HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Time-ordered Exponential for Unbounded Operators with Applications to Quantum Field Theory [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	二口, 伸一郎
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第11798号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58754
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Shinichiro_Futakuchi_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博士（理　学）　氏　名　　二口　伸一郎

学 位 論 文 題 名

Time-ordered Exponential for Unbounded Operators
with Applications to Quantum Field Theory
（非有界作用素に対する time-ordered exponential と場の量子論への応用）

time-ordered exponential は理論物理と数理物理における基本的な道具のひとつであり，特に摂動論においてしばしば用いられる．ヒルベルト空間上の有界作用素値関数から生成される time-ordered exponential は十分に研究されていたのであるが，非有界作用素値関数から生成される time-ordered exponential に関する数学的な研究はほとんどなされていなかった．本学位論文の一つ目の目的は，そのような数学的一般論を構築することである．二つ目の目的は，場の量子論の模型を具体的に構成し厳密に解析することである．特に次に述べる項目の解析を行う．

(I) 非対称なハミルトアニアンに対する力学の構成：一般に，ゲージ理論をローレンツ共変なゲージで正準量子化する際には，状態空間として不定計量空間を採用することが避けられず，力学の存在は全く非自明なものとなる．我々はこのような場合でも，あるクラスの模型に対しては力学が構成可能であることを示す．

(II) Gupta-Bleuler 形式：Gupta-Bleuler 形式は，ローレンツゲージにおける量子電磁力学に対し，不定計量を伴う状態空間から非負の内積空間を構成する形式のひとつである．本論文では，ローレンツゲージにおける Dirac-Maxwell 模型に対し Gupta-Bleuler 形式を厳密に遂行する．

(III) Gell-Mann—Low 公式：Gell-Mann—Low 公式は場の量子論において n 点関数の結合定数に関する形式的漸近展開を与える公式である．本論文では，非有界作用素を含むあるクラスのハミルトニアンに対して Gell-Mann—Low 公式の定式化と証明を与え，さらに場の量子論の模型に対し応用する．

(IV) 自己共役性の判定条件： time-ordered exponential が収束し，相互作用描像における力学が存在するならば，適切な方法で Schrdinger 描像に変換することにより，ハミルトニアンの自己共役性が従うことが予想される．本論文では，この考察に基づいた自己共役性の新しい判定条件を与え，応用として，クーロンポテンシャルを伴う Dirac-Maxwell 模型のハミルトニアンの本質的自己共役性を証明する．