静的な漸近AdS$_3$時空のバルク時空再構築

竹田 大地(京都大学)

arXiv:2112.11437 に基づく

2022年3月16日

日本物理学会　年次大会

QFTは重力理論を語る?

$$\text{QFT} \overset{?}{=} \text{重力理論}$$

バルクの時空・計量はQFTのどこにある？

QFTに潜むバルク時空のありかを探る

AdS$_3$/CFT$_2$で

境界のエンタングルメントエントロピー　⇒　バルク時空

成功例：AdS$_3$,　AdS$_3$ソリトン,　BTZ　　(まだ制限は多い)

ウェッジの重要性

1. バルク時空　∈　境界の「光円錐切断」と「点関数」

2. エンタングルメント・エントロピー　⇒ 光円錐切断と点関数

⇒ バルク時空と計量

QFTに潜むバルク時空のありかを探る

AdS$_3$/CFT$_2$で

境界のエンタングルメントエントロピー　⇒　バルク時空

1. バルク時空　∈　境界の「光円錐切断」と「点関数」

2. エンタングルメント・エントロピー　⇒ 光円錐切断と点関数

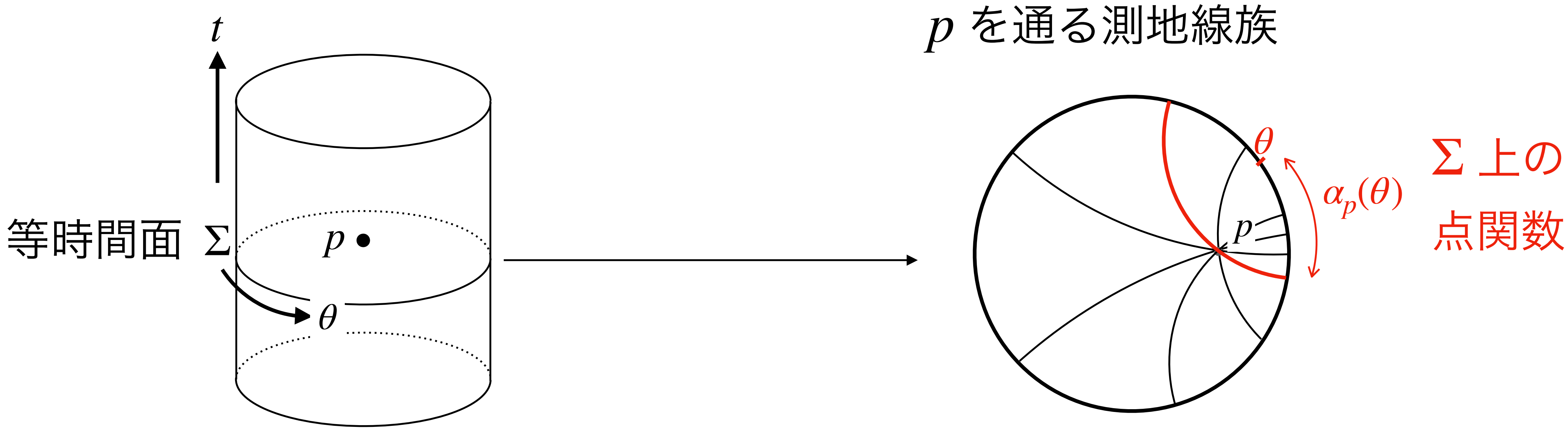
⇒ バルク時空と計量

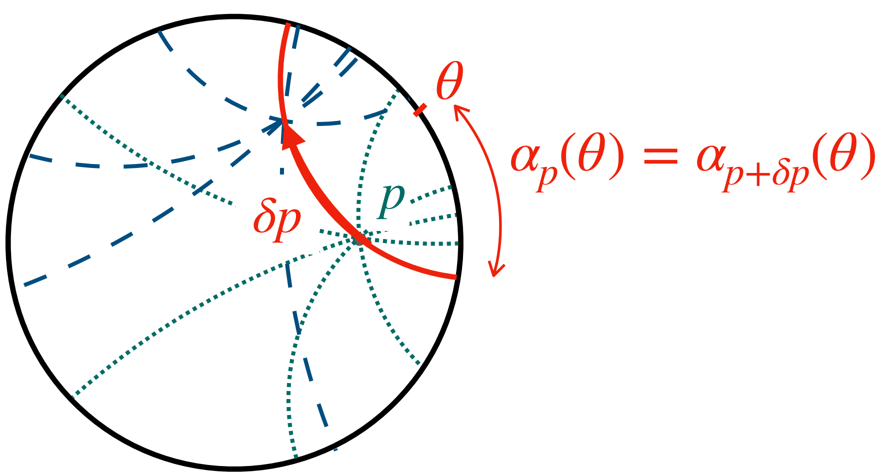
しばらくはQFTは登場しない

バルク時空の情報は境界に焼き直せるか

点関数は空間的測地線を知る

Czech, Lamprou (2014)





