

Photon sphere and quasinormal modes in AdS/CFT

ArXiv: 2307.00237

橋本幸士・杉浦駿・杉山勝之・世田拓也(京大理)

1 有限温度CFTに隠れた共形セクタ? 3ページ

光球がホログラフィック双対?
光球のQNMは逆調和振動子
逆調和振動子は $SL(2;R)$ が支配

2 それは、ない 4ページ

AdS-BHでも逆調和振動子だが
AdS境界で固定端、 $SL(2;R)$ が破れる
可積分系(1)逆調和振動子
可積分系(2)Poeschl-Teller

3 有限温度CFTへの予言 1ページ

有限温度CFTにユニバーサルセクタ

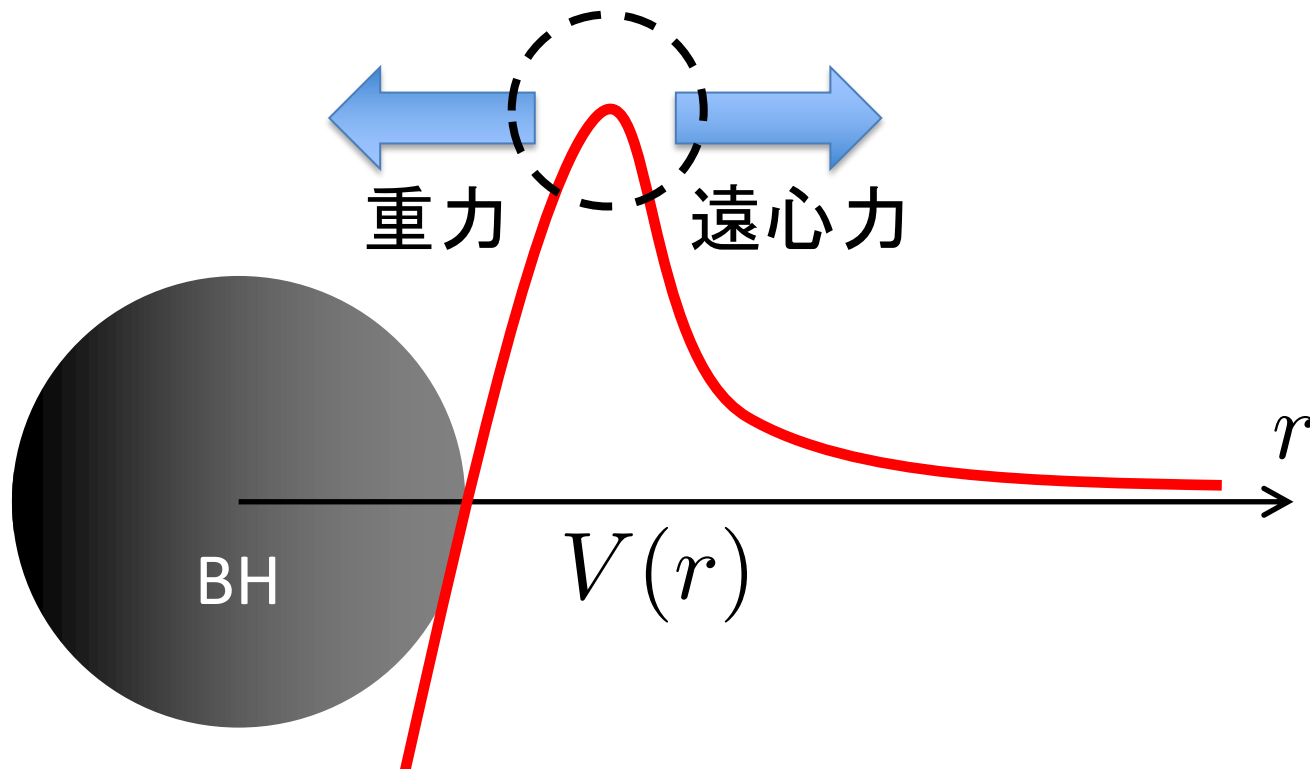
1-1

光球がホログラフィック双対？

[Raffaelli, 2112.12543]

