クォーク は 量子重力

Fundamental Physics Prize（三億円）

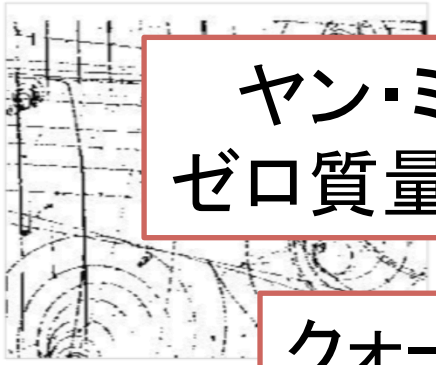
http://www.princeton.edu/main/news

CLAY 数学研究所
ミレニアム問題（一億円）

CMI

ABOUT PROGRAMS MILLENNIUM PROBLEMS PEOPLE PUBLICATIONS EUCLID EVENTS

Yang–Mills and Mass Gap



The laws of quantum physics stand to the world of

have been tested at many experimental laboratories, but

subtle quantum mechanical

even though the classical waves travel at the speed of light. This property has been discovered by physicists from experiment and confirmed by computer simulations, but it still has not been understood from a theoretical point of view. Progress in establishing the existence of the Yang-Mills theory and a mass gap and will require the introduction of fundamental new ideas both in physics and in mathematics.

This problem is: Unsolved

illennium

Related Documents:

l Problem
on

of the Problem
by Michael Douglas

Related Links:

Lecture by Lorenzo Sadun

ヤン･ミルズ･内山の理論に
ゼロ質量状態が無いことを示せ

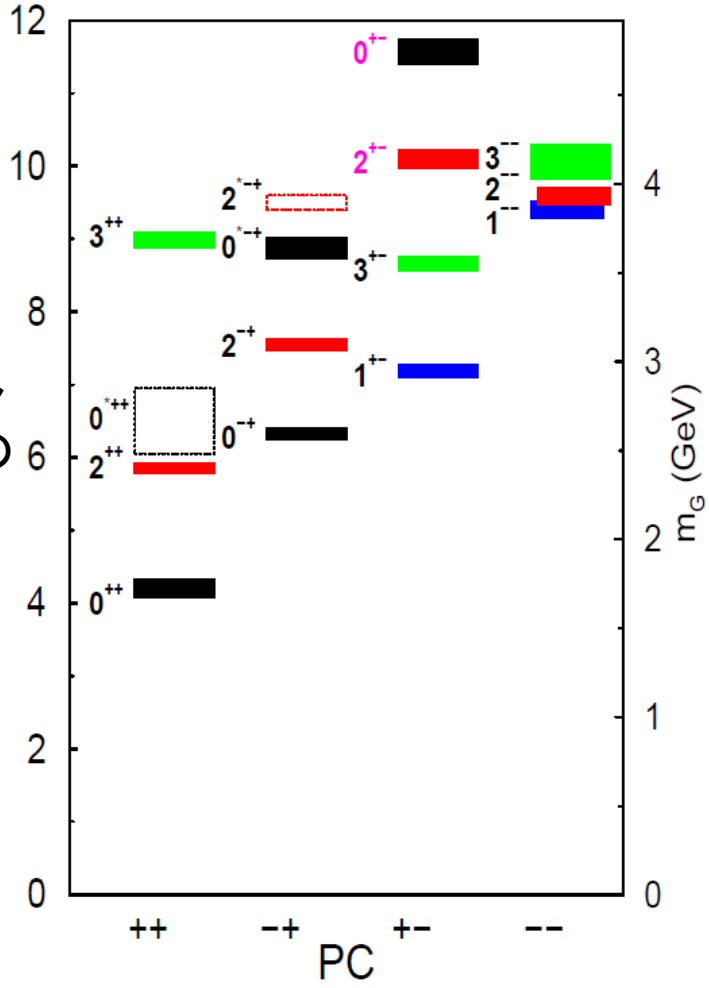
クォークの閉じ込めを示せ

http://www.claymath.org/

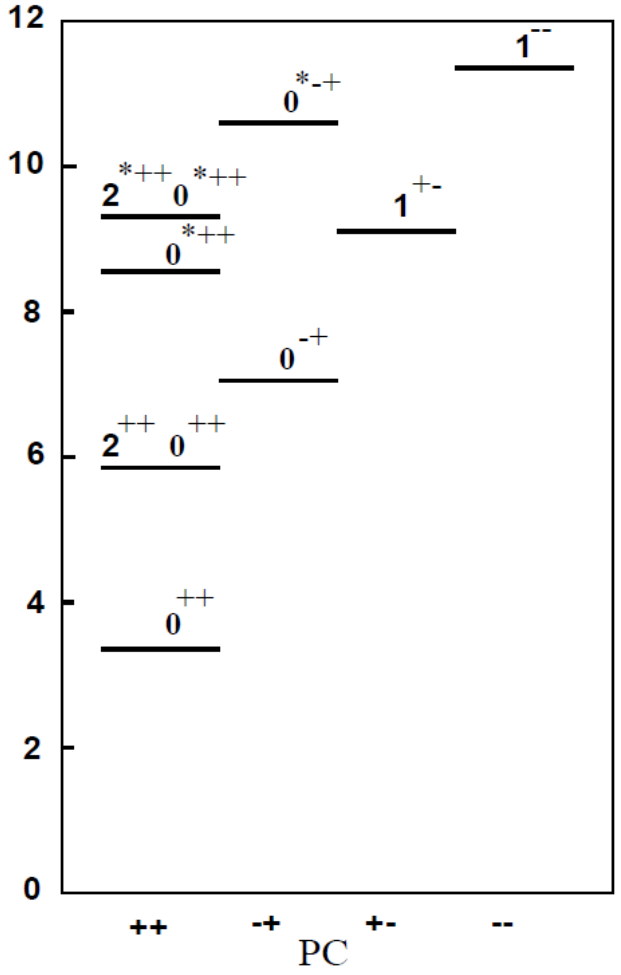
グルーオン 数値計算

量子重力

グルーオン束縛状態の質量



[Morningstar,Peardon (99)]



[Brower,Mathur,Tan (03)]

1

問題

電磁場で閉じ込めを壊せるか

2

原因

理論計算不可、実験は可能

3

我々の理論解

仮想量子重力によるクォークの記述

↓

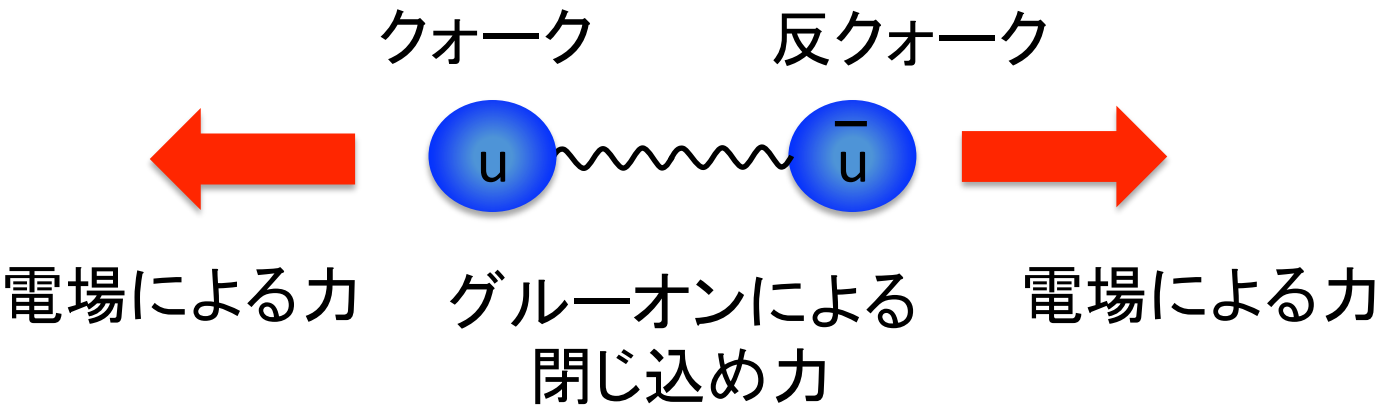
臨界電場、シュウィンガー効果、絶縁破壊、熱化、非閉じ込め

[橋本・岡（東大工）・園田, arXiv:1403.6336)]

[橋本・岡（東大工）, arXiv:1307.7423)]

