体の回転構造は何種類ある? --- バーンサイドの定理と数え上げ
7. タイリングと半正多面体 --- 平面幾何, 球面幾何, そして, 双曲幾何
8. 4次元の立体 --- 4次元の多面体の不思議
9. フラクタル立体について
10. フラクタルの基礎
11. フラクタル立体の影1 --- フラクタル構造と数の展開の関係
12. フラクタル立体の影2 --- self-affine set とタイリング
13. TriMata --- シェルピンスキー四面体の自己組織的な構成法
14. こんなところにもフラクタル --- ゲームとフラクタルとセル・オートマトン
15. フィードバック

1 話完結を目指しますが, 話題によっては次の時間にずれこむことがあります。

### 【履修要件】

文系高校数学以上の知識は仮定しません。総合人間学部の学生は, 学部科目「計算と位相」を受講してください。

### 【成績評価の方法・観点】

授業中に課すレポートにより到達目標の達成度をみて, それに基づき評価します。

### 【教科書】

授業中にプリントを配布します

### 【参考書等】

(参考書)

一松 信 『正多面体を解く』(東海大学出版部, 2002)

(関連URL)

<https://u.kyoto-u.jp/icube>(イマジナリーキューブのページ)

<https://youtu.be/VQvyxG4X4iA>(フラクタルイマジナリーキューブの動画)

### 【授業外学修(予習・復習)等】

日頃から, 身の回りにある立体の構造に興味をもってほしい。

### 【その他(オフィスアワー等)】

パズルなどの教材を利用するため, 人数制限を行います。(40人程度)

### 【主要授業科目(学部・学科名)】