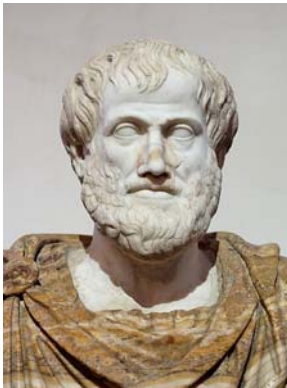


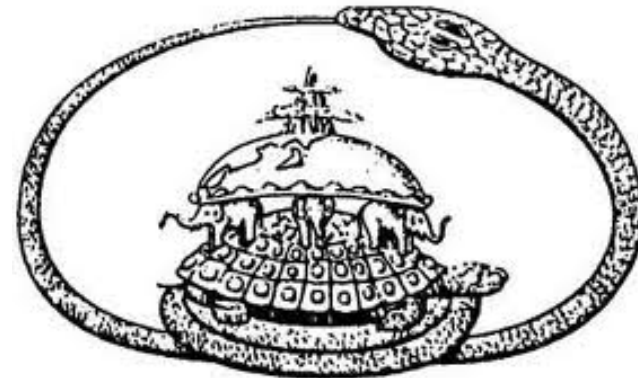
過去の世界観

人類は太古の昔から「物質と宇宙の起源と構造」について、探求してきた。



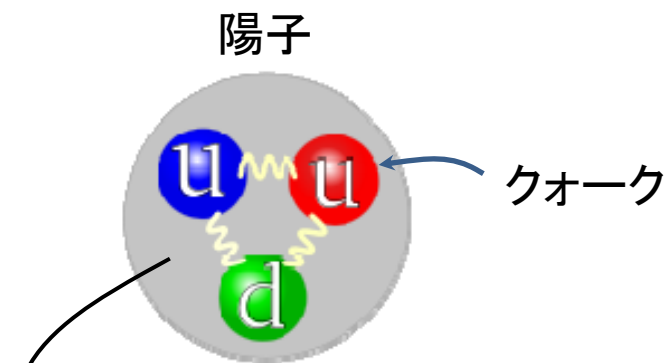
アリストテレス

“自然界は、
火と水と土と空気できている”



古代インドの人々の考えた宇宙

現在の世界観

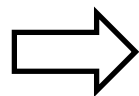


物質は素粒子で構成

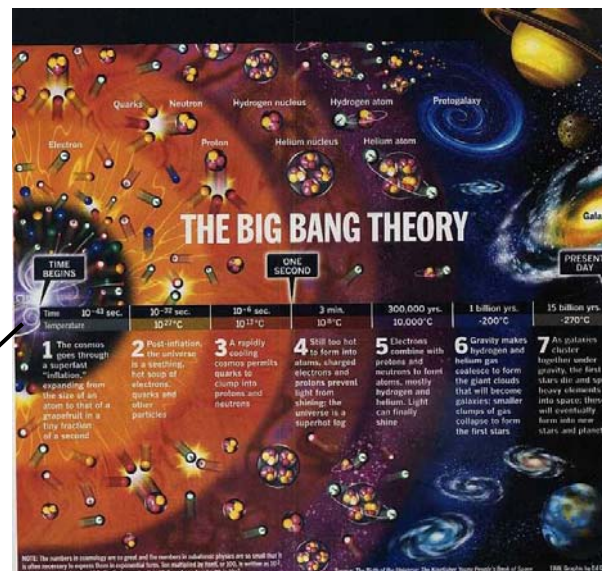
グルーオン(ゲージ粒子)
量子色力学(QCD)