1 電磁場で閉じ込めを壊せるか？

物理的描像： クォークをつなぐ「閉じ込め力」 ＜ 電場



1

問題

電磁場で閉じ込めを壊せるか

2

原因

理論計算不可、実験は可能

3

我々の理論解

仮想量子重力によるクォークの記述

↓

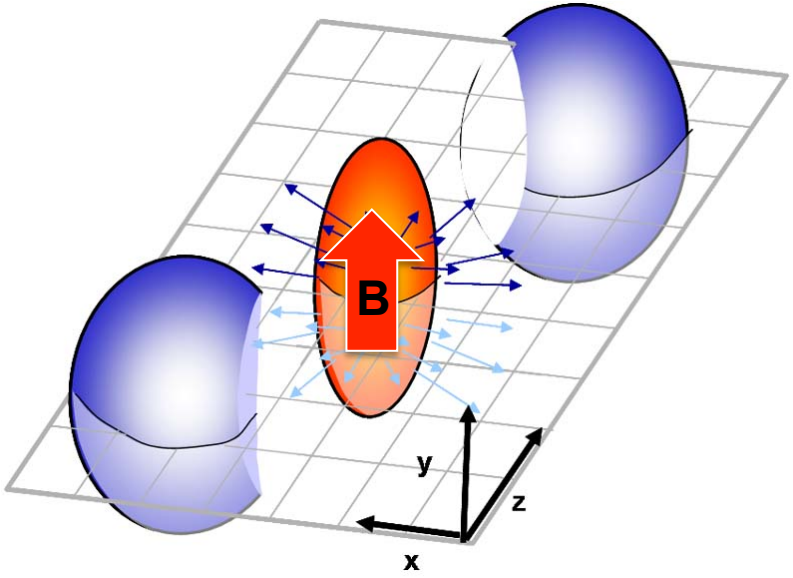
臨界電場、シュウィンガー効果、絶縁破壊、熱化、非閉じ込め

[橋本・岡（東大工）・園田, arXiv:1403.6336)]

[橋本・岡（東大工）, arXiv:1307.7423)]

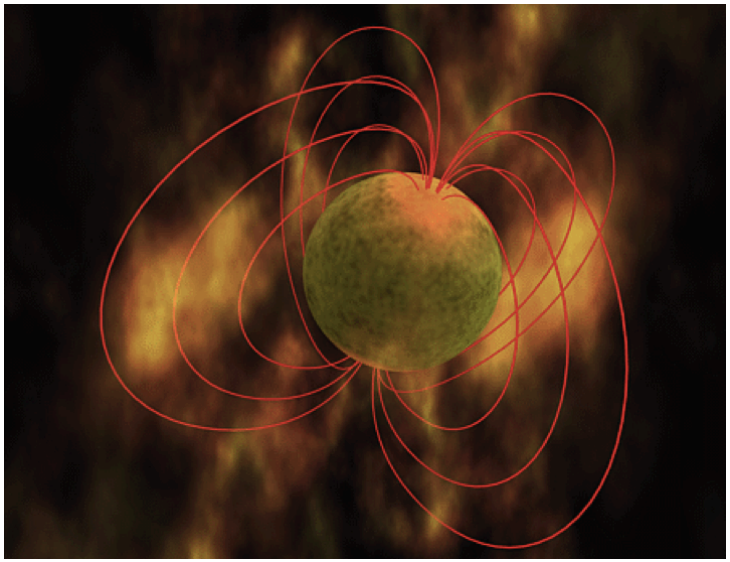
2-1 理論計算不可、実験は可能

重イオン衝突での強電磁場



[Kharzeev,McLerran,Warringa, 0711.0950]
[Voronyuk et.al 1103.4239]
e.g. [板倉数紀, 原子核研究(2012/09)]

中性子星での強電磁場

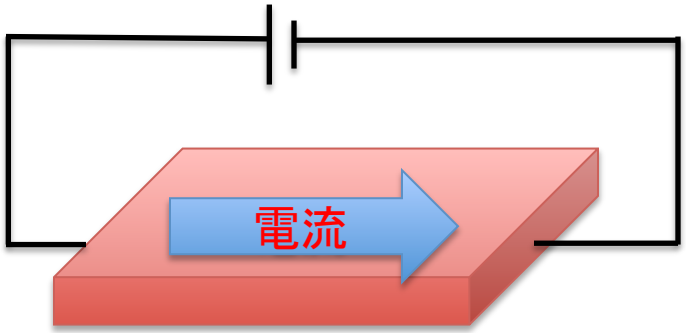


e.g. [T.Enoto, 天文月報 105(2012)431]

