9次元

アインシュタイン方程式には次元の制約はない
物理法則に次元が決まるのは前代未聞
最新の超弦理論 9次元 + 時間 = 10次元
かつてのひも理論では 25次元
数学的には24次元が美しい
M理論では11次元だ
基本は9次元+1次元(時間)=10次元
6余剰次元=9次元-3次元
ということで、なぜ余剰次元が現れるのかひも理論から説明してみよう

光子には質量がない
量子ゆらぎのエネルギーはゼロではない
ゆれる方向は、空間の次元をDとすると、
(D-1) x (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + ...)
光子全体のエネルギー (=光子エネルギー + 最低エネルギー)は、
2 + (D-1) x (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + ...) に比例する
ここで、1 + 2 + 3 + 4 + 5 + ... = - 1 / 12 から、
光子エネルギー = 2 - (D - 1) / 12 = 0
それゆえ、D = 25

では、超弦理論ではどうなるのか!!
光子エネルギー は、普通の空間でD次元の方向に振動するほかに、超空間でグラスマン数の座標の方向へも振動するため3倍の
2 - (D - 1) / 12 x 3 = 2 - (D - 1) / 4 = 0 となる
これから、D = 9 となる.
q.e.d

//////

グラスマン代数は外積代数とも呼ばれ、平たくいえばベクトルの外積を抽象化したものです。

ベクトルの外積は、簡単に言うと右ねじの原理です。
右ねじは右に回すとねじが引っ込み、左に回すとねじがゆるんで上がってきます。

たとえば簡単のために、aをX軸方向（横方向）に長さ１のベクトル、
bをY軸方向（縦方向）に長さ１のベクトルを考えてみます。
aをbの方向にbに重なるように回します。
つまり90度だけ反時計回りに回すということです。
この時のねじの進んだ方向（この場合は上方向）のベクトルをaとbの外積といい、
a×bで表します。

a×bはねじがゆるんで上がってくる方向ですが、
b×aはbの位置からaの方向へ回すので、時計回り。
つまりねじが締まって引っ込みます。
向きが正反対なので、$a \times b = -b \times a$ です。

もう少し一般的に書くと、次のようになります。

aとbを平面上の２つのベクトルとし、aとbのなす角をθとします。
この時、ベクトルの外積a×bを次のように定義します。
【定義】a×bとは、
　　　　aをbの方向にbに重なるように回した時の、ねじの進む方向を示すベクトル。
　　　　その長さを$|a| \cdot |b| \cdot \sin\theta$とする。

$a \times b = -b \times a$ の式で $b = a$とおくと、$a \times a = -a \times a$となるので、$a \times a = 0$。
（マイナスを取っても等しいのはゼロしかないということです。）