

## 別紙2

### 審査の結果の要旨

論文提出者氏名: 桐生 直輝

AdS/CFT 対応とは 1997 年に Maldacena によって提唱された、 $d$  次元の共形場理論と  $d+1$  次元の量子重力理論が等価であるという主張であり、次元が異なり、重力がない理論と重力のある理論を関連させ、しかも強結合極限と弱結合極限をいれかえるという、何重にも驚くべき対応であり、素粒子理論研究の一つの指針として、それからの20年以上にわたって世界中の研究者により精力的に研究されてきた。この博士論文は、この AdS/CFT 対応の理解を着実に一歩すすめる価値のあるものである。

より詳細に論文提出者のなしたことを述べると以下のようなになる。AdS/CFT 対応の中でももっとも典型的なケースが、論文提出者の扱った4次元 $N=4$ 超対称ヤンミルズ理論に関するものである。この理論は、ファインマン図による摂動計算だけでなく、可積分構造をもちいた解析が可能であるため、通常の場合よりも遥かに詳細な解析を可能とする。二点相関関数に関しては十年ほど前から厳密解が知られており、現在の目的は三点相関関数およびそれ以上の決定にうつっている。その中で大きな進展が、hexagonalization(六角化) という手法であり、三点相関関数の計算を hexagon (六角形) と呼ばれ、可積分構造によって解析できる対象に分解するものである。ここまでがこの博士論文の背景となり、論文の Part I および Part II で適切にレビューされている。

論文提出者自身の研究は、この六角化の理解をさらに進展させるというものである。基本的なアイデアは、これまでの六角化の研究は閉弦に対応する演算子を考えていた為、かならず六角形が二つ出ていたが、開弦に対応する演算子、すなわち Wilson ループ演算子を考察することで、六角形が一つしか出てこない、より簡明なセットアップを解析できるということである。さて、六角化は可積分構造に基づいたものであるので、場の理論を通常の摂動計算で扱った

場合に、どのように六角化が現れるかは全く明らかではない。論文提出者は、この系を場の理論の丁寧な計算により調べることで、六角化がどのように生じているかを明らかにした。一つの大きな結果は、ladder approximation が正当化されるような演算子の組み合わせをとることにより、摂動計算を全次数で閉じた形で実行したというものである。この全次数の結果は、その後可積分構造の観点から別グループにより見事に再現された。もう一つの大きな結果は、摂動計算の結果を六角化の形に書き直すことによって、可積分構造の方法では求めることが困難な領域における六角形の寄与を決定したというものである。

以上のように、論文提出者は、量子重力および場の量子論の研究の中で二十年近く指針となっている AdS/CFT 対応の理解の進展を着実に一歩進める重要な研究を行った。この博士論文は、すでに学術雑誌に掲載されている二つの論文、また、審査会の時点では査読中のもう一つの論文に基づくものである。これらの論文は、論文提出者とその他の研究者の共同研究であるが、論文提出者の大きな寄与は明らかである。また、博士論文審査会において、論文提出者は明快なプレゼンテーションを行い、主査、副査、その他の参加者からの鋭くまた厳しい質問に対しても、満足の行く返答をし、自身の深い理解をあきらかにした。したがって、本審査委員会は 博士（学術）の学位を授与するにふさわしいものと認定する。