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_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博士（理学）　　氏 名　二口 伸一郎

審査担当者
主 査　教 授　新井 朝雄
副 査　教 授　洞 彰人
副 査　准教授　宮尾 忠宏

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）

博士学位論文審査等の結果について（報告）

量子場の理論の数学的研究は１９５０年代に始まり、これまでいくつかのブレークスルーがあったが、なおも量子場の理論の数学的基礎に関して解析すべき問題は数多く残されている。本論文は、そのような未解決問題のいくつかを主題とするものである。

本論文の主内容のひとつは、ヒルベルト空間上の非有界線形作用素から生成される指数関数型時間順序積（time-ordered exponential） の存在に関する一般論の構築である。指数関数型時間順序積については、従来、有界線形作用素や積積分(product integral)が定義されるようなよいクラスの作用素に対してのみ数学的研究がなされていた。本論文は、指数関数型時間順序積をより広い非有界作用素の範疇へと拡大することを目的とする研究であり、新しい領域を拓く独創的なものである。著者が構築した理論の応用範囲は広い。本論文では以下のトピックスへの応用が詳しく論じられている。

(1) 非対称かつ非正規なハミルトニアンに対する時間発展の存在。これは、特に、相対論的な量子電磁力学(QED)の不定計量による定式化において重要である。著者は、QEDの標準的なモデルで切断（空間切断、紫外切断、赤外切断）をいれたものに対して、適当な条件のもとで、その時間発展の存在を証明した。
(2) 複数のDirac粒子と可換量子ゲージ場が相互作用するモデル(Dirac-Maxwell モデル)をグプターブロイラー形式で考えた場合の時間発展の存在。
(3) 量子場の理論において、真空期待値に対する摂動論の基礎となるゲルマンーローの公式の一般的な作用素論的設定での導出。
(4) 対称作用素の本質的自己共役性に対する新しい判定条件の確立。これは、上記のDirac-Maxwellモデルをｸｰﾛﾝゲージで量子化した場合のハミルトニアンの本質的自己共役性の証明を可能にした。

これらの結果はいずれも新しい、独創的な結果であり、非有界線形作用素論および関連する数学の諸分野，また量子数理物理学に寄与するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。