古典場におけるずり粘性

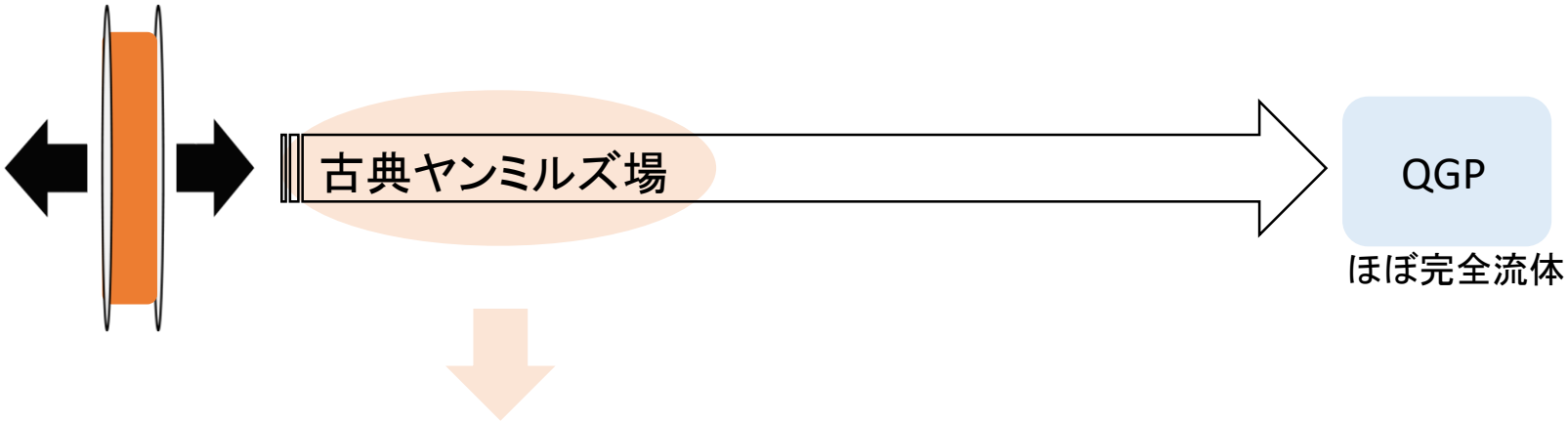
京大理　　松田英史

共同研究者　：　国広悌二、大西明（YITP）、高橋徹（群馬高専）

1. 導入

物理学のあらゆる領域で古典場の理論が有用（インフレーション、原子核構造・・・）

相対論的重イオン衝突の熱化過程



・古典場の不安定性の成長が急速な圧力の等方化やエントロピー生成を導く

(Epelbaum and Gelis)　(Kunihiro *et.al.*)

・古典場に続く領域を記述するダイナミクスの初期条件を与える

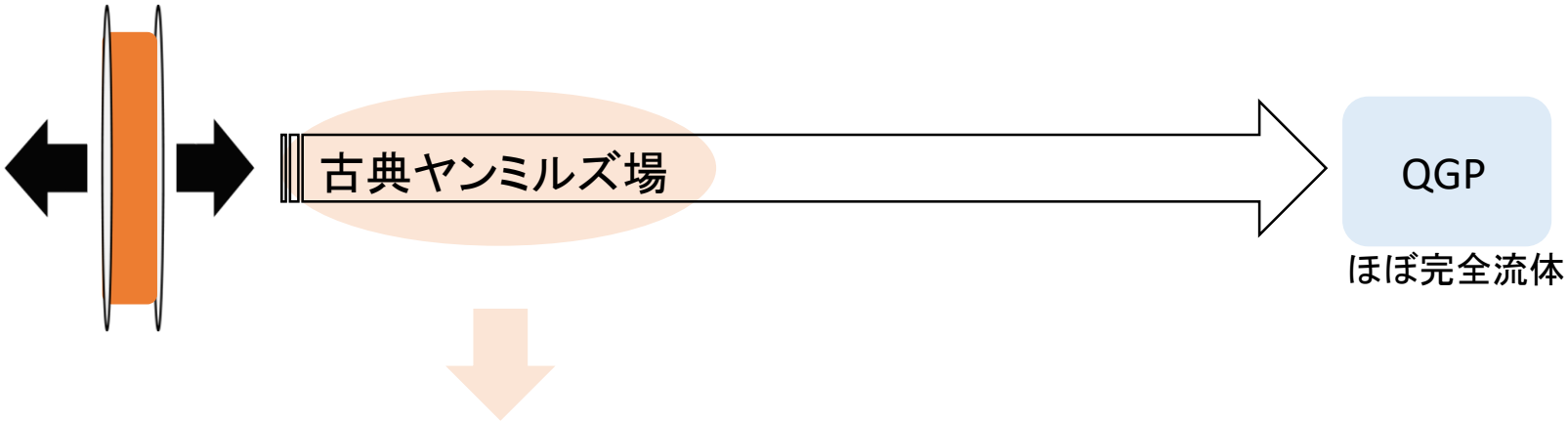
古典場＋流体模型（Gale *et.al.*）

古典場＋ボルツマン方程式＋流体模型（Kurkela *et.al.*）

1. 導入

物理学のあらゆる領域で古典場の理論が有用（インフレーション、原子核構造・・・）

相対論的重イオン衝突の熱化過程



・古典場の不安定性の成長が急速な圧力の等方化やエントロピー生成を導く

(Epelbaum and Gelis)　(Kunihiro *et.al.*)

