Research Institute for Fundamental Physics
Kyoto University

Field Group　　May 30, 1956　　(1)

田中一郎 : On Quantum Field Theories
Danske 29 (No. 12) (1955)
R. Haag

自由場 有限と無限の違い.

$f_k(r)$　$k = 1, 2, \ldots$

自由場 有限 → 状態ベクトルの組 可附番
(Hilbert 空間の次元)

無限 → 非可算無限

$\Psi(\nu_1, \nu_2, \ldots)$

粒子数 有限なら 可附番
無限なら 非可算.

(0) くりこみ と field theory is well defined math. scheme?

素粒子の観測 と 相互作用 の分離?

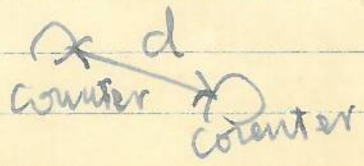
(1) Postulate

A. Quantum Physics
B. Lorentz Invariance
C. Particle Postulate

A. (a) state → $\Psi \in \mathfrak{H}$
(b) $w = |(\Psi_2, \Psi_1)|^2$

B. $x'_\mu = a_{\mu\nu} x_\nu - b_\mu$
$\mathfrak{H}$: Darstellungsraum der L.T.
$D(L_1) D(L_2) = \pm D(L_1 L_2)$
$\Psi' = D(L)\Psi$.

C. ~~[illegible]~~ event is 局所的 (local)



resolving time $\ll d/c$

(C_1) one particle state ; Lorentz group の irreducible repres.
particles $\mathfrak{h}_j$; $j \in \mathfrak{h}$

No. 5　1954. 11.　20.000

(C_2) Partial state $\psi(x,t)$
$\lim_{t\to\pm\infty} \psi(x,t) =$ one particle state

(C_3) boson or fermion
$$D(L) = 1 + \sum_j D_j(L) + \sum_j \{D_j(L)\times D_j(L)\} + \sum_{j\neq j'} D_j(L)\times D_{j'}(L)$$

(C_4) L.T. に対して invariant な state が存在する → vacuum state Φ_0

Formalism of field theory
a) $u_k^{(j)+}\Phi_\zeta = \lambda\,\Phi^{(j)}_{\zeta+k}$ $\quad\zeta = (j_k\, j'_{k'} \cdots)$
$u_k^{(j)}$: complete operator system
b) 交換関係
c) $u_k^{(j)}\Phi_0 = 0$

incoming field $\varphi^{(j)}(x)$
outgoing 〃 $\varphi^{+(j)}(x)$
$\boxed{\psi^{(j)}(x)}$ actual → $\varphi^{+(j)}(x)$, $\bar{\varphi}^{(j)}(x)$
↓
a) Basic Quantity.
b) 交換関係
c) $P_\mu, M_{\mu\nu}$: ψ の函数
d) 微分性

Mathematical Consideration
$u_k,\ u_k^+$ $\quad\psi(x)\quad \pi(x)$
自由な場合: 真空の存在 $(0,\cdots 0)$

Research Institute for Fundamental Physics
Kyoto University

$\mathfrak{H}$: countable

自由な[illegible]

$\mathfrak{H} \to \mathfrak{H}$　　　Φ_0 の存在.

$\downarrow$

reducible

$u_k \to v_k$

$$v_k = \cosh\epsilon \cdot u_k + \sinh\epsilon\, u_k^\dagger$$

$$v_k^\dagger = \sinh\epsilon \cdot u_k + \cosh\epsilon\, u_k^\dagger$$

$$T = \frac{i}{2}\sum (u_k^\dagger u_k^\dagger - u_k u_k)$$

$$e^{i\epsilon T}$$

T : $\mathfrak{H}$ の中で proper でない

$T\Psi$ の norm は ∞

$\Phi_1, \Phi_2 \in \mathfrak{H}$　$(\Phi_1, e^{i\epsilon T}\Phi_2) = 0$

$$\Phi' = e^{i\epsilon T}\Phi$$

Application

$\boxed{\text{Causality}}$　$u^\dagger(p) = \sum_{n,m}\int g^{nm}(p;p) u^\dagger$　$\begin{cases}\psi(\vec{x}) = R\varphi(\vec{x})R^\dagger \\ \pi(\vec{x}) = R\dot{\varphi}(\vec{x})R^\dagger\end{cases}$

$[\varphi(x), \varphi(x')] = 0$　　space-like

$\to \langle 0|[\pi(\vec{p}'), \varphi(\vec{p})]|0\rangle = c'\delta(p'-p)$

このような R は存在しない

No. 5　1954. 11.　20,000