

数理物理学通論

Mathematical Physics, Advanced

【 配 当 学 期 】 後期

【 担 当 者 】 谷村・五十嵐（頭）

【 内 容 】 数理物理学の基礎的理論を数学的、あるいは物理的側面に重点をおいて講義する。
今期前半は、圏論(category theory)の入門的な講義を行う。圏論はもともと代数的トポロジーの分野で定式化されたが、いまやトポロジーの枠を超えて、集合論の対極に位置づけられるような基本的数学概念である。圏論は、個物・要素よりも個物の間の関係を記述し、関係性によって個物の特徴づける、柔軟な数理言語である。

後半は、構造に特徴的な性質を持つ複雑ネットワークとよばれるものの性質を統計物理学的手法を用いて調べる。複雑ネットワークの構造の特徴的な性質である、スモールワールド性とスケールフリー性について説明し、そのような性質を持つネットワークの構成法を説明する。さらに、複雑ネットワーク上での情報のやり取りに関する動的性質に関して講義する。

【 授 業 計 画 】

項 目	回 数	内 容 説 明
圏論入門 (谷村)	7	圏論の基礎概念を解説する。集合論、群論、表現論、トポロジー、微分幾何学との関連についても解説したい。
複雑ネットワークとは (五十嵐)	1	複雑ネットワークの例として、自然界、人間の集団、コンピュータ等のネットワークにおける例をあげ、その基本的性質を説明する。
スモールワールド性 (五十嵐)	2	スモールワールド性について説明し、この性質を持つネットワークの構成法について述べる。平均場近似により構成したネットワークの性質を調べる。
スケールフリー性 (五十嵐)	2	スケールフリー性を持つネットワークの構成法をいくつか説明する。さらに、スモールワールド性を併せ持つネットワークの構成法を説明する。
ネットワークでの 情報伝達 (五十嵐)	1	複雑ネットワークにおける情報伝達のモデルに関して説明し、ネットワークの構造がどのように影響するかを述べる。

【 教 科 書 】

【 参 考 書 】

- ・「圏論の基礎」マックレーン著（シュプリンガー・フェアラーク東京）
- ・「トポロジー・圏論・微分幾何」谷村省吾著（サイエンス社）
- ・「プログラム意味論」横内寛文著（共立出版）
- ・「新ネットワーク思考～世界のしくみを読み解く～」バラバシ著（NHK出版，2002）
- ・「複雑ネットワークの科学」益田、今野著（産業図書，2005）

他

【目的・達成目標】 前半は、圏・関手・自然変換・極限・随伴など圏論の基礎概念を理解し、それらが応用される場面を知ること为目标とする。
後半は、実在するほとんどのネットワークが持つスケールフリー性・スモールワールド性の基礎を理解し、その応用面を知ること为目标とする。

【成績評価の方法】 前半は、授業中にレポート課題を出題し、答案レポートによって理解度を評価する。
後半は、試験を行うことによって上記目標の達成度・理解度を評価する。

【 そ の 他 】