・古典場に続く領域を記述するダイナミクスの初期条件を与える

古典場＋流体模型（Gale *et.al.*）

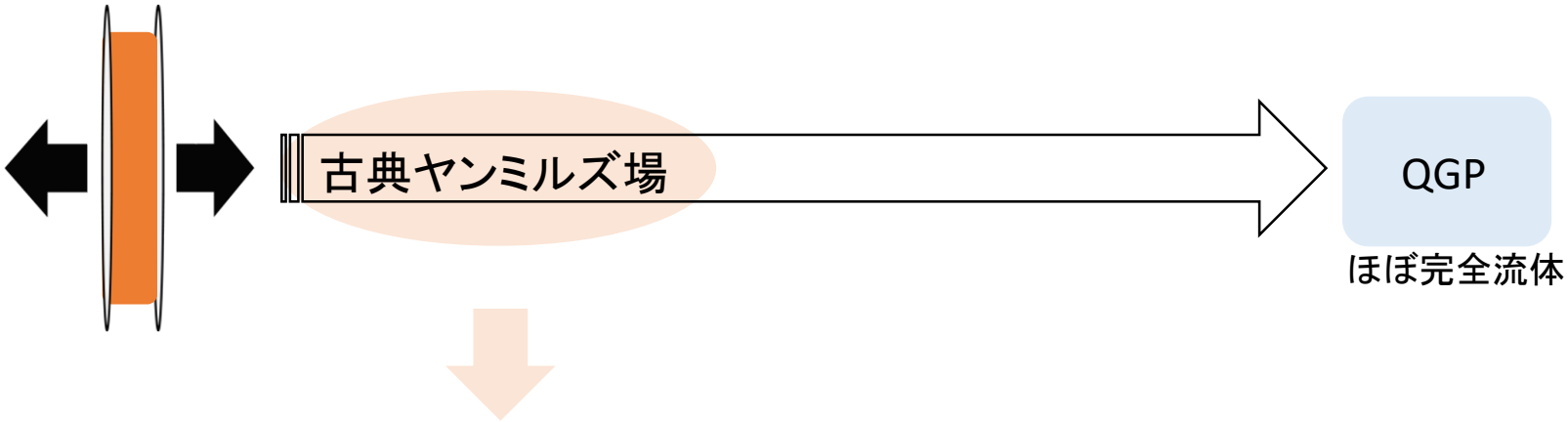
古典場＋ボルツマン方程式＋流体模型（Kurkela *et.al.*）

➡ 古典場の持つずり粘性は？

1. 導入

物理学のあらゆる領域で古典場の理論が有用（インフレーション、原子核構造・・・）

相対論的重イオン衝突の熱化過程



・古典場の不安定性の成長が急速な圧力の等方化やエントロピー生成を導く

(Epelbaum and Gelis)　(Kunihiro *et.al.*)

・古典場に続く領域を記述するダイナミクスの初期条件を与える

古典場＋流体模型（Gale *et.al.*）

古典場＋ボルツマン方程式＋流体模型（Kurkela *et.al.*）

古典場の持つずり粘性は？

まずは簡単な模型である古典スカラーのずり粘性を調べる

2. 手法と結果

・グリーン・久保公式

$$\eta = \frac{V}{T}\int_0^\infty dt \langle \hat{T}^{12}(t)\hat{T}^{12}(0)\rangle_{\rm eq}$$

$$\hat{T}^{12}(t) \equiv \frac{1}{V}\int d^3x \hat{T}^{12}(\boldsymbol{x},t)$$

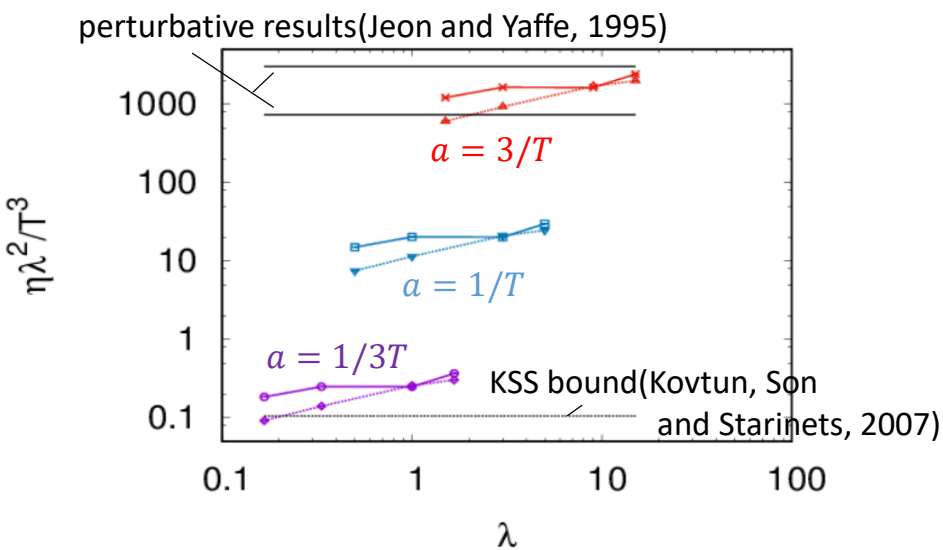
・古典統計近似

古典熱平衡期待値

$$\langle \mathcal{O}\rangle_{\rm eq}^{\rm cl} \sim \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\mathcal{O}_i^{\rm cl}$$

多くの古典熱平衡系のアンサンブル平均

・ずり粘性



KSS bound < 古典場の粘性 < 摂動論の粘性

Kovtun *et.al.* Jeon and Yaffe