

時空についての

とりしめのない話

2010年2月19日

@志なのや

今村 洋介

(東工大)

指令

宇宙論 & 素粒子論
に関する展望と語り



白水社

宇宙論 — 時空構造についての学問

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = T_{\mu\nu}$$



弦理論 — 「時空」という概念
そのものに対して
新しい示唆を与える。

たとえば T-duality

$M = \mathbb{R}^9 \times S^1(R)$ 上の弦理論

\Downarrow 等価 (T-duality)

$\tilde{M} = \mathbb{R}^9 \times S^1(\alpha_s^2/R)$ 上の弦理論

内部空間は何? という問いに
対する答えは、一つに決まらない。

「時空の構造」が一意的に
決まらない。

時空の次元という概念さえも、
あやふやなものになる。

通常

(少なくとも、実験、観測で
わかっている範囲では)

時空の次元 $(d) = 4$

だ"と思っている。

一方、弦理論では、 $d > 4$ から
出発する。

どういう観測があれば、このことを
現実として受け止めるのか？

「LHC で KK modes が発見」

されればよいのか？

実は KK modes は既に
発見されている

Sakai - Sugimoto model

Heavy mesons = KK modes

今のところ、難点あり

- QCD sector のみ
- extra modes が現れる

上記の問題が解決したら、

“extra dimension の発見” と
いえるのか？

これは、物理の問題ではなくて、
どういう見方をするかという
態度の問題？

AdS_5 / CFT_4 (あるいは AdS_5 / QCD_4)
が「正しいければ」、つまり、

$AdS_5 \iff CFT_4$
duality (等価)

で「あれば」、時空の次元を 5 とするか
 4 とするかは立場の問題

しかし、どちらかた「けが」「正しい」
という可能性もある。

E. Verlinde の proposal

arXiv
1001.0785

重力は entropic force である。

- 「重力場」などというものは fundamental field として存在しない
- 「温度」や「圧力」などと同じように、「時空」も macroscopic にのみ存在する概念

emergent spacetime

- 重力の量子化が困難なのは
そもそも「重力」が存在しない
から

この立場だと、AdS/CFTは
「duality」ではない。

boundary theory microscopic 存理論



有効理論

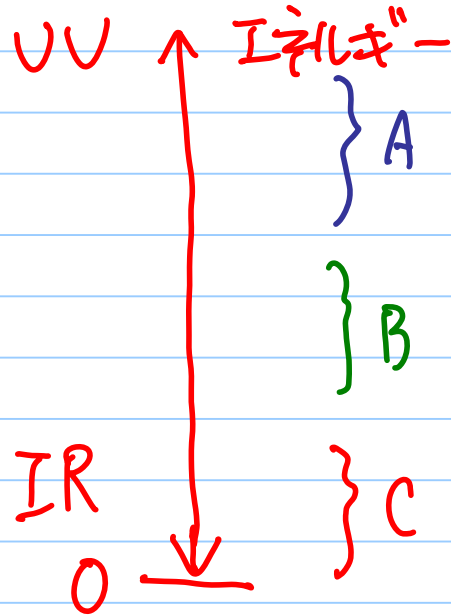
bulk theory
(gravity) macroscopic 存理論

この世の次元は

3 (=2+1) 次元。

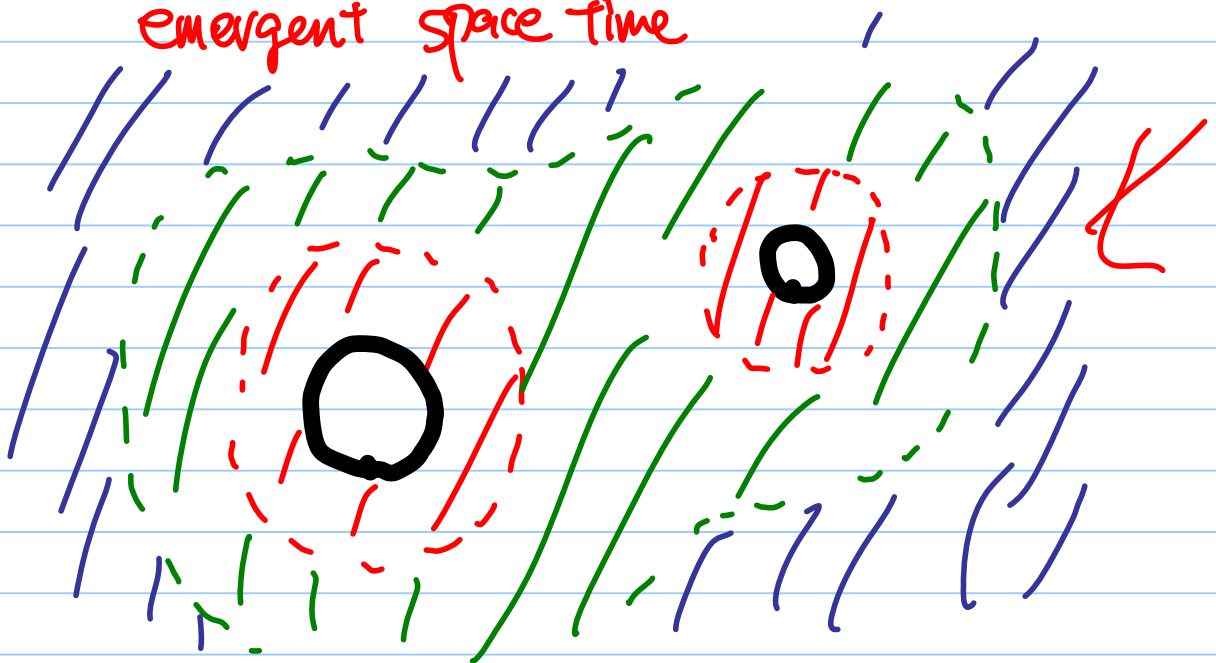
micro

macroscopic 理論 (2+1次元? 1次元?)



有效理論

emergent space time



まとめ

- Holography の可能性だけ見ても、この世界の次元として $d=5$ や $d=3$ などの可能性がある。

- 重力理論の発展によって、「時空の次元」は今後どうなるのだろうか？

100年後、この世は
何次元でよらうか？

○ 4次元

~~4~~ 2

○ 4次元で
ない

25

○ その他

7

野望

次元を'変える'ような
仕事ができたら
いいですね。