2012/8/4 天文・天体夏の学校

Bimetric gravityにおけるinflation

京都大学　M2　　榊原　由貴

共同研究者　　早田　次郎

bimetric gravityとは…

gravitonにmassを持たせるという理論
→"massive gravity theory"

general covarianceが存在する場合、gravitonはmassを持たない

physical metric以外にreference metricを導入

general covarianceを陽に破ることでmassを持たせた

＊reference　metricは手で与える(non dynamical)

reference metric をdynamicalにする

bi(metric)gravity

action

S.F.Hassan and R.A.Rosen JHEP. 1202 126 (2012)

physical metric のEH action

reference metric のEH action

$g_{\mu\nu}$, $f_{\mu\nu}$ の interaction term

$$S = \boxed{\frac{M_g^2}{2}\int d^4x\sqrt{-g}R[g_{\mu\nu}]} + \boxed{\frac{M_f^2}{2}\int d^4x\sqrt{-f}R[f_{\mu\nu}]} + \boxed{m^2M_e^2\int d^4x\sqrt{-g}\mathcal{L}_2}$$

$$\mathcal{L}_2 = [K]^2 - [K^2] \qquad K^\mu_\nu = \delta^\mu_\nu - (\sqrt{g^{-1}f})^\mu_\nu$$

trace

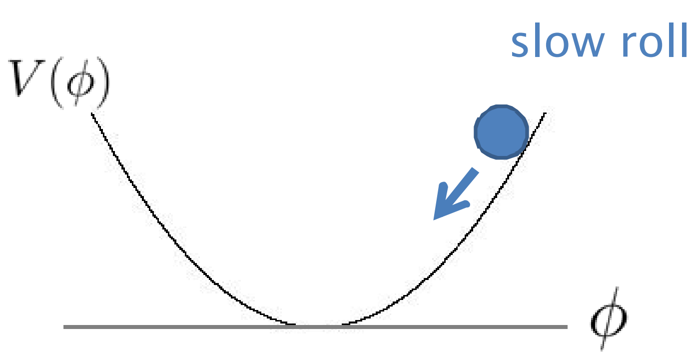
physical metric $\quad ds^2 = g_{\mu\nu}dx^\mu dx^\nu$

reference metric $\quad ds'^2 = f_{\mu\nu}dx^\mu dx^\nu$

＊両方のmetricを同時に変換に対して
general covarianceが存在する（片方ずつは×）

研究目的

・bimetric gravityにおいて
(GR同様)スカラー場を入れることで
inflationが起きるかどうかを調べる



inflationを議論する第1段階として…

actionにcosmological constantを入れてみる

$$S=\frac{M_g}{2}\int d^4x\sqrt{-g}(R[g_{\mu\nu}]-2\Lambda_g)+\frac{M_f}{2}\int d^4x\sqrt{-f}(R[f_{\mu\nu}]-2\Lambda_f)$$
$$+m^2M_e^2\int d^4x\sqrt{-g}\mathcal{L}_2[\sqrt{g^{-1}f}]$$

$$\mathcal{L}_2=[K]^2-[K^2]$$
$$K^\mu_\nu=\delta^\mu_\nu-(\sqrt{g^{-1}f})^\mu_\nu$$

de Sitter 解が存在するかを確認したい

---

bimetric gravity with Cosmological Constants

$$\Lambda_g,\ \Lambda_f$$

homogeneous case ← 一様等方でmetricは時間のみに依存

metric ansatz

$$ds^2=-N^2(t)dt^2+e^{2\alpha(t)}\gamma_{ij}dx^idx^j$$
$$ds'^2=-M^2(t)dt^2+e^{2\beta(t)}\gamma_{ij}dx^idx^j$$

lapse function(s)

scale factor(s)

gauge自由度を用いて $N=1$ と置く

以下の変数を定義

$$\epsilon=e^{\beta-\alpha}$$ ← physical metricとreference metricにおける scale factorの比

$$\epsilon = e^{\beta - \alpha}$$

general solution

$$M = \frac{\dot{\beta}}{\dot{\alpha}}\epsilon = \text{const.} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \epsilon = \epsilon(\Lambda_g, \Lambda_f, m, M_g, M_f) \\ M = \epsilon \\ \alpha = Ht \\ \beta = Ht + \log(\epsilon) \end{cases}$$

$$H = H(\Lambda_g, \epsilon) = \text{const.}$$

$$\epsilon = \frac{3}{2},\ M = \text{const.} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \epsilon = \frac{3}{2} \\ M = M(\Lambda_g, \Lambda_f, m, M_g, M_f) \\ \alpha = Ht \\ \beta = Ht + \log(\epsilon) \end{cases}$$

$$H = H(\Lambda_g, \epsilon) = \text{const.}$$

どちらの解も $\dot{\alpha} = \dot{\beta}$ となるようなde Sitter 解

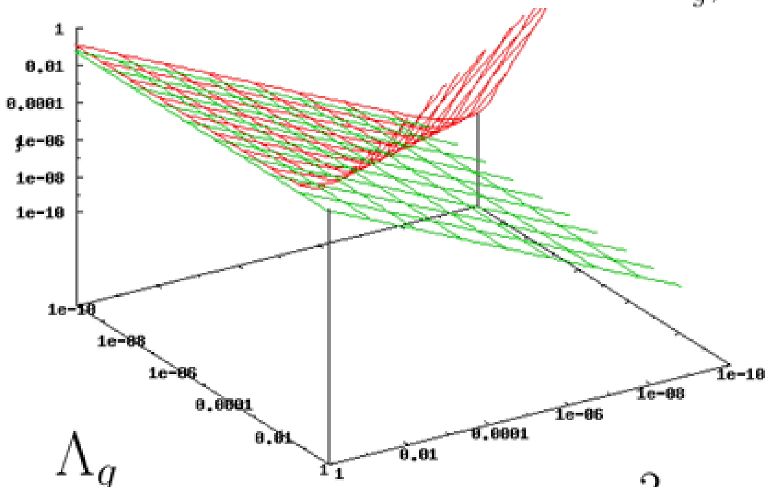
(physical metricとreference metricにおける膨張率が同じ)

homogeneous case

解の存在する領域

$M_g,\ M_f = \text{fix}$

Λ_f



Λ_g

fig. 1

m^2

まとめ

宇宙項を含むbimetric gravity theoryにおいてhomogeneousなmetricで解を探した

⇩

一般に、
physical metricとreference metricの膨張率が同じde Sitter解が得られた

まとめ

宇宙項を含むbimetric gravity theoryにおいてhomogeneousなmetricで解を探した

⇩

一般に、
physical metricとreference metricの膨張率が同じde Sitter解が得られた

future work

- スカラー場入りでhomogeneousの場合に数値解を求める
  - ・ 片方のmetricにスカラー場をcoupleさせた場合
  - ・ 両方のmetricに異なるスカラー場 をcoupleさせた場合

  → これらの状況でinflationを議論

- スカラー場入りでinhomogeneousの場合にどう変わるか?