

学部生のための「ミクロ・マクロ双対性」とその周 辺の物理学講義 第0講：全体のプランについて

成清, 修
九州大学大学院理学研究院物理学部門

<https://hdl.handle.net/2324/4399997>

出版情報：2021-05-03
バージョン：
権利関係：

学部生のための 「ミクロ・マクロ双対性」 とその周辺の物理学講義

九州大学理学部物理学科 成清 修

第0講：全体のプランについて

講義の目指すところ

すでに最初の講義をアップ [<http://hdl.handle.net/2324/2560376>] し、そこで述べたとおりですが：[赤本]と[黄本]に書かれてあることを理解できるようになりたいというのがこの講義の目標です。

やっと全体のプラン¹が見えてきたので、今回、第0講として示しておくことにします。

講義の大前提について

第1講の最初で、暫定的に

「物理学とは測定データを構造化する数学的手続きである」

ということにして講義を始めました。

物理学は実験結果に基づく科学なので、力んで述べなくてもこれはあたりまえのことと考えます。

ならば、

「観測者を最初に設定しないと話が始まらない」

というのを大前提として講義を進めます。

具体例は講義で示していきますが、観測者の設定を具体的に考慮することで、多くの困難²を解消することができます。

¹漫画でいえばネームができたところです。仕上がりが全く異なるものになる可能性は大いにあります。

²もともと観測者を考慮することを忘れただけの不良設定であっただけですが。

大前提のひとつの帰結について

観測装置と対象とする系の相互作用によって event が発生します。観測者が event を記述するために導入したものが時空なので、時空はマクロで古典的³なものということになります。

よって、この講義では、重力は量子化される他の力とは異なるものとして扱います。見えるマクロと見えないミクロというのがひとつの大きな軸となります。

下記の第4講と第5講でも、量子化されないマクロで古典的なものに光を当てます。

「ミクロ・マクロ双対性」の大きな主張のひとつは、ミクロ量子系とマクロ古典系の双方が存在し、その間の循環がないことには、物理は始まらないということと思われまます。

第1講から第3講まで

観測量代数の話をしてします。大前提に従って、観測時空領域における観測量について考えます。

数学的には作用素環の話です。具体的には、von Neumann 環に集中します。

第1講は、まだ、冒頭の部分 [<http://hdl.handle.net/2324/2560376>] しかアップしていませんが、von Neumann による因子分解の話が、第1a講、第1b講、第1c講、...と続きます。物理的には、自発的対称性の破れの機構が明らかにされたりします。

第2講は、冨田と竹崎によるモジュラー構造について考えます。物理的には、KMS 状態とか Unruh 効果などを議論します。

第3講は、split property について考えます。物理的には、(ブラックホールの) 情報損失問題にも関連します。

これらの内容は、部分的には、[<http://hdl.handle.net/2324/1955688>]、[<http://hdl.handle.net/2324/2228908>]、[<http://hdl.handle.net/2324/2560386>] において簡単に議論をしています。

第4講から第5講まで

³[赤本] では、時空の創発の仕方が詳しく論じられていますが、マクロで古典的なものとして捉えられていると思います。

第4講では、すべての自由度が量子化される訳ではないことを強調します。

第5講も、前講の古典的自由度に関連して、秩序変数の場について考えます。

第6講から第8講まで

第6講では、歴史総和法について考えます。第7講と第8講のベースとなる予定です。

第7講では、ゲージ理論の枠組みについて考えます。圏論の超基本的な要素を活用する予定です。ダイジェスト版は [<http://hdl.handle.net/2324/4067296>] にあります。

第8講では、前講の平坦な時空の枠組みを曲がった時空の枠組みに拡張します。

補講について

講義の本体は第8講までですが、それらの基礎になる事項や、そこからはみ出してしまった内容について、補講A、補講B、補講C、…として議論を行います。

参考文献

[赤本]

小嶋「量子場とマイクロ・マクロ双対性」(丸善出版, 2013)

[黄本]

小嶋・岡村「無限量子系の物理と数理」(サイエンス社, 2013)

(2021-05-03)