格子ゲージ理論



ゲージ重力対応
格子超対称性



ビッグバン宇宙

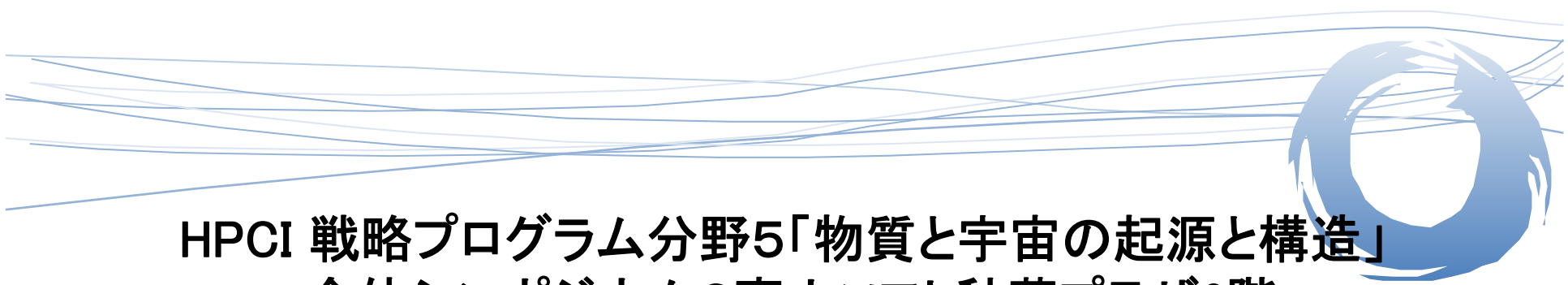
初期宇宙、重力の量子論



超弦理論

格子ゲージ理論と超弦理論の邂逅

– Black Hole from Lattice Gauge Theory –

A decorative graphic consisting of several thin, wavy blue lines that sweep across the middle of the slide. On the right side, there is a circular logo made of blue, brush-stroke-like lines, resembling a stylized ring or a knot.

HPCI 戦略プログラム分野5「物質と宇宙の起源と構造」
全体シンポジウム@富士ソフト秋葉プラザ6階

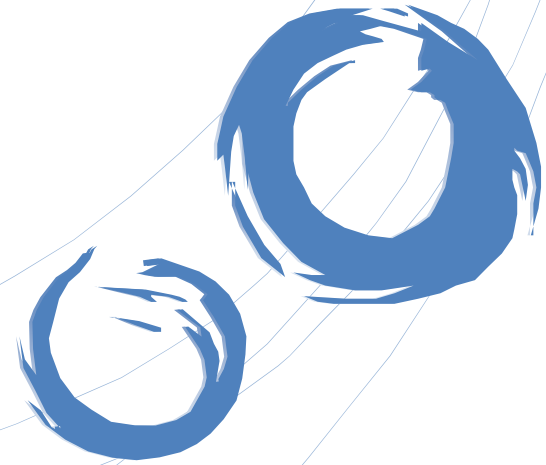
2014年 3/4 (火)

加堂大輔 (KEK)

このトークの流れ

1. イントロ
2. 超弦理論について
3. 格子ゲージ理論からブラックホールの物理へ
4. まとめと展望

2. 超弦理論について



重力の研究の始まり

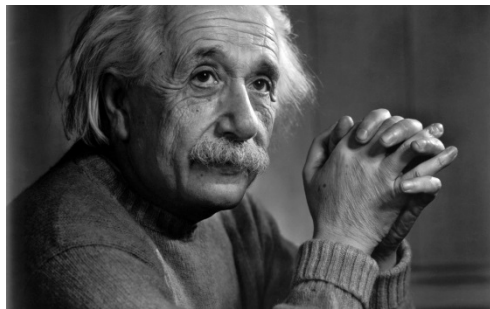
木から落ちるリンゴ = 太陽の周りを回る地球



万有引力の法則



アイザック・ニュートン



アルバート・アインシュタイン

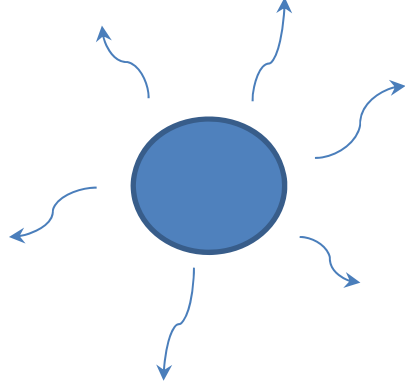
一般相対性理論



ブラックホール

ブラックホールの熱力学

ブラックホールの蒸発



ホーキング輻射



スティーブン・ホーキング

ブラックホールの熱力学

BH エントロピー $S_{BH} = \frac{k_B c^3}{4\hbar G_N} A$

マクロな描像



ミクロな描像

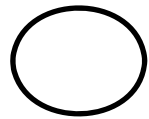
熱力学 \Rightarrow 統計力学

超弦理論 [1996 ストロミンジャー&バッフア]

超弦理論とゲージ重力対応

超弦理論

点粒子 → 弦



: 閉じた弦



重力子(グラビトン)

