

場の理論

阿部慶彦*

慶応義塾大学工学部物理学科 3 年

2015 年 12 月 13 日

1 はじめに

少しでも物理をやったことがある人なら、「場の理論」という言葉を耳にしたことがあるだろう。最も身近な場は「電場・磁場」であり、高校で最初に習う重力も「重力場」という場として理解されている。このようなよく見知ったものを記述してくれる「場」について、素粒子物理学の基本的な言葉である場の量子論や、場の理論と他の理論との面白い関連性などを見ていき、「場」という基本的な変数、また素粒子物理学に興味を持ってもらいたい。私のわかる範囲であれば、物理学に現れる数学的な内容^{*1}についても紹介するつもりである。

2 講演内容

講演ではまず最初に 4 次元の場の理論の内容を、簡単にではあるが一通り見てみるつもりである。Lagrangian(密度)を書き下し、量子化の方法や摂動論、ゲージ場の量子化などを詳細には立ち入らずに簡単に紹介する。その後、今度は相対論的粒子の作用汎関数について見てみる。この点粒子の作用はゲージ対称性をはじめとして面白い性質をもっており、また場の理論につながる書き換えも可能であるので、これを行う。次に次元を 1 つあげてみて 2 次元の場の理論、とくに自由ボゾン場や自由フェルミオン場を考えることで、数理的にも面白い性質をもつ 2 次元の共形場理論について簡単に話をする。最後に、弦理論とこれまで見てきた内容との関連を見て、超弦理論の簡単な話までを紹介できるようにするつもりである。

* email: colorglue1234@keio.jp

^{*1} 私自身は、数学をまじめに勉強していないので、あくまで説明ではなく紹介しかできないことを了承してもらいたい。

参考文献

- [1] 江口徹, 菅原祐二 : 共形場理論 (岩波書店, 2015)
- [2] 福間将文, 酒谷雄峰 : 重力とエントロピー～重力の熱力学的性質を理解するために～ (SGC ライブラリ 112, サイエンス社, 2014)
- [3] J. Polchinski : String Theory (Cambridge Monographs on Mathematical Physics, Cambridge University Press, 2005)
- [4] 九後汰一郎 : ゲージ場の量子論 I (新物理学シリーズ 23, 培風館, 1987)
- [5] 九後汰一郎 : ゲージ場の量子論 II (新物理学シリーズ 24, 培風館, 1989)
- [6] M. B. Green, J. H. Schwarz, E. Witten : Superstring Theory (25th Anniversary Edition, Cambridge University Press, 2012)