

Abstract

- Radial flow と Elliptic flow は excited nuclear matter の effective な Equation of State に 制限をつけることができる。
- A model (combining relativistic hydrodynamics + hadronic transport (RQMD)) を使った。
 - radial, elliptic flow @SPS で EOS を fix
 - RHIC の prediction
 - RHIC では QGP pressure が additional な radial, elliptic flow を drive すると期待される。
- けつろん : Strong elliptic flow observed @RHIC does not signal the nascent QGP pressure.
- Additional measurements are suggested

1. intro

- QGPへの相転移がradial flow、elliptic flowに影響しうる。
 - Initial energy density ε がsoftest point($1.4\text{GeV}/\text{fm}^3$)より十分大きい場合、pressureによりcollective motionが生成される。
 - SPS : $\varepsilon \dots 4\text{GeV}/\text{fm}^3$.
 - RHIC : $\varepsilon \dots 7\text{GeV}/\text{fm}^3$.
 - RHICのQGPはSPSよりも長生き。
 - final flowはこの違いの影響を受けているはず。
 - RHIC、SPSのradial、elliptic flowをひとつのEOSで記述できるのか???

2. Hydro to Hadrons model

- 3つの異なるcomponentで構成される
 1. Solve the equations of relativistic hydrodynamics in transverse plane. Construct a switching surface at $T=160\text{MeV}$
 2. Generates hadrons on switching surface using the Cooper-Frye formula
 3. Sequentially re-scatters the generated hadrons until freezeout (RQMD)

- Fig. 1 pressure vs. energy density

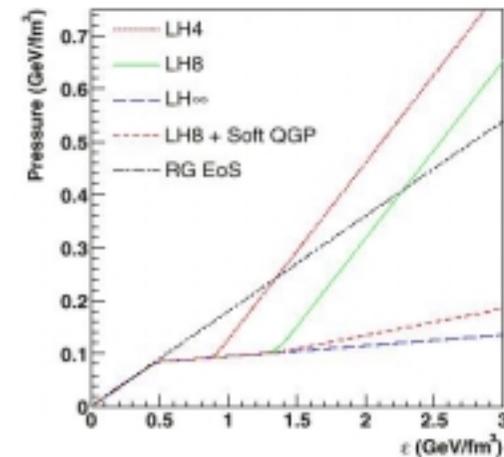
LH4 : latent heat... $0.4\text{GeV}/\text{fm}^3$, $C_s^2=1/3$

LH8 : latent heat... $0.8\text{GeV}/\text{fm}^3$, $C_s^2=1/3$

LH ∞ : limiting case, slightly pathological

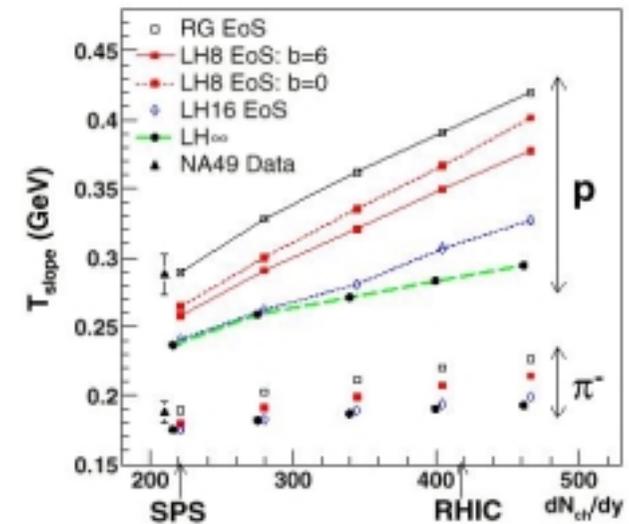
LH8+soft QGP : latent heat... $0.08\text{GeV}/\text{fm}^3$,
 $C_s^2=0.05$

