ワームホールの不安定性

真貝寿明（大阪工業大学情報科学部）鳥居隆（工学部）
Hisaaki Shinkai & Takashi Torii (Osaka Inst. Technology)

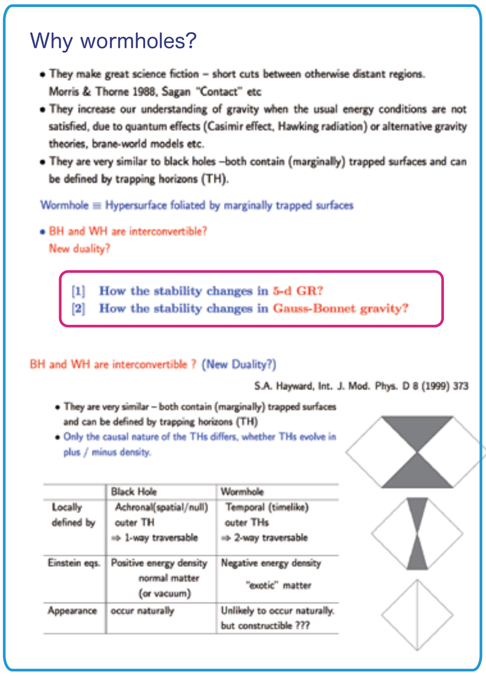
Outline & Summary

タイムマシンの原理としても有名な Morris-Thorne のワームホール解（Ellis WH 解）はゴーストスカラー場で構成される仮想的な一般相対論の解である．静的な仮定で導かれた解だが，著者らは動的に不安定であることを以前報告した【Shinkai & Hayward, Phys, Rev. D 66 (2002) 044005】.
今回は，高次元に拡張したり，宇宙項を入れたとしても同様に不安定であることを報告する．

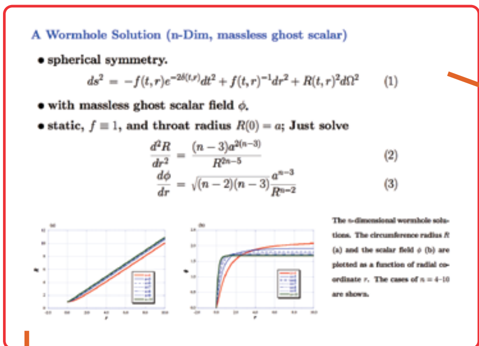
我々は，n 次元に拡張した時空で Ellis WH 解を求め，摂動に対して不安定であることを見つけた【Torii & Shinkai, PRD88 (2013) 064023 】. 数値計算により，不安定であることを確かめ，WH の喉 (throat) は，与えるゆらぎのエネルギーの正負によって，ブラックホール (BH) に転じるか，あるいはインフレーション的に膨張することがわかった．BH に転じる場合，与えるゆらぎは小さくても形成される BH 質量には最小値が存在し，次元が上がれば最小値は大きくなる．宇宙項の正負によっても WH は BH または拡大する．Gauss-Bonnet 重力理論では，BH 形成は抑えられるようだが，定常解ではない．
総じて，このような単純なワームホールは不安定であると結論でき，観測するのは難しそうである．

Time Machine & Science of Space-time (HS, 2011)

Motivations

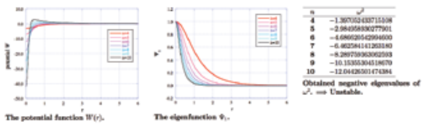


N-dim. Ellis Wormhole sol.



Torii & HS, PRD88 (2013), 064023

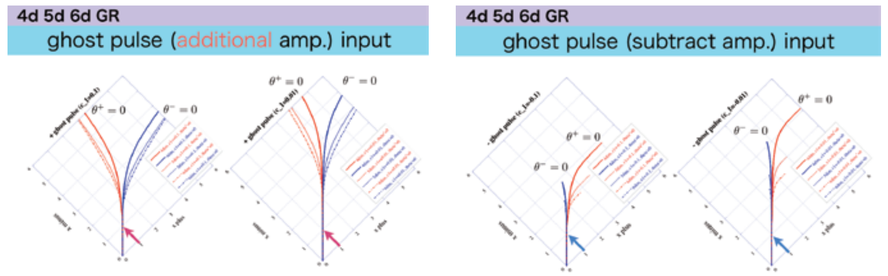
Perturbation Analysis



摂動に対して不安定なモードが必ず存在する

WH evolution in 4, 5, 6-dim. GR

in prep.

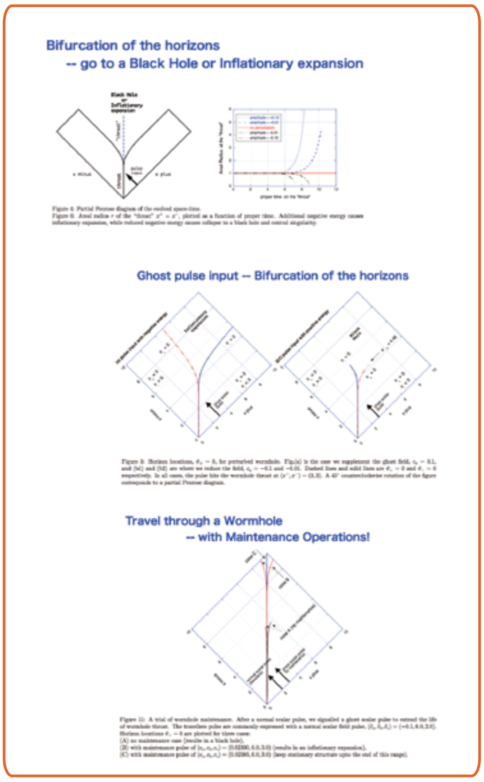


negative energy input --> throat inflates

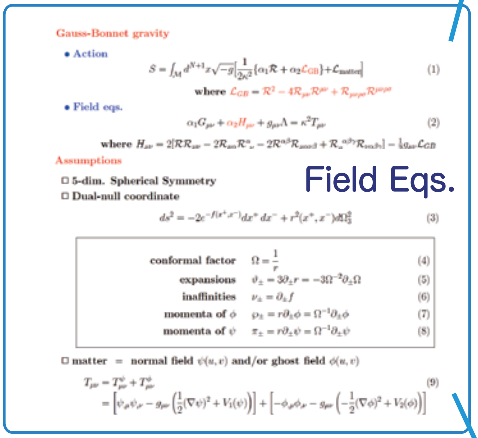
positive energy input --> BH formation

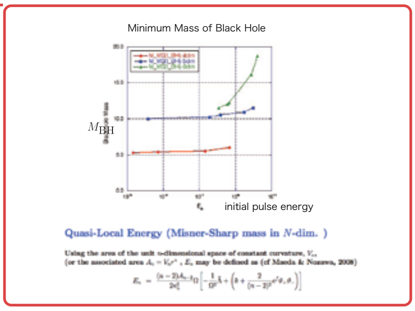
Results in 4-dim. GR

PRD66 (2002) 044005



Field Eqs.





WH evolution in 5-dim. GB

in prep.