[Hadar, Kapec, Lupsasca, Strominger, 2205.05064]

逆調和振動子 \Rightarrow $SL(2, R)$ \Rightarrow ホログラム？



1-2

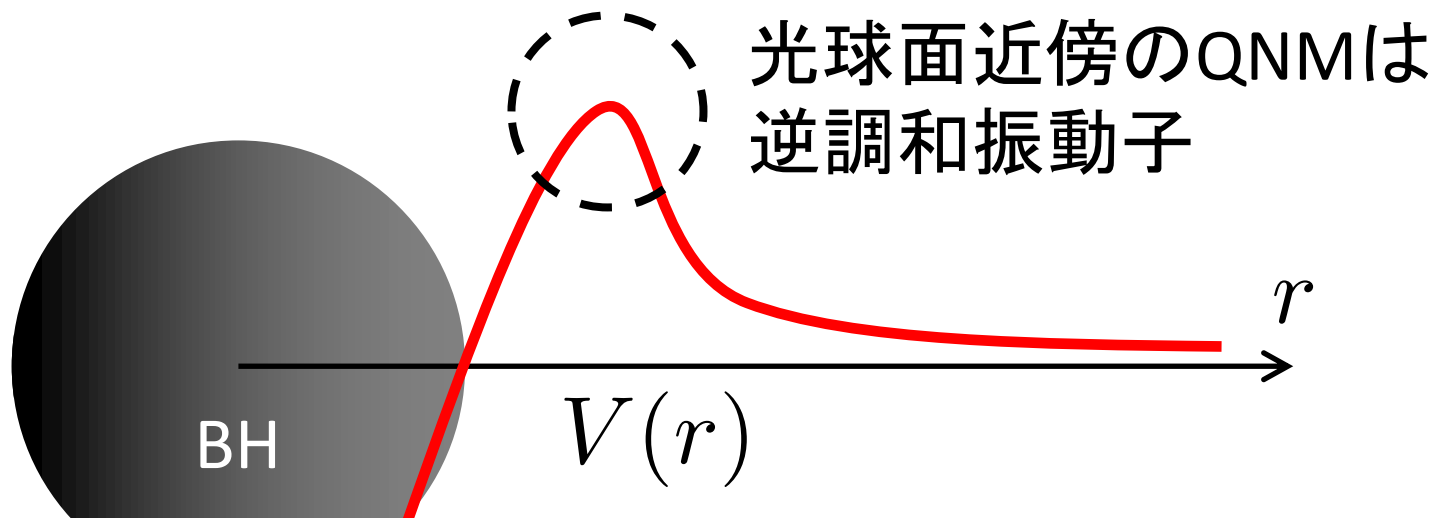
光球のQNMは逆調和振動子

漸近平坦BH背景中の自由スカラー一場を球座標で:

$$\Phi = e^{-i\Omega t} Y_{lm}(\text{angles}) \psi(r) r^{1-d/2}$$

KG方程式はSchroedinger方程式になる:

$$\left(\frac{d^2}{dr_*^2} + \Omega^2 - V(r) \right) \psi(r) = 0$$



1-3

逆調和振動子は $SL(2; \mathbf{R})$ が支配

$$\left\{ \begin{array}{l} J_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{d^2}{dx^2} + \frac{x^2}{4} \right) \\ \text{逆調和振動子の} \\ \text{Hamiltonian} \end{array} \quad \& \quad \begin{array}{l} J_2 = \frac{-i}{2} \left(x \frac{d}{dx} + \frac{1}{2} \right) \\ J_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{d^2}{dx^2} - \frac{x^2}{4} \right) \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow [J_1, J_2] = -iJ_3, [J_2, J_3] = iJ_1, [J_3, J_1] = iJ_2$$

$$su(1, 1) \simeq SL(2; \mathbf{R})$$

* $J_3 \pm iJ_2$ が昇降演算子、よってスペクトルが等差

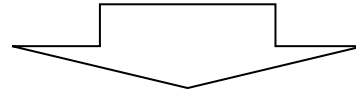
注 $x \rightarrow e^{i\pi/4}x$ の置き換えで、調和 \rightarrow 逆調和