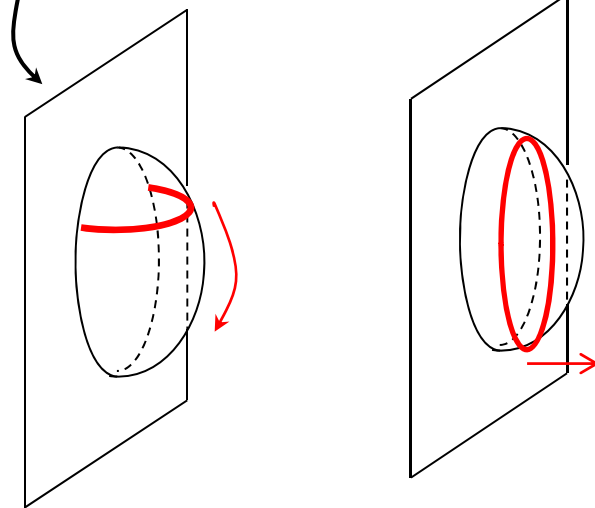


: 開いた弦

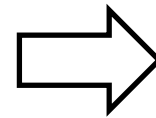


ゲージ粒子

D-ブレーン



[1997, マルダセナ]

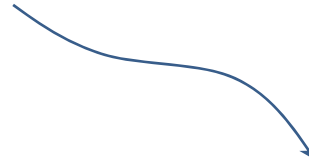


ゲージ重力対応
(AdS/CFT対応)

格子ゲージ理論と超弦理論

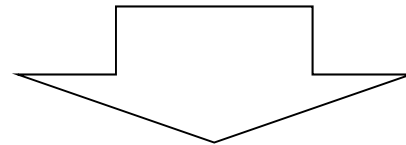
超弦理論

超対称性 : ボソン \Leftrightarrow フェルミオン



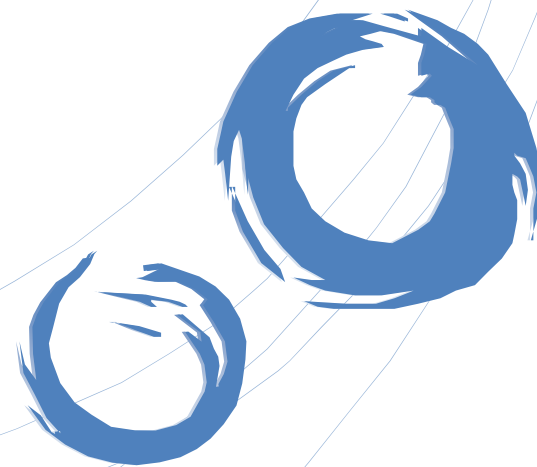
ゲージ重力対応
[1997-, マルダセナ]

格子超対称性の進展
[2004-, カプラン, 杉野]



