



Title	Semi-classical Asymptotics for the Partition Function of an Abstract Bose Field Model [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	相原, 祐太
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第11088号
Issue Date	2013-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/53905
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yuta_Aihara_review.pdf, 「審査の要旨」



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 相原 祐太

	主査 教 授	新井 朝雄
審査担当者	副査 教 授	洞 彰人
	副査 准教授	宮尾 忠宏

学位論文題名

Semi-classical Asymptotics for the Partition Function of an Abstract Bose Field Model
(ある抽象的ボース場モデルの分配関数に対する半古典的漸近挙動)

博士学位論文審査等の結果について（報告）

よく知られているように、量子力学は、プランクの定数と呼ばれる物理定数 h を含み、それは量子的作用を特徴づける定数であると考えられている。 h を正のパラメーターとみなすとき、 $h \rightarrow 0$ の極限は、適切な意味において、古典力学を与える操作であると解釈され、古典的極限と呼ばれる。量子力学における諸量を $h=0$ の近傍で h の冪に漸近展開する問題は、量子効果を見出す意味でも重要であり、半古典的極限の問題として言及される。しかしながら、そのような漸近展開可能性は、数学的に厳密な意味では、全然自明な問題ではなく、優れて高度な数学的問題を提示する。有限自由度の量子力学を記述するシュレーディンガー作用素に関しては、半古典的極限の問題に関する基本的な結果は、これまでの研究により、ほぼ出つくした観がある。ところが、素粒子の生成・消滅を記述する無限自由度の量子力学である量子場の理論においては、無限自由度にまつわる数学的難しさもあって、半古典的極限の問題は、A. Arai (Journal of Functional Analysis 136(1996), 510—547) による研究が出るまで、皆無であった。Arai はこの論文において、自己相互作用するボソン（ボース粒子）の量子場（ボース場）の抽象的モデルの分配関数に対して、ゴールドストーン・トンプソン型不等式および古典的極限を導出した。

本学位論文は、この Arai の研究をさらに追究するものである。その主結果は、分配関数に対して、 h の 2 次のオーダーまでの漸近展開可能性の証明およびその展開係数の陽な表示を与えたことである。その導出における最も困難な点は、ある種の無限次元空間上の積分（汎関数積分）に関して、微分と極限・積分の交換可能性を示すことであった。この困難を克服するために、著者は、新しいクラスの局所凸空間を導入し、この空間に関わる性質として、微分と極限・積分の交換可能性の問題を定式化し、その結果を応用することにより、分配関数に関する漸近展開を導いた。この方法は独創的なものであり、得られた結果は新しくかつ価値あるものである。これを要するに、著者は量子場の抽象的モデルに対して、その分配関数の h による漸近展開に関する新知見を得たものであり、関数解析学的手法による量子場の数学的理論の研究に貢献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者と認める。