The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | Description of curved spacetime by matrix models |
| Author(s) | 島﨑, 信二 |
| Citation | 大阪大学, 2009, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/49709 |
| rights | |
| Note | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【37】

| | |
|---|---|
| 氏　　名 | 島　崎　信　二（しま さき しん じ） |
| 博士の専攻分野の名称 | 博　士（理　学） |
| 学　位　記　番　号 | 第　２２６７１　号 |
| 学位授与年月日 | 平成21年３月24日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第４条第１項該当<br>理学研究科物理学専攻 |
| 学　位　論　文　名 | Description of curved spacetime by matrix models<br>（曲がった時空の行列模型による記述について） |
| 論　文　審　査　委　員 | （主査）<br>教　授　細谷　　裕<br>（副査）<br>教　授　東島　　清　　教　授　窪田　高弘　　教　授　浅川　正之<br>准教授　波場　直之　　静岡大学准教授　土屋　麻人 |

## 論　文　内　容　の　要　旨

本論文は行列模型によってどのように曲がった時空や位相的に非自明な配位が実現されるかについての研究である。まず、主束上のゲージ理論とその底空間上のゲージ理論の間の関係を示す。また、主束が群多様体の時には、そのゲージ理論を０次元まで dimensional reduction して得られる行列模型との関係も議論する。特に、U(1)束、SU(2)束上の Yang-Mills(YM)理論が、底空間上の YM+higgs 理論のある背景まわりの理論と等価であることを示す。また、$SU(n+1)/(SU(n)\times U(1))\sim CP^n$ 上の YM-higgs 理論のモノポール真空まわりの理論が行列模型のある真空まわりの連続極限と等価であることを示す。さらに、これと U(1)束のときの関係を組み合わせることで、$SU(n+1)/SU(n)\sim S^{2n+1}$ 上の YM-higgs 理論を行列模型で実現できることを示す。
次に、上で述べた YM 理論の間の関係を他の場の理論、位相的場の理論と超対称 YM(SYM)理論、に応用する。位相的場の理論としては、$S^3/Z_k$ 上の Chern-Simons 理論、$S^2$ 上の YM 理論と等価な質量項の入った $S^2$ 上の BF 理論、行列模型の間の関係を議論する。SYM 理論としては、$R\times S^3/Z_k$ 上の N=4 SYM 理論、$R\times S^2$ 上の SYM 理論、plane wave matrix model の間の関係を議論する。特に、位相的場の理論の間の関係において、行列模型の分配関数を計算し、あるセクターが $S^2$ 上の YM 理論の分配関数を再現することを示す。また、SYM の間の関係において、これら SYM 理論に双対な重力理論の間の関係と完全に一致していることを示し、ゲージ重力対応の非自明な証拠を与える。さらに、SYM 理論の間の関係を利用し、$R\times S^3$ 上の N=4 SYM 理論の非摂動的な定式化を提唱する。この定式化では、$R\times S^3$ 上の N=4 SYM 理論を plane wave matrix model のある真空まわりの理論として実現する。これは、16 個の supercharge とゲージ対称性を保つ定式化になっている。1－loop の摂動計算を実行し、連続極限で超共形対称性が回復していることの証拠を与える。

## 論文審査の結果の要旨

重力を含む量子論として唯一整合性のある統一理論である超弦理論の非摂動的な定式化として行列理論が提唱されている。本論文「Description of curved spacetime by matrix models（曲がった時空の行列模型による記述について）」では、行列模型によってどのように曲がった時空や位相的に非自

明な配位が実現されるかを明らかにした。$S^{2n+1}$、 $CP^n$ 上で、モノポールなど位相的に非自明な配位を含む超対称ゲージ理論が、特定の plane wave 行列模型から再構成されることを示した。両者の分配関数が一致することも示され、量子論的なレベルでの等価性が確立された。特に、$S^3$ 上の N=4 超対称非可換ゲージ理論に等価な plane wave 行列模型を発見したことは、超対称性とゲージ対称性を保つ N=4 超対称非可換ゲージ理論の正則化を与えたことも意味し、連続極限ゲージ理論の構成の観点からも画期的である。また、様々な超対称非可換ゲージ理論の間の関係が、それらに双対な重力理論の間の関係と一致することを示し、ゲージ・重力対応の非自明な証拠を与えた。これらは、今後、４次元時空の生成など超弦理論の理解を深める上で極めて重要である。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。