

自然界における対称性と素粒子物理学

科目責任者 上 坂 優 一
学年・学期 1 学年・3 学期

I. 前 文

鏡に映る世界では左右が反転しているが、そこでの物理法則は我々が暮らす世界のものと同じと言えるだろうか。例えば、高校までの物理で学ぶ運動方程式は左右を区別していないように思える。しかし人体には、利き手、臓器の位置、葉の効き方など、左右を区別する現象が数多く見られる。また、素粒子の世界においても、放射性原子核が崩壊してベータ線を放出する際に左右が区別されることが知られている。これらの左右の違いは、どのようにして生じるのであろうか。対称性とその破れは、自然界のあらゆる階層に顔を出す概念であり、現代の物理学を構築する上で重要な役割を果たしている。

本講義では、「対称性」というキーワードを軸とし、現代物理学における思想を概観する。扱う主なテーマは、力学における対称性と保存則の対応、時空の対称性として理解される相対性理論、電磁気学や素粒子標準模型を支えるゲージ対称性の考え方、そして「法則は対称なのに世界は非対称に見える」自発的対称性の破れである。これらを、身の回りの現象や医学・生物・化学とのつながりも意識しつつ、概念的な理解を重視して整理する。

各回では、2学期までに学んだ物理・数学の知識を活用し、必要に応じてある程度の数式表現も用いて理解を深めることを目標とする。最終回には、各自が「右と左」あるいは「対称性」をキーワードとして選んだテーマについて発表を行い、自らの関心や医学との関連と結びつけて振り返る機会を設ける。本講義を通じて、自然界を貫く秩序と、その破れが生み出す多様性について、新たな視座を獲得することを目指す。

II. 担当教員

助 教 上 坂 優 一 基本医学 基盤教育部門 (物理学)

III. 一般学習目標

- ・自然界における対称性の概念の重要性について理解を深める。
- ・素粒子物理学の基本的な考え方に触れ、自然界の基礎法則に関する知識を身に付ける。
- ・自然法則への好奇心、および自身の力で知識を得るための能力を会得する。

IV. 学修の到達目標

- 1) 自然界における対称性の具体例を挙げ、その性質について説明することができる。
- 2) 物理学に対称性の概念を持ち込むことの重要性について、数式を用いて説明することができる。
- 3) 自身が興味を持った内容について、信頼性の高い資料を用いて調べ、他者に向けて発表することができる。

V. 授業計画及び方法 * () 内はアクティブラーニングの番号と種類

- (1: 反転授業の要素を含む授業 (知識習得の要素を教室外で済ませ、知識確認等の要素を教室で行う授業形態。)
2: ディスカッション, デイバート 3: グループワーク 4: 実習, フィールドワーク 5: プレゼンテーション
6: その他 空欄: 該当なし)

回数	月	日	曜日	時限	講 義 テ ー マ	担当者	アクティブ ラーニング
1	10	7	水	4	鏡像対称性とその破れ	上 坂 優 一	1
2		14	水	4	連続対称性と保存則	上 坂 優 一	1
3		21	水	4	相対性理論	上 坂 優 一	1

回数	月	日	曜日	時限	講 義 テ ー マ	担当者	アクティブ ラーニング
4	10	28	水	4	ゲージ理論	上 坂 優 一	1
5	11	4	水	4	素粒子と相互作用	上 坂 優 一	1
6		11	水	4	自発的対称性の破れ	上 坂 優 一	1
7		18	水	4	対称性に関するレポート発表	上 坂 優 一	5

VI. 評価基準（成績評価の方法・基準）

以下のとおり成績評価する。（ ）内は評価の割合。

講義中の発言（30%）、ワークシート提出（30%）、レポート発表（40%）

VII. 教科書・参考図書・AV資料

参考図書：「自然界における左と右 上・下」, マーティンガードナー著（坪井忠二, 藤井昭彦, 小島弘訳）, 筑摩書房, ISBN978-4-480-51016-7（上）, ISBN978-4-480-51017-4（下）

VIII. 質問への対応方法

随時受け付ける。

IX. 卒業認定・学位授与の方針と当該授業科目の関連

*◎：最も重点を置く DP ○：重点を置く DP

ディプロマ・ポリシー（卒業認定・学位授与の方針）	
医師としてのプロフェッショナリズム 幅広い教養, 利他の精神, 医師に求められる品格を身につけ, 豊かな人間性を育み, 他の医療者と協調して, 多様な価値観を尊重する全人的な医療を実践できる	
能動的学修能力 医学知識・技能を主体的に学び, 情報・科学技術を活用して, 生涯にわたって自ら問題を発見し, 解決することができる	◎
地域医療の理解 地域社会における医療の役割と, その中核を担う意味を理解できる	
国際性 国際社会における医学・医療の動向や課題を理解し, 課題解決に向けて行動することができる	
リサーチマインド 研究活動における積極的な創造・発信に挑み, 医学・医療の進歩に貢献することができる	○

X. 課題（試験やレポート等）に対するフィードバックの方法

講義中に課題の解説, およびフィードバックを行う。

XI. 求められる事前学習, 事後学習およびそれに必要な時間

事前学習（30分）：講義開始までに, 1学年1学期に「人体の物理学I」で学んだ内容を復習し, 力学と電磁気学についての理解を固めておくことが望ましい。また, 各回で予習用の課題を配布し, 次回講義中に理解の確認を行う。

事後学習（30分）：講義で取り扱った内容を復習し、自身の言葉で理解できるよう努める。また、最終回で行う発表に向けた準備を進める。

XII. コアカリ記号・番号

RE-01-01-02, RE-04-01-02, RE-04-01-03