N=D=2 twisted superspace formalism and Dirac-Kähler fermions [1]

北海道大学大学院理学研究科　加藤 順司
E-mail: jkato@particle.sci.hokudai.ac.jp

一般に、トポロジカルな場の理論 (TFT) を量子化すると BRST 対称性の他に vector index を持つ fermionic な変換があることが知られていて、vector supersymmetry と呼ばれていました。また、Witten[2] により、N=2 super Yang-Mills を twist と呼ばれる操作で Donaldoson invariants と呼ばれる位相不変量と対応がつく事が明らかにされました。更に、Baulieu , Singer [3] によって、このトポロジカルな作用が Topological Yang-Mills をゲージ固定条件としてインスタントンを用いて量子化を行う事により導かれることが明らかになりました。従って、TFT , supersymmetry , 量子化が密接に関係した大変興味深い領域となっています。

一方、Kawamoto , Watabiki によりゲージ場を全ての高階の反対称テンソル場と全ての統計性へ拡張した定式化が提案されました。この定式化の特徴は、反対称テンソル場のみで記述されるので任意次元への一般化が可能となっています。従って、Chern-Simons ,topological Yang-Mills 理論の任意次元への一般化が与えられます。この一般化された topological Yang-Mills の 2 次元での量子化が Kawamoto ,Tsukioka [4] によって与えられ、twist によって N=2 super Yang-Mills と対応がつくことが明らかにされました。また、twist の操作で spinor と反対称テンソル場を結び付ける Dirac-Kähler fermion[5] が重要な役割を果たしていることが指摘されました。

今回、super charge を Dirac-Kähler fermion を用いて twist し、導かれた charge の代数を出発点として、twisted superspace formalism を構成しました。まず、twisted chiral superfield を用いて作用をを構成し、それが 量子化された BF 理論となることを示しました。更に、これが twist の結果 N=2 Wess-Zumino モデルと同等であることが分かりました。次に、twisted vector superfield を用いて、一般化された topological Yang-Mills の量子化された作用を導き N=2 super Yang-Mills と同等であることを示し、そのとき ghost や補助場が Dirac-Kähler fermion として matter fermion などと関係づけられることを示しました。

最後に、この twisted superspace formalism は、通常の superspace とは異なり、全てベクトルで記述されているので Fierz 変換などをせずに計算できるという利点を持っているので、新しい supersymmetric な理論を構成するのに強力な道具となるのではないか思われます。更に、この formalism は Dirac-Kähler fermion を自然な形で含んでいて、これは Kogut-Susskind fermion や staggerd fermion の連続空間の対応物であり、格子上で supersymmetry を構成するのに利用できるのではないかと期待しています。

参考文献

[1] J. Kato , N. Kawamoto , Y. Uchida , to appear

[2] E. Witten , Commun. Math. Phys. **117**, (1988)353

[3] L. Baulieu , I. Singer , Nucl. Phys. Proc. Suppl. **B5**(1 988)12

[4] N. Kawamoto , T. Tsukioka , Phys. Rev.**D61**(2000)105009

[5] E. Kähler , Rend. Math. **21**(1962)425

[1] この報告は、北大理　河本 昇 氏　、内田 幸哉 氏　との共同研究 [1] に基づいています。