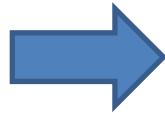
格子ゲージ理論から重力の量子論(超弦理論の物理)へ

3. 格子ゲージ理論からブラックホールの物理へ



格子ゲージ理論でゲージ重力対応を調べる

格子ゲージ理論



初期宇宙

宇宙がどのように誕生したか？

次元はなぜ4次元になったのか？

ブラックホールのミクロな理解

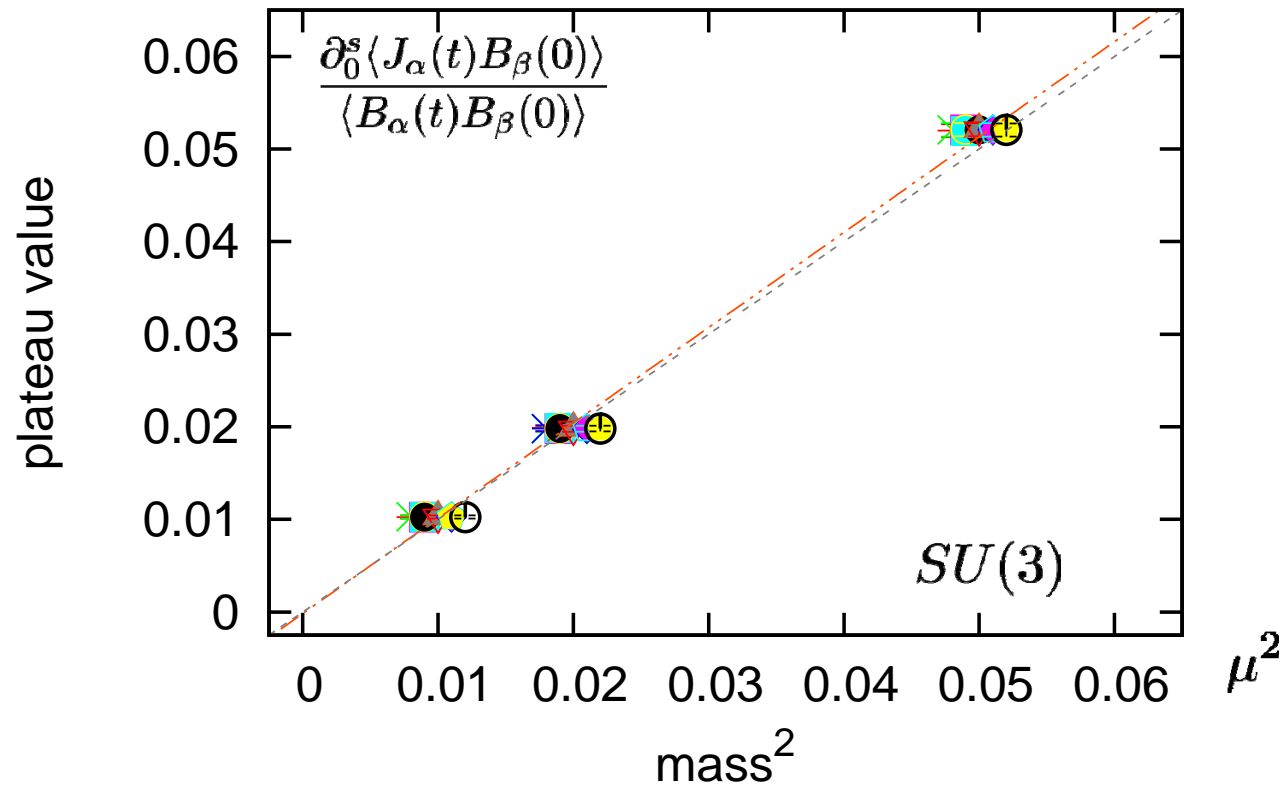
萌芽的研究課題として、

“16個超対称性を持つ1次元超対称ヤンミルズ理論“

における ゲージ重力対応の検証 [D.K. and S.Kamata]