2-1

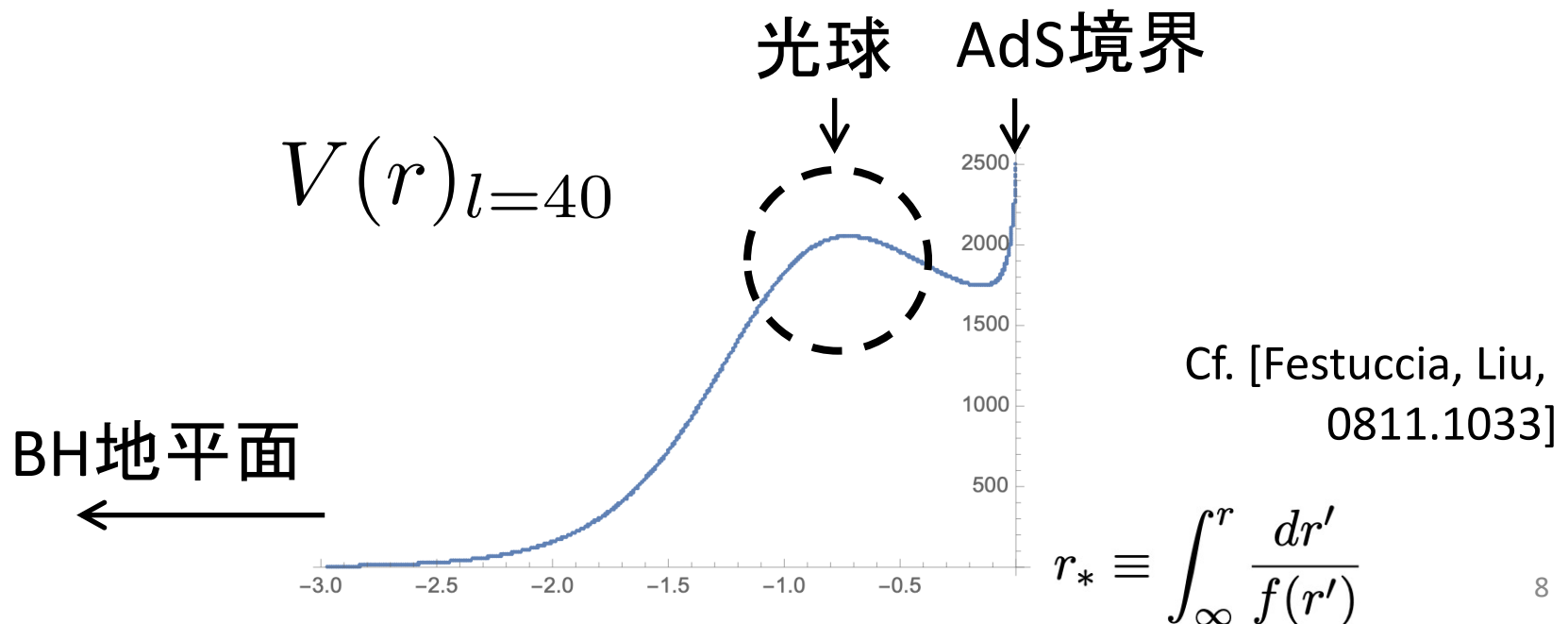
AdS-BH でも逆調和振動子だが

AdS-Schwarzschild metric ($d>3$)

$$ds^2 = -f(r)dt^2 + \frac{dr^2}{f(r)} + r^2 d\Omega_{d-2}^2, \quad f(r) = 1 + \frac{r^2}{l_0^2} - \left(\frac{r_0}{r}\right)^{d-3}$$



$$V(r) = f \left(\frac{(l + d/2 - 1)(l + d/2 - 2)}{r^2} + \left(\frac{d}{2} - 1\right) \left(\frac{d}{2} - 2\right) \frac{f - 1}{r^2} + \left(\frac{d}{2} - 1\right) \frac{f'}{r} + \mu^2 \right)$$



