この研究は、L. Smolin の提唱に基づいて $osp(1|32,R)$ 及び $gl(1|32,R)$ super Lie 環に基づく新しい行列模型の定式化に関して議論したものである。

まず $osp(1|32,R)$ super Lie 環は 11 次元の M-theory の対称性を含んだ極大な Lie 環として知られているものであり、超弦理論の構成的定義を記述する枠組みとして自然なものである。我々が考察した model は、作用が行列の 3 次式で記述されるものである。まず本論文では IKKT model との超対称性の比較に関して議論した。IKKT model は $\mathcal{N}=2$ 超対称性を有しており、これは理論が重力を記述するためには本質的な性質である。何故ならばこの超対称性によって、理論が massless 粒子を含むならば、spin 2 の graviton を含むことができるからである。超対称性に関する議論によって、我々の考察する $osp(1|32,R)$ 行列模型が、IKKT model のもつ $\mathcal{N}=2$ 超対称性を二重に含む構造であることを明らかにした。

本研究で次に考察したのは、「ゲージ化」と呼ぶ概念によって $osp(1|32,R)$ 行列模型を拡張したものである。もとの $osp(1|32,R)$ 行列模型のゲージ対称性は Lie 群としての直積 $OSp(1|32,R)\times SU(N)$ であり、故に $osp(1|32,R)$ と $su(N)$ のゲージ対称性は分離したものであった。ここでいう「ゲージ化」とは Lie 群としてでなく、Lie 環としての直積のゲージ対称性を考察することにある。直積 $osp(1|32,R)\otimes su(N)$ 自体は交換子について閉じた Lie 環を形成しないので、これを含む閉じた最小の Lie 環として $gl(1|32,R)\otimes gl(N,R)$ のゲージ対称性を持った Lie 環を考える。これは群としての直積とは違って $gl(1|32,R)$ と $gl(N,R)$ のゲージ対称性が入り組んだものであり、それ故に理論のゲージ対称性が飛躍的に拡大される。

我々は $gl(1|32,R)$ 行列模型についても IKKT model との関連について議論した。$gl(1|32,R)$ 行列模型に関しても、考察するものは行列の 3 次式で記述される作用である。そして 10 次元の理論を考察するにあたって、Wigner Inönü contraction によって 11 次元の理論を 10 次元に落とした。こうして $gl(1|32,R)$ 行列模型の有効作用を考えると、有効作用は完全に 0 になるのであるが、これは topological matrix model の概念と関連があるのではないかと考えられる。