

## Emergence of Spacetime: Boson Transformation

成清, 修  
九州大学大学院理学研究院物理学部門

<https://hdl.handle.net/2324/7442741>

---

出版情報 : pp. 1-3, 2026-09-28  
バージョン :  
権利関係 :



# Emergence of Spacetime: Boson Transformation

Osamu Narikiyo\*

2026-09-28

## Abstract

In our former note it is stressed that the missing link in the discussion of the emergence of spacetime is how to realize the classical matter field. In this note we show that the boson transformation describes the realization.

以前のノート [1] において、古典的物質の出現が（古典的）時空を導くということを指摘した。このノートでは、古典的物質がボソン変換 [2] によって記述されることを指摘する。

## 時空

ノート [1] のタイトルを「Emergence of Spacetime」としたが、これは誤解を与えるものであったので、ここでまず、追加的説明を行わねばならない。ノート [1] で「Spacetime」という言葉で表現しようとしたものを正確に言い直すと、「非自明な計量」ということになる。この言い方では、特殊相対性理論のミンコフスキー計量を自明な計量として、一般相対性理論の曲がった時空の計量を非自明な計量と呼んでいる。

## 観測者

時空は観測者のものであるということを確認したい。

出発点 [3] として、

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

---

\*Department of Physics, Kyushu University

を採って話を始める。この立場から見ると、

### 量子論とは測定の理論である

ということになる<sup>1</sup>。

測定に先立って、観測者が前提される。観測者は、測定結果を整理するためのものとして時空を導入する。

Ojima [4] の言い方では、

### 量子論とはインターフェイスである

ということになる。非時空的な量子系が、測定装置との相互作用の結果起こした現象を、観測者が時空的に記述する。

よって、ノート [1] のタイトルを「Emergence of Spacetime」としたのは、全く不適當であった。時空は、観測者の情報処理のツールであり、古典的物質の出現により現れるのは非自明な計量である。

### ボソン変換

古典的物質の出現は、ボソンの凝縮によって起こる。ボソンの凝縮はボソン変換によって記述される。

スカラーのボソン場  $\psi(\vec{x}, t)$  を

$$\psi(\vec{x}, t) = \psi_f(\vec{x}, t) + f(\vec{x}, t)$$

と書くのが、梅澤 [2] のボソン変換<sup>2</sup>である。スカラー関数  $f(\vec{x}, t)$  によって記述されるものが古典的物質であり、コヒーレント状態による表現を考えれば、無数のボソンが凝縮することによって得られる。 $f(\vec{x}, t)$  はボソンが凝縮した基底状態を指定する。 $\psi_f(\vec{x}, t)$  は、この基底状態からの励起を記述する量子的演算子である。

$f(\vec{x}, t)$  による基底状態の指定は、Type-III のフォン・ノイマン環<sup>3</sup>の言葉では、セクターの選択 [5] に相当する。Type-III のフォン・ノイマン環は、あ

---

<sup>1</sup>自然現象の根本的な記述は量子論によるものとする。よって、記述は、繰り返し測定に対するものとなる。対象が量子的であれば、測ってみるまで結果がわからないが、古典的であれば、何度測っても結果が同じとなる。

<sup>2</sup>言葉を正確に用いれば、スカラー関数  $f(\vec{x}, t)$  が指定する基底状態から作られるフォック空間  $\mathcal{H}$  を、別のスカラー関数  $f'(\vec{x}, t)$  が指定するフォック空間  $\mathcal{H}'$  に移すのがボソン変換である。

<sup>3</sup>相対論的場の量子論を記述する数学は、Type-III のフォン・ノイマン環である。

らゆるセクターの可能性をすべて集めたもの<sup>4</sup>なので、そのままでは観測対象の記述にはならない。セクターを選択して、はじめて、具体的な被測定系と対応する。

$f(\vec{x}, t)$  が、場の決定方程式および境界条件から決まれば、時空の曲率の源 [1] が与えられる。

### 一般座標

前節で安易に座標  $(\vec{x}, t)$  を用いたが、これは何であろうか。

これまでの議論で、時空は、観測者のツールであるとした。それを実装するものが座標である。この座標は任意であってよく、「一般座標」 [6] と呼ばれるものである。

座標がまず導入され、後に計量が決定する。計量を決めるものが古典的物質である。

ロヴェッリ [7] は、アインシュタインが一般相対性理論を構築する上での最大の困難が、座標の概念を距離の概念から分離することであったとしている。本ノートでは、「一般座標」はいつでも導入でき、その座標に応じて計量が決まると考えている。

## References

- [1] Narikiyo, Emergence of Spacetime (QIR, 2025).
- [2] 梅澤「場の量子論」(培風館, 1995).
- [3] 成清, 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1講 (QIR, 2018).
- [4] Ojima, Micro-Macro Duality in Quantum Physics (RIMS1488).
- [5] 小嶋「量子場とミクロ・マクロ双対性」(丸善出版, 2013).
- [6] 小玉「相対性理論」(培風館, 1997).
- [7] ロヴェッリ「一般相対性理論入門」(森北出版, 2023).

---

<sup>4</sup>この故、圏論と親和的である。