性質

$\alpha_p(\theta) = \alpha_{p+\delta p}(\theta)$

$\Rightarrow \delta p$ は測地線の接ベクトル　(θ：固定)

$p \mapsto \alpha_p$ は1対1　(Σ上)

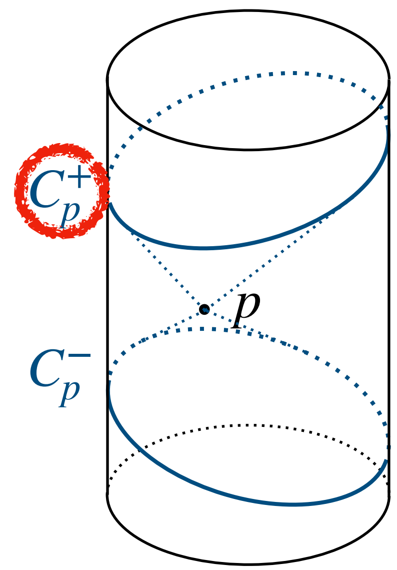
光円錐切断はヌルベクトルを知る

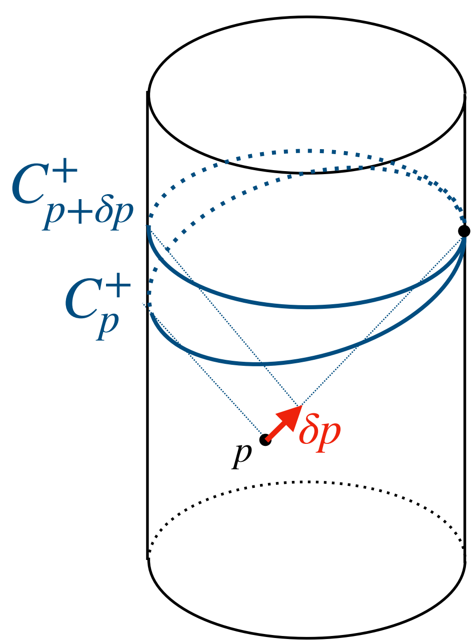
Engelhardt, Horowitz (2015)