Resonance Gas : constant C_s above the hadron phase



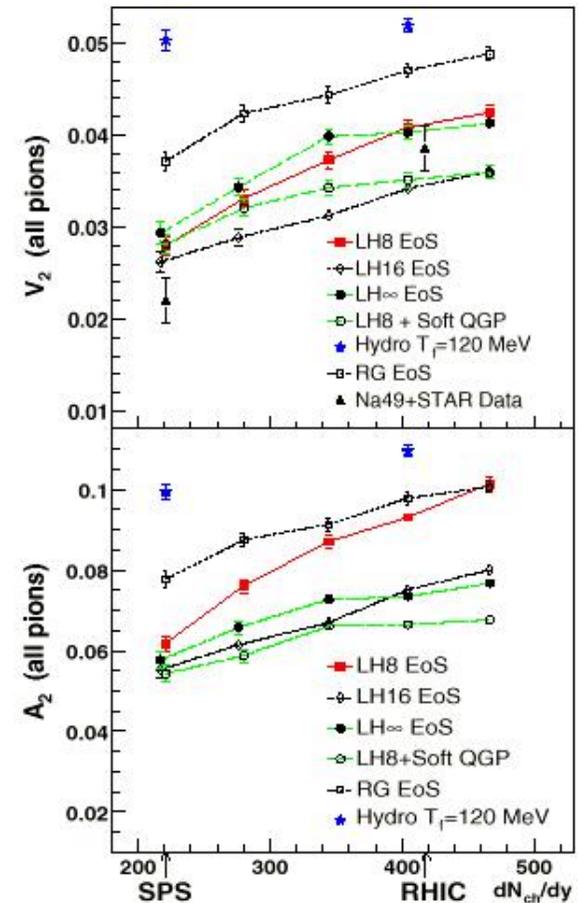
3. Radial Flow T_{slope}

- Fig. 2
 - みどころ1 : SPS
 - Proton data-->hard EOSがいい (LH8かそれ以上hard)
 - (RG EOSでも説明できる。)
 - あとで出てくるelliptic flow では、EOSがいい (LH8かそれ以下)
 - SPSでのelliptic とradialを説明するにはLH8でhappy!!
 - みどころ2 : energy/multiplicity dependence
 - どのEOSでも T_{slope} 増加
 - 増加のしかた soft EOS(LH ∞) < hard EOS(LH8)
 - RHICでは違いが大きいから、easily observable!!



4. Elliptic flow V2

- Fig. 3 (a) V2
 - みどころ1: SPSでのV2の大きさ
 - Hydro model (青い星)と cascadeの比較
 - みどころ2 : energy dependence of
 - H2H model... increase in V2 by factor ~ 1.4 (agree with data)
 - RG EOS has no softness. Too strong elliptic flow
 - LH8 と LH ∞ 同じくらいのV2
LH ∞ はlong life timeにより強いV2が作られる
- Fig. 3 (b) A2
 - LH8 と LH ∞ の違いが見える LH8 increases rapidly
- LH8, LH ∞ ともにSTARのdataと合う。→STARのdataはQGPのasymptotic pressureのsignalにはならない!



5. Impact parameter dependence

- Fig. 4 V_2 の N_p dependence (LH8)

- RHICのlarge N_p でよくあう

- Ideal hydro.では

$$V_2 \propto \varepsilon \propto (N_p^{\max} - N_p)$$

- Low density limit では

$$V_2 \propto \varepsilon dN/dy \propto (N_p^{\max} - N_p)N_p$$

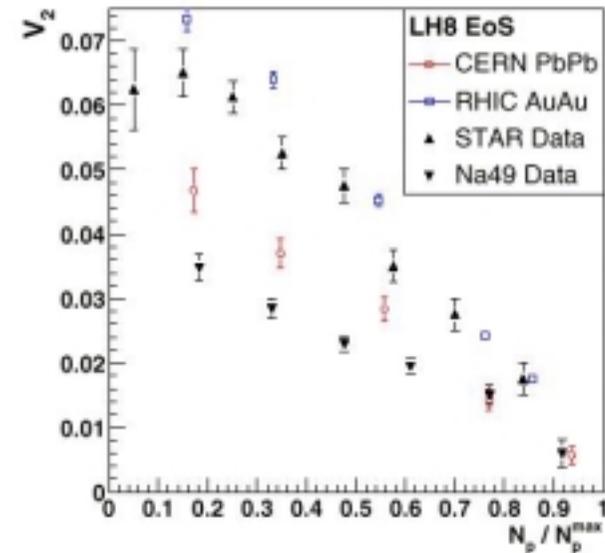
- RHICではほぼLinear \rightarrow hydro

- SPSではnot clearly linear だが low density limitでもない

- $2-\pi$ correlation $\rightarrow V_2$ を減らす \rightarrow low densityをimproveするかも

- Low density limit \rightarrow predict increase in V_2 with energy density

- しかし、SPSでの初期発展がhydro.ではないとまとめるのは時期尚早である



6. Summary and Discussion

- H2H model reproduces the radial and elliptic flow at SPS and RHIC.
 - Radial flow \rightarrow LH $> 0.8 \text{ GeV}/\text{fm}^3$.
 - Elliptic flow \rightarrow LH $< 0.8 \text{ GeV}/\text{fm}^3$.
 - Increase in $V_2 \leftarrow$ hydro. Model で説明できた.
- これを使って、SPSではlow density regimeで、 V_2 の増加がhydrodynamic regimeへの転移を示しているという見解に対抗してみた。
- Suggest additional experiments.
 - SPS \rightarrow RHIC のcollision energy scan.
 - もし、SPSでのlow density viewが正しかったら、 V_2 のb dependenceでtransitionが見えるはず。
 - V_2 と A_2 は異なるEOSで、異なるcollision energy dependenceがあるので、radial flowと一緒に測定すると、hot hadronic matterのEOSを決めることができる。