2-2 理論計算は不可、実験は可能

物性系で：「絶縁破壊」

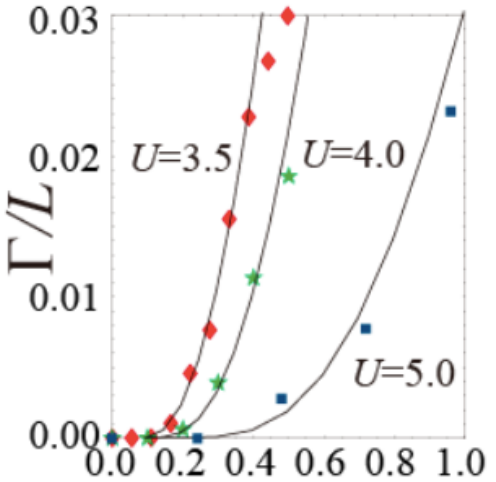
実験



強相関物質の絶縁破壊

理論計算

1次元モット絶縁体での崩壊確率



電場

[Oka, Aoki, PRL 95 (2005) 137601]

1

問題

電磁場で閉じ込めを壊せるか

2

原因

理論計算不可、実験は可能

3

我々の理論解

仮想量子重力によるクォークの記述

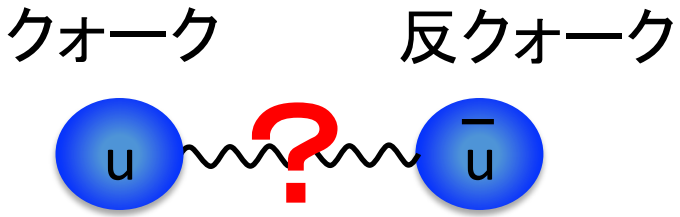
↓

臨界電場、シュウィンガー効果、絶縁破壊、熱化、非閉じ込め

[橋本・岡（東大工）・園田, arXiv:1403.6336)]

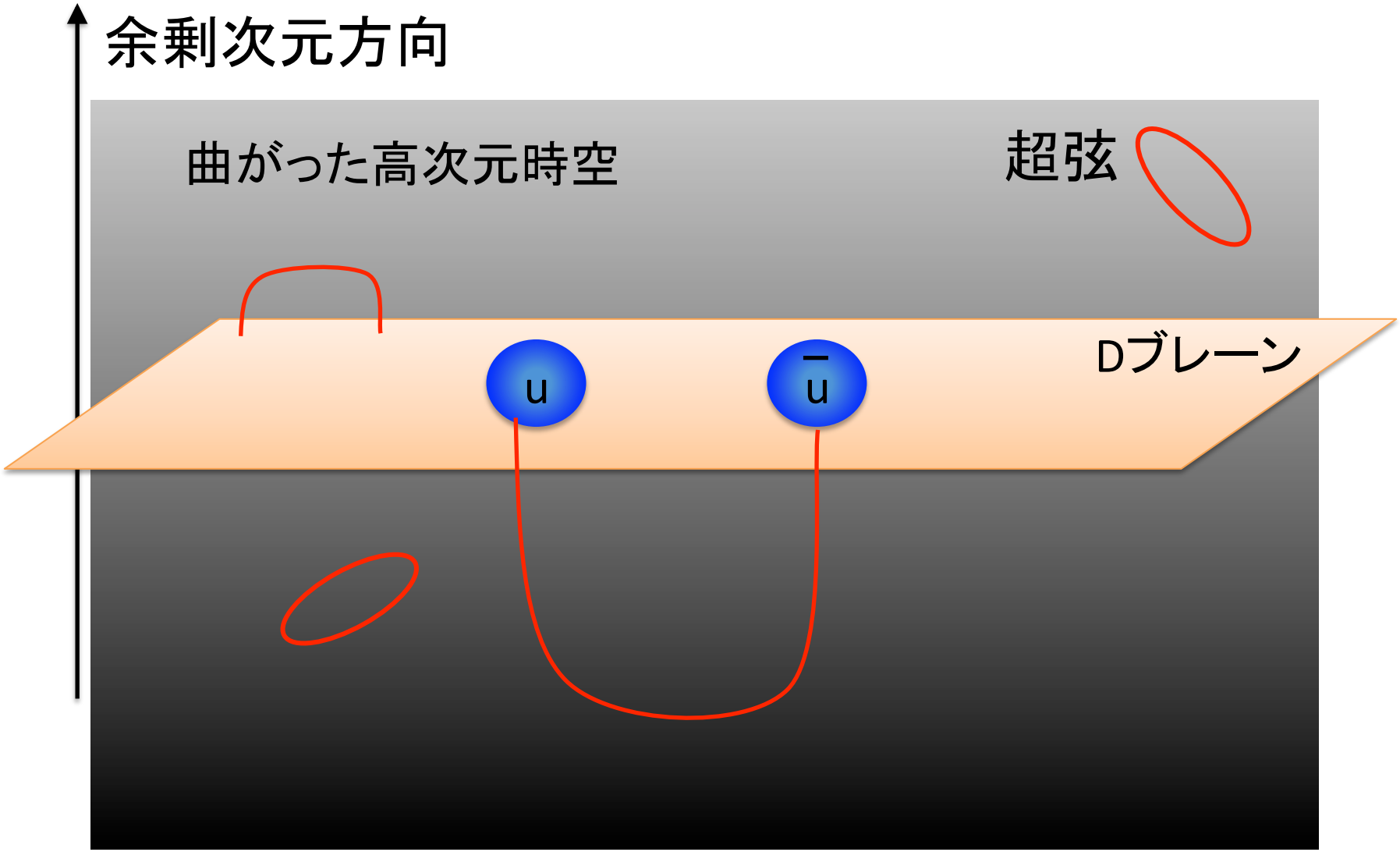
[橋本・岡（東大工）, arXiv:1307.7423)]

