# ゲージ理論の覚え書き

宮根 一樹

最終更新：2024 年 5 月 3 日

## 目次

1 **はじめに** 2

2 **ゲージ理論の古典論** 3

2.1 相対論的な場の理論とローレンツ群 . . . . . . . . . . 3

# 1　はじめに

# 2　ゲージ理論の古典論

## 2.1　相対論的な場の理論とローレンツ群

相対論的な場の理論を構成するためには、ローレンツ変換に対して共変的な場を用意しておくと見通しがよい。特に、ローレンツ群の代数の表現を調べておけば、そのような場を構成することができる[*1]。この節では、そういった観点から場の理論を構成する。

ローレンツ群とは、次のような内積

$$A^\mu B_\mu \equiv -A^0 B^0 + A^1 B^1 + A^2 B^2 + A^3 B^3 = g_{\mu\nu} A^\mu B^\nu \tag{2.1}$$

を保存するような変換 $A^\mu \to \Lambda^\mu{}_\nu A^\nu$ のなす群のことであり、$SO(3,1)$ と表すこととする。$\mu, \nu$ を行列の添え字としてみなせば、$SO(3,1)$ は

$$\Lambda^T g \Lambda = g \quad ((\Lambda^T)_\mu{}^\rho g_{\rho\sigma} \Lambda^\sigma{}_\nu = g_{\mu\nu}) \tag{2.2}$$

を満たす変換 $\Lambda$ 全体ともいうことができる。

[*1] このように、対称性があればそれに共変的な量を用いて理論を構成していくという方針は、素粒子理論では基本的な考え方である。

## 参考文献

[1] M. E. Peskin and D. V. Schroeder, *An Introduction to Quantum Field Theory*. Addison-Wesley Pub. Co, Reading, Mass, 1995.

[2] 佐藤光, **群と物理**. 丸善出版, 東京, 2016.

[3] 茂木勇・伊藤光弘, **復刊 微分幾何学とゲージ理論**. 共立出版, 復刊版 ed., 2001.