

Project Code: RSA5780053
Project Title: Non-linear cosmological perturbations in an accelerating universe
Investigator: Khamphée Karwan,
The Institute for Fundamental Study, Naresuan University
E-mail Address: khamphreek@nu.ac.th
Project Period: 3 years

Abstract

In this project, non-linear perturbation in models for accelerating universe is investigated. The models in our consideration are inspired by disformal transformation of the metric tensor in the action.

Firstly, the evolution of the background universe for dark energy with disformal coupling to dark matter is studied using dynamical analysis. We find that the dependence of the disformal coefficient on kinetic terms of dark energy leads to stable fixed points which correspond to the late-time acceleration of the universe. These fixed points can take two different physically relevant values for the same value of the parameters of the model. The evolution of non-linear density perturbations of dark matter in this model is investigated. The dependence of the disformal coefficient on kinetic terms of dark energy can significantly alter formation of large-scale-structure in the universe compared with the usual cases. However, the analysis on this point has not yet been completed.

Secondly, the screening mechanism in disformal gravity is investigated by studying the evolution of the background universe and behavior of non-linear perturbations in this theory. We find that self-accelerating solution for the background universe and screening mechanism disappear in this theory.

Finally, the inflationary model with disformal coupling is studied both in the context of the background evolution and the non-linear perturbations. The investigation of the background evolution leads to the conclusion that preheating process in this model can proceed efficiently if the mass of the matter field is larger than the mass of inflation field. The non-