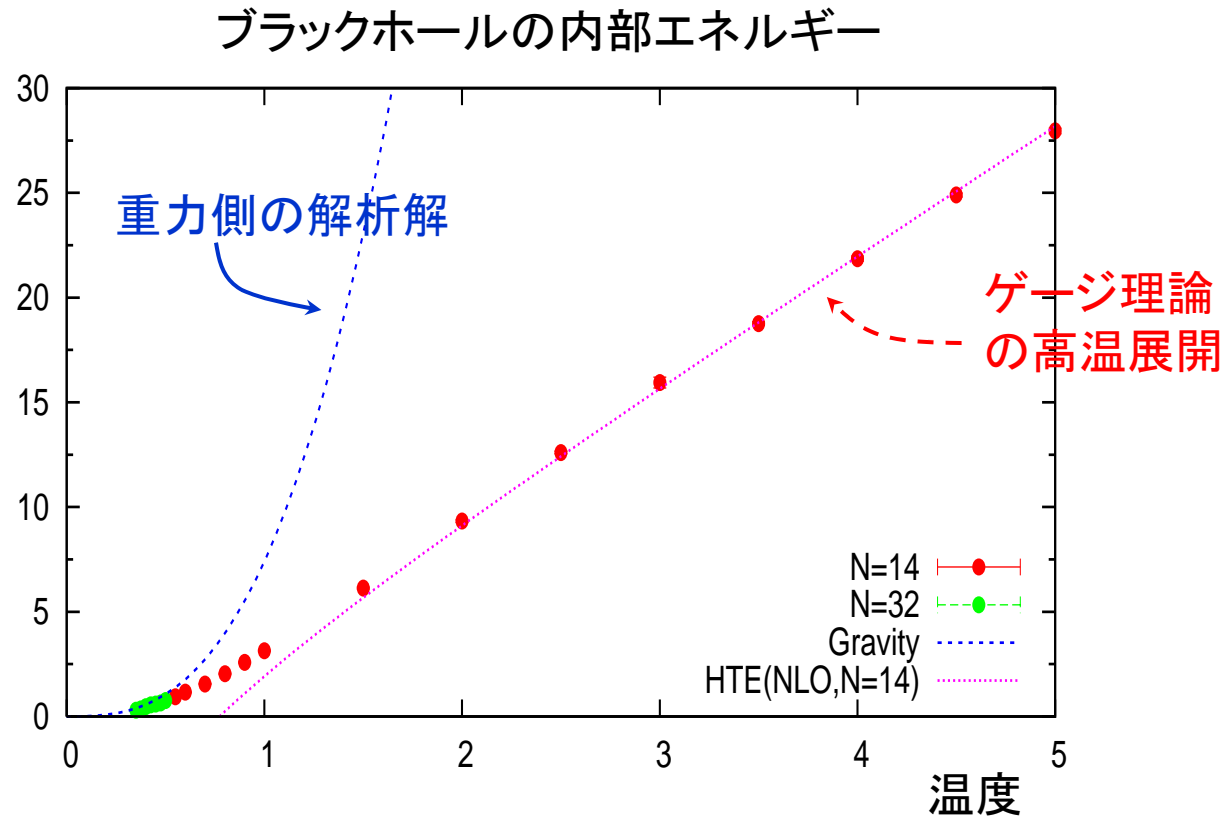
コンピュータ上に超対称性を実現

格子上で超対称性 \Rightarrow 超対称ウォード高橋恒等式を調べる



16個の超対称性を持つ系を格子上から実現

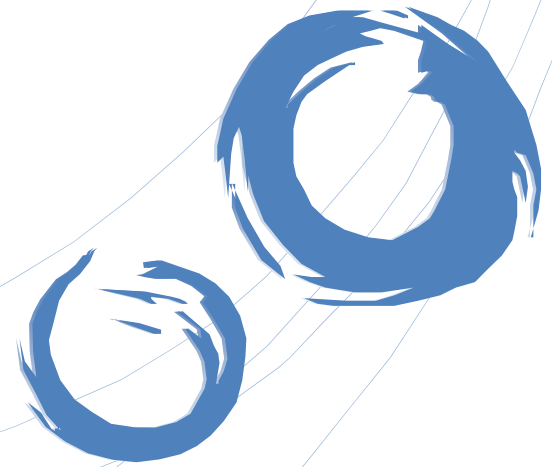
ブラックホールの内部エネルギー



格子ゲージ理論で得られた
ゲージ重力対応を示唆する最初の結果

cf. J.Nishimura et.al, 2007, Catterall-Wiseman,2007

4. まとめと展望



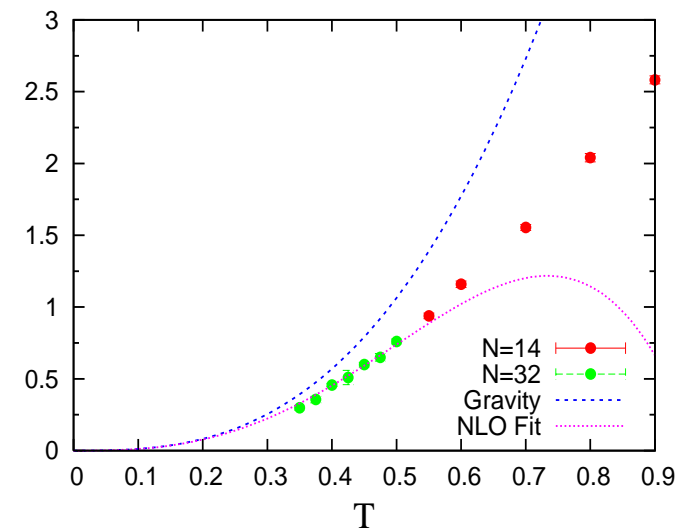
本年度の達成項目 & 次年度の目標

■ 本年度

- 16個の超対称性が格子上で実現されていることを確認
- BHの内部エネルギーの計算はゲージ重力対応の正しさを示唆

■ 次年度

- 低温領域でBH内部エネルギーの計算
- シュワルツシルド半径を(格子)ゲージ理論で計算
- 2次元への拡張



展望

格子ゲージ理論はQCDにのみ閉じた枠組みではない
重力の量子論へのアプローチも可能