2-2

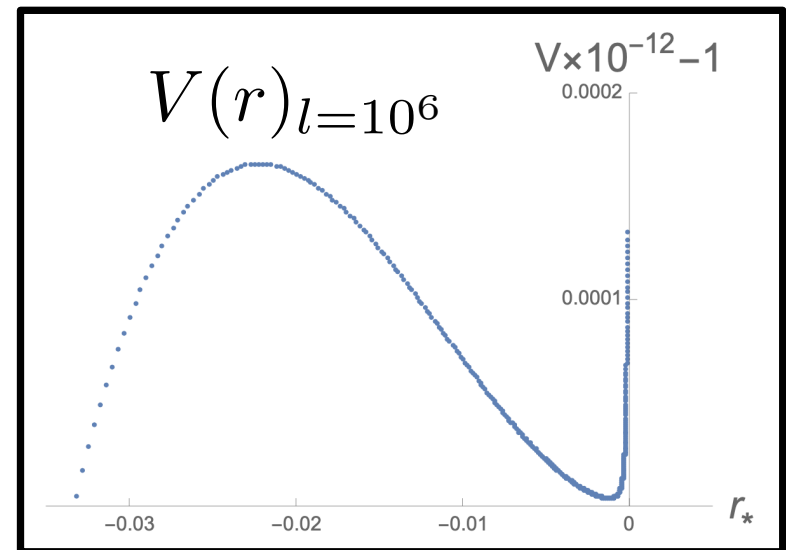
AdS境界で固定端、 $SL(2;R)$ が破れる

理由1) 離れる波だけではない、戻ってくる波が必要

| | | | |
|------------|-----------------------------|-------------|----------|
| 調和 | $x \rightarrow e^{i\pi/4}x$ | 逆調和 | |
| e^{-x^2} | \longrightarrow | e^{-ix^2} | 光球に近づく波 |
| e^{+x^2} | \longrightarrow | e^{+ix^2} | 光球から離れる波 |

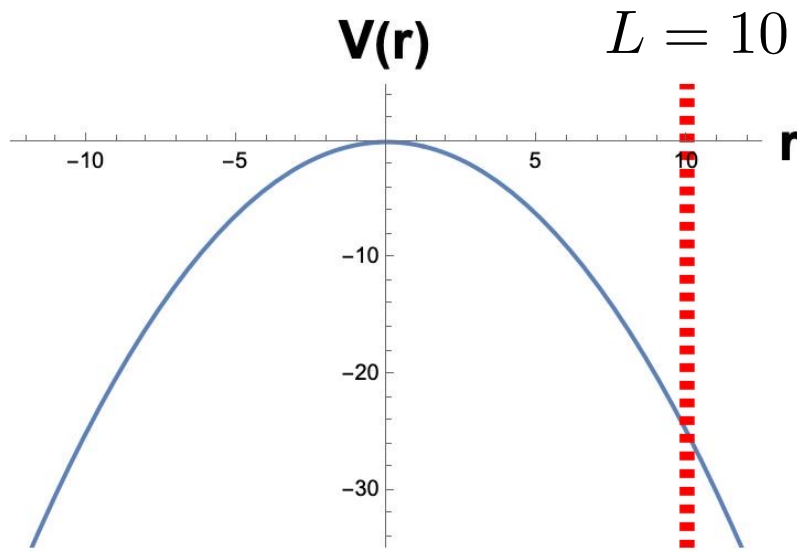
理由2) J_2 はスケール変換、境界の存在で壊れる

$$J_2 = \frac{-i}{2} \left(x \frac{d}{dx} + \frac{1}{2} \right)$$



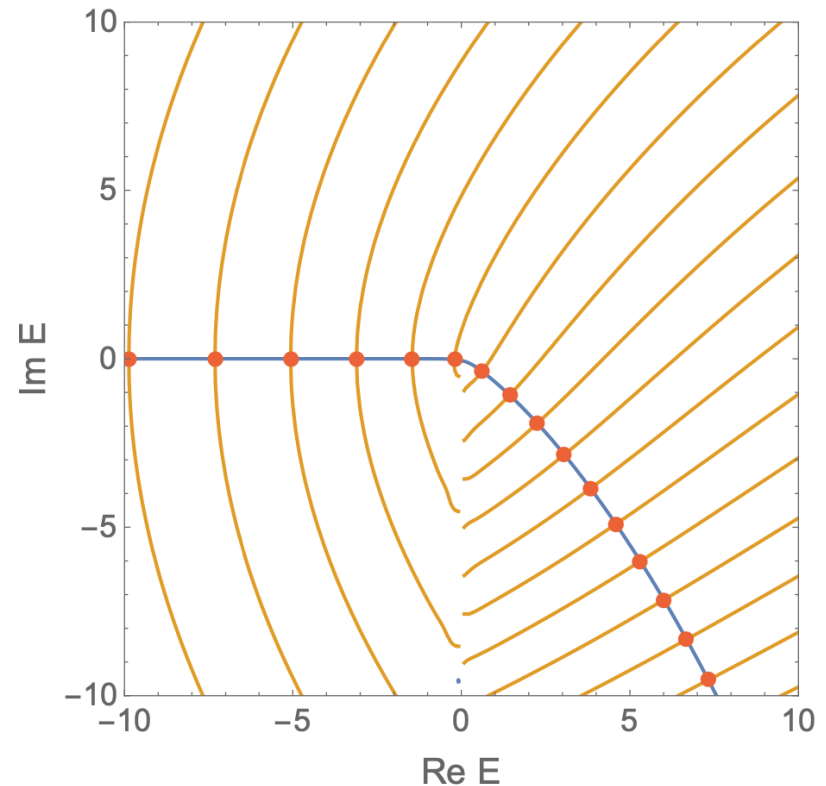
2-3

可積分系(1) 逆調和振動子



$$V(r) = -\frac{x^2}{4}$$

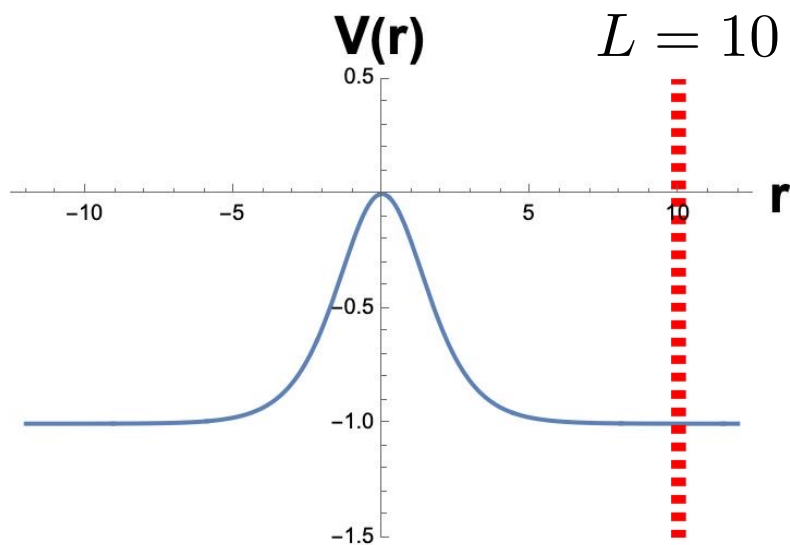
$$E = \Omega^2 + E_{\text{photon sphere}}$$



波動関数を $\propto (1 - e^{i\theta(E,L)})$ と書いた時 θ に関する実部と虚部の満たす線

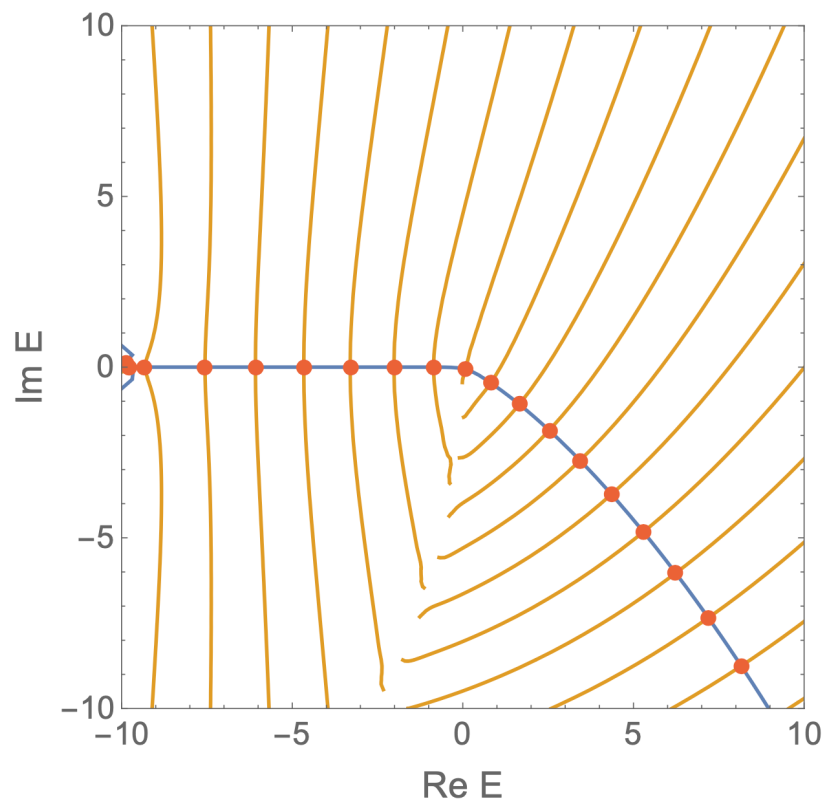
2-4

可積分系(2) Poeschl-Teller



$$V(r) = \frac{1}{\cosh^2(x/2)} - 1$$

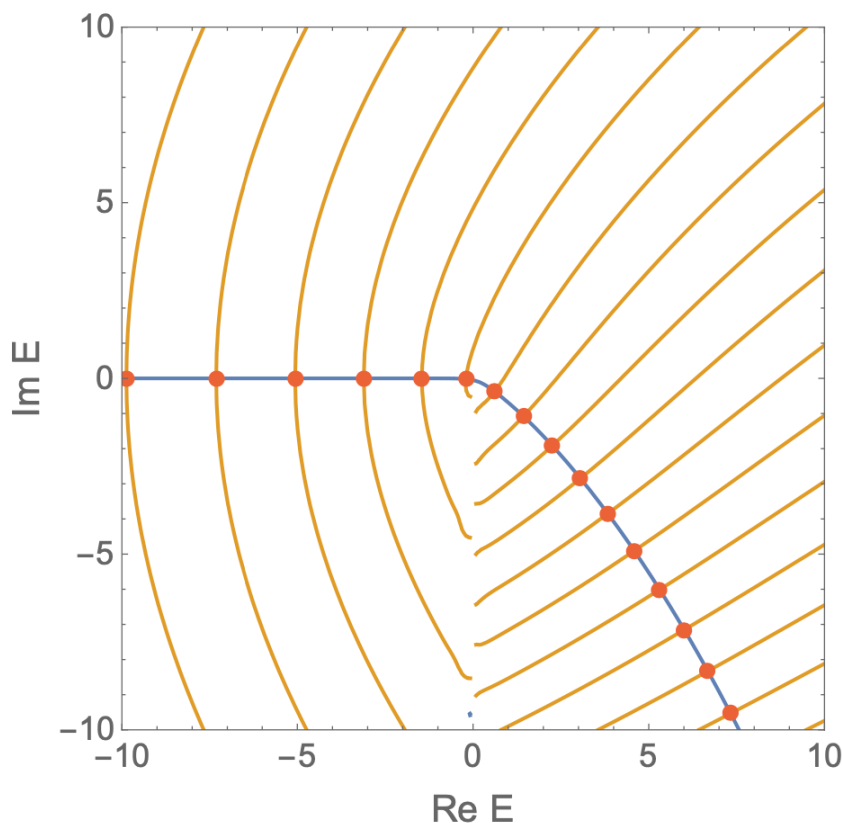
$$E = \Omega^2 + E_{\text{photon sphere}}$$



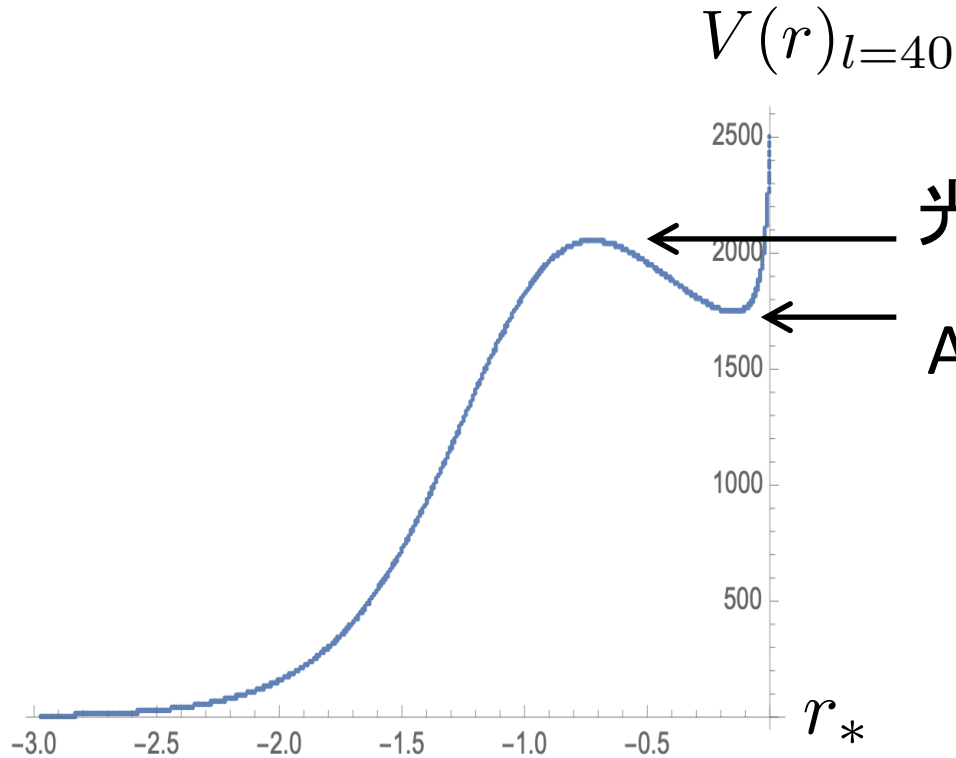
3-1

有限温度CFTにユニバーサルセクタ

予言： 球面上の有限温度holographic CFTで、
角運動量が高い演算子のスペクトルに、
ユニバーサルに次の形が現れる



虚部は温度
によらない



光球: $\Omega \sim \sqrt{(l/l_0)^2 + (l/r_0)^2}$

AdS境界: $\Omega \sim l/l_0$

$\text{tr}[FDDDD \dots DDF]$

Cf. [Festuccia, Liu, 0811.1033]

1 有限温度CFTに隠れた共形セクタ? 3ページ

光球がホログラフィック双対?
光球のQNMは逆調和振動子
逆調和振動子は $SL(2;R)$ が支配

2 それは、ない 4ページ

AdS-BHでも逆調和振動子だが
AdS境界で固定端、 $SL(2;R)$ が破れる
可積分系(1)逆調和振動子
可積分系(2)Poeschl-Teller

3 有限温度CFTへの予言 1ページ

有限温度CFTにユニバーサルセクタ