光円錐切断

点 p の光円錐と

境界の共通部分





性質

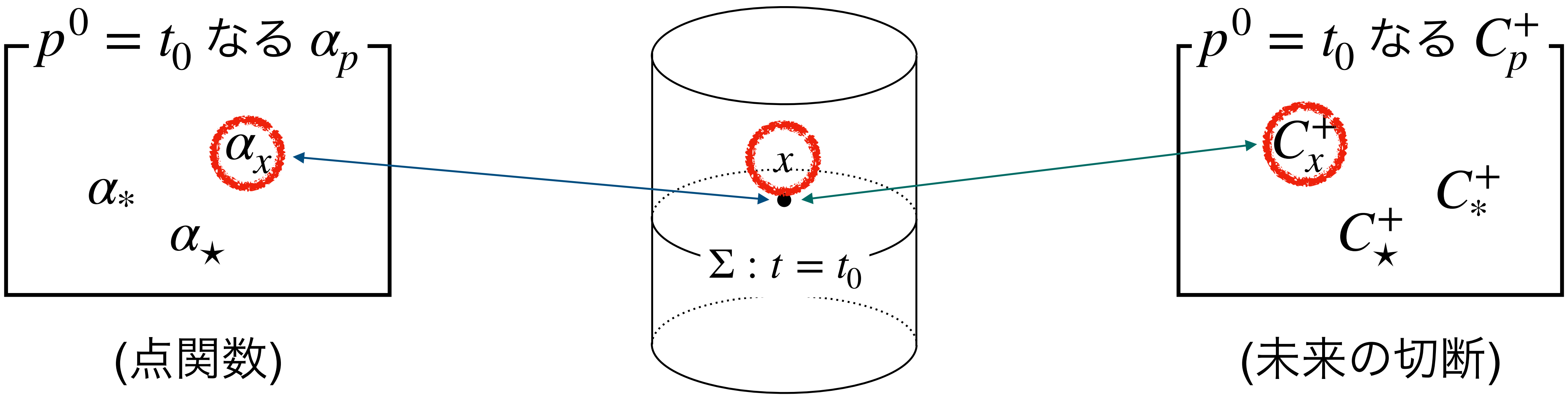
C_p^+ と $C_{p+\delta p}^+$ が1点で接する

$\Rightarrow \delta p$ はヌルベクトル

$p \mapsto C_p^+$ は1対1

点関数と光円錐切断は1対1

D. Takeda　(hep-th [2112.11437])

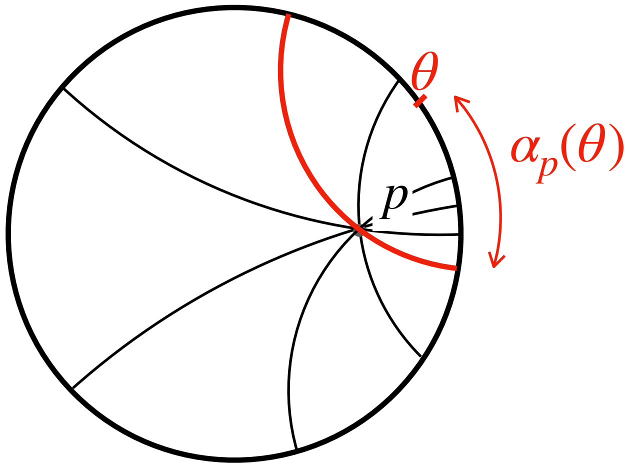


今回考えるクラス

有名ないくつかの時空で

$C_p^+ = t_0 + L\alpha_p$　　　(EW = CW)