3-1 仮想重力によるクォークの記述



グルーオンによる
閉じ込め力

3-1 仮想重力によるクォークの記述



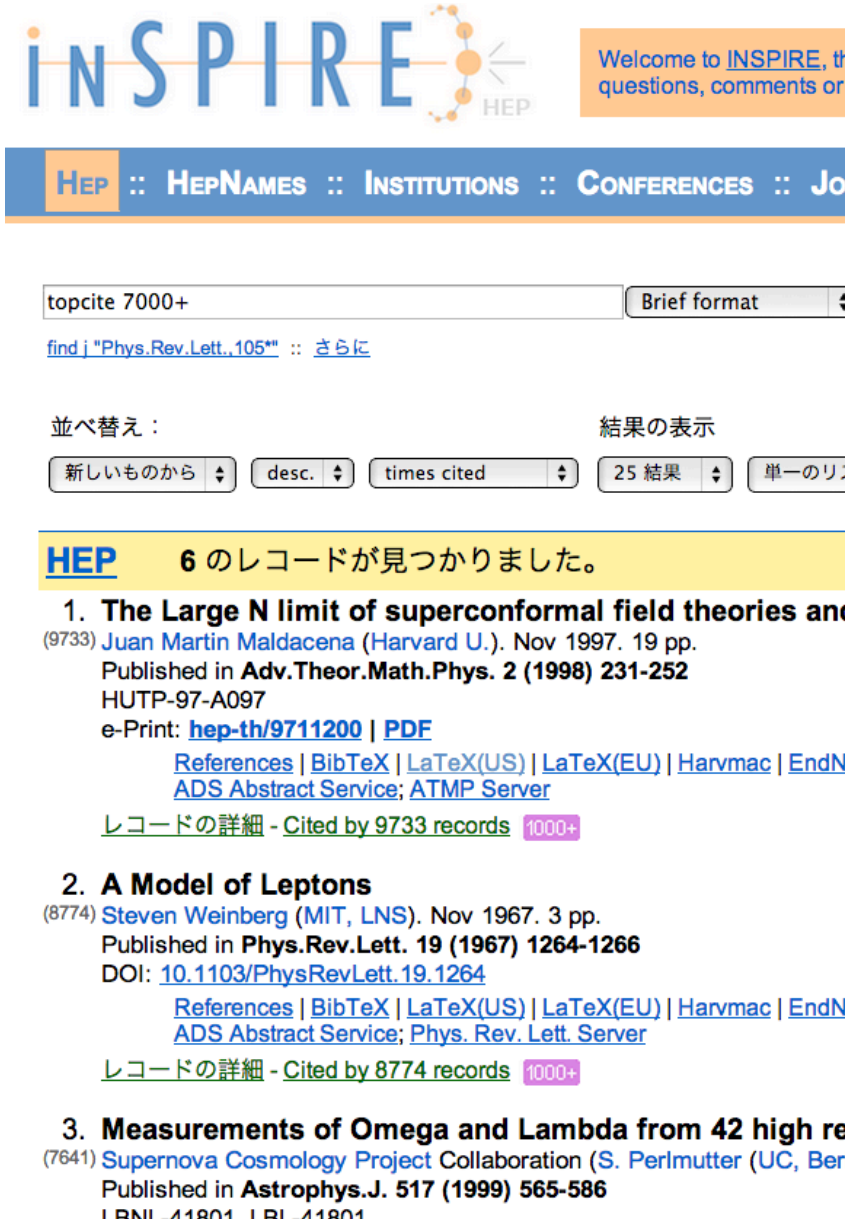
3-2 仮想重力によるクォークの記述

AdS/CFT 対応 [Maldacena]:

N=4超対称ヤンミルズ理論
ラージ N 展開、強結合展開
||
$AdS_5 \times S^5$ 上の量子重力（超弦）

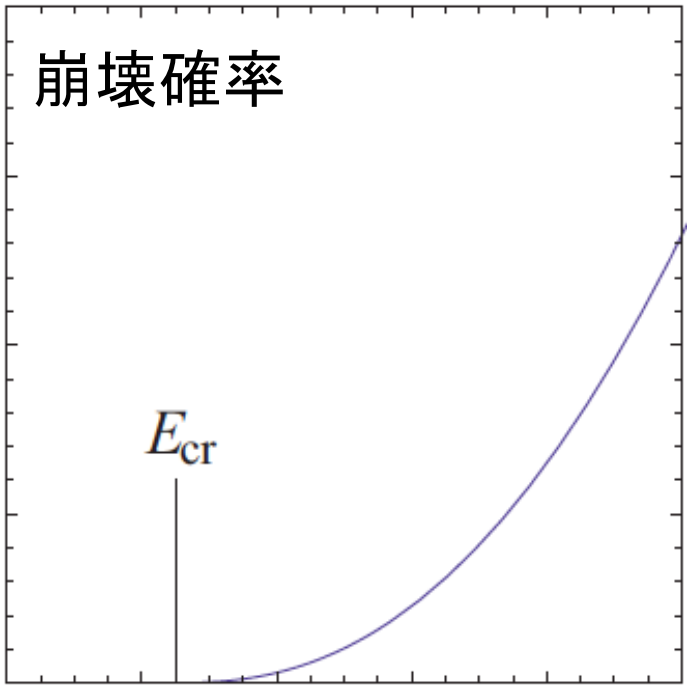
我々の手法:

AdS中のプローブD7ブレーンに
外場の電磁場をAdS境界で導入、
Dブレーンの低エネルギー作用
（Dirac-Norn-Infeld作用）を評価

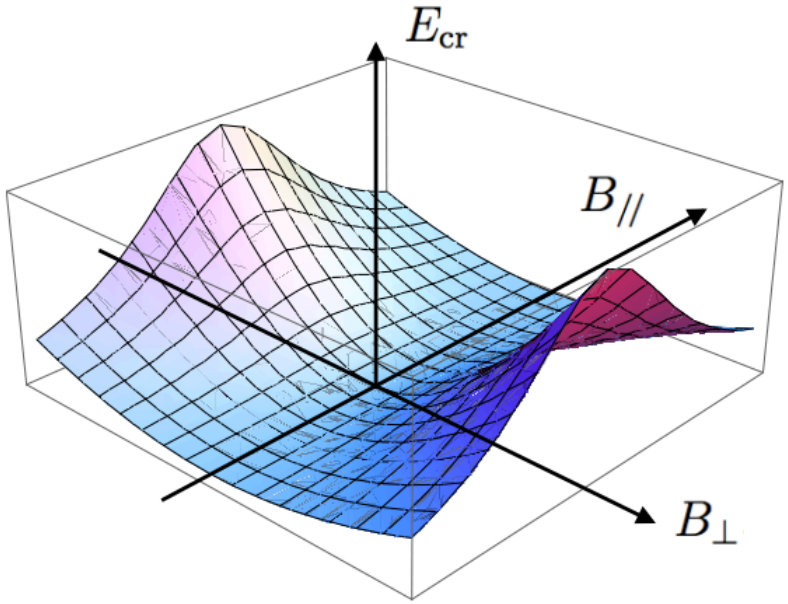


3-3 仮想重力によるクォークの記述

理論結果： 閉じ込め力に等しい臨界電場



臨界電場の磁場依存性



1

問題

電磁場で閉じ込めを壊せるか

2

原因

理論計算不可、実験は可能

3

我々の理論解

仮想量子重力によるクォークの記述

↓

臨界電場、シュウィンガー効果、絶縁破壊、熱化、非閉じ込め

[橋本・岡（東大工）・園田, arXiv:1403.6336)]

[橋本・岡（東大工）, arXiv:1307.7423)]

クォーク は 量子重力