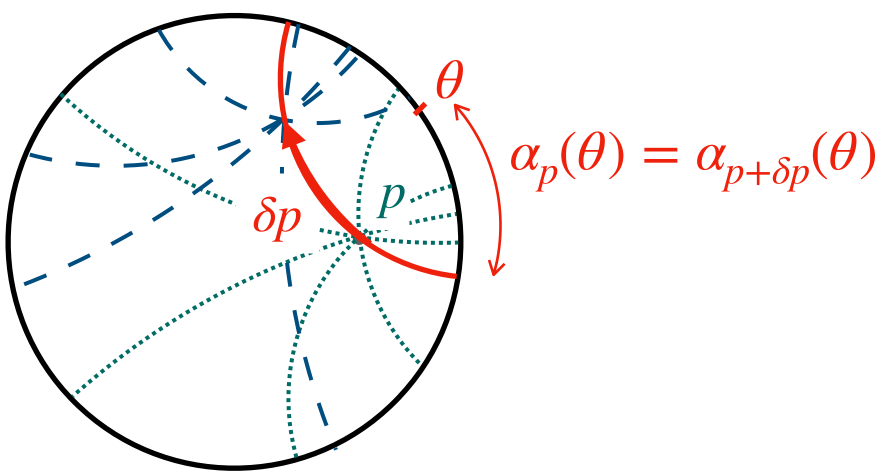
まとめ：点関数 ∋ バルク時空



Σ 上の点に点関数が1つ対応

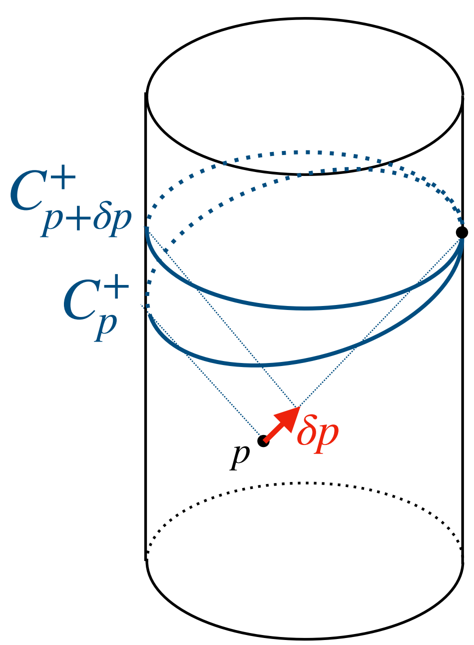
光円錐切断は点関数から

$$C_p^+ = t_0 + L\alpha_p$$



点関数はΣ上の測地線を知る

$$\alpha_p(\theta) = \alpha_{p+\delta p}(\theta)$$



切断はヌルベクトルを知る

C_p^+ と $C_{p+\delta p}^+$ が1点で接する

QFTに潜むバルク時空のありかを探る

AdS$_3$/CFT$_2$で

境界のエンタングルメントエントロピー　⇒　バルク時空

1. バルク時空　∈　境界の「光円錐切断」と「点関数」

2. エンタングルメント・エントロピー　⇒ 光円錐切断と点関数

   ⇒ バルク時空と計量

QFTに潜むバルク時空のありかを探る

AdS$_3$/CFT$_2$で

境界のエンタングルメントエントロピー　⇒　バルク時空

1. バルク時空　∈　境界の「光円錐切断」と「点関数」

2. エンタングルメント・エントロピー　⇒ 光円錐切断と点関数

⇒ バルク時空と計量

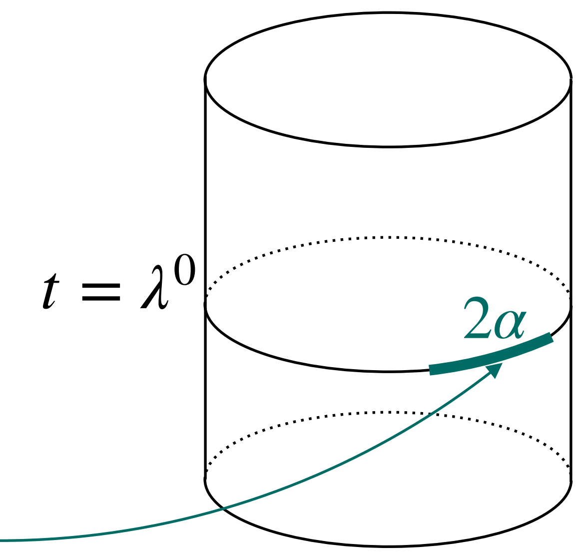
エンタングルメント⇒点関数 = バルク時空

予想　Czech, Lamprou (2014)

次の方程式は $t = \lambda^0$ 上の点関数の集合を与える

$$[1 - \alpha'(\theta)^2]S'''(\alpha(\theta)) + 2\alpha''(\theta)S''(\alpha(\theta)) = 0$$

$S(\alpha)$：エンタングルメント・エントロピー



積分定数2つをλ^1, λ^2

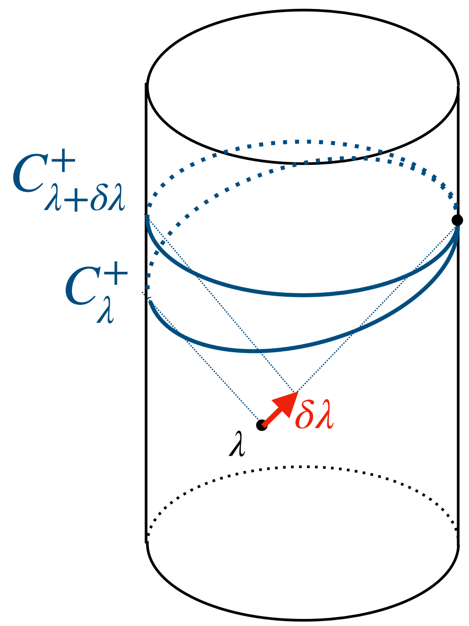
$\rightarrow$ α_λ と記す

$\{(\lambda^0, \alpha_\lambda)\}$：バルク時空　　$\lambda = (\lambda^0, \lambda^1, \lambda^2)$：座標系

光円錐切断から因果構造

D. Takeda　(hep-th [2112.11437])

仮定　$C^{+}_{\lambda}(\theta) = t_0 + L\alpha_{\lambda}(\theta)$　(EW = CW)



Engelhardt, Horowitz (2015)

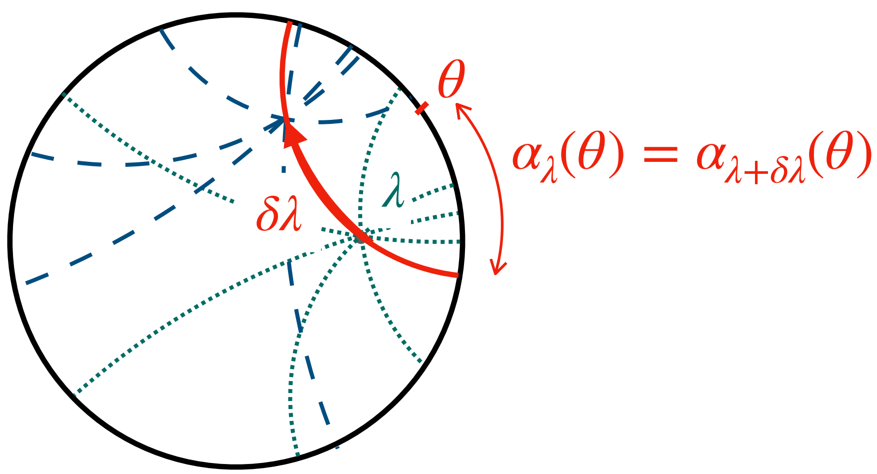
C^{+}_{λ} と $C^{+}_{\lambda+\delta\lambda}$ が接する $\Rightarrow$ $\delta\lambda$ は λ でのヌルベクトル

$$\forall\theta,\ \delta\lambda^{\mu}\delta\lambda^{\nu}g_{\mu\nu}(\lambda) = 0$$

$\Downarrow$

$$g = \underbrace{e^{\omega(\lambda)}}_{\text{不定}} g_{*}$$

点関数から共形因子



D. Takeda　(hep-th [2112.11437])

$\alpha_\lambda(\theta) = \alpha_{\lambda+\delta\lambda}(\theta) \Rightarrow \delta\lambda$ は測地線の接ベクトル

$\forall\theta$,　$e^{\omega(\lambda)}$ で書いた測地線方程式

⇩

不定の $e^{\omega(\lambda)}$ が決まる (計量が決定)

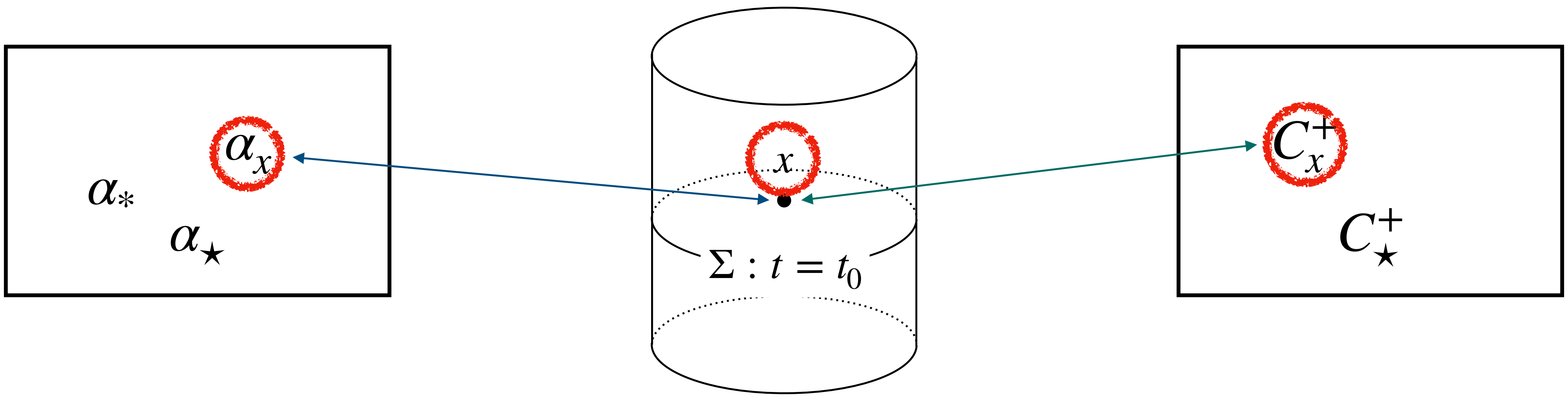
成功例：AdS_3,　AdS_3ソリトン,　BTZ

QFTのエンタングルメントから出発

点関数と光円錐切断の合わせ技

局所 AdS_3 時空を構成

一般化：点関数 ↔ 光円錐切断



今回は　$C_p^+ = t_0 + L\alpha_p$　(EW = CW)

一般にはそうではない　(EW $\neq$ CW)

バルクごとに決まっている

ならば、境界QFTごとに決まっているはず

$$C_p^+(\theta) = t_0 + L\alpha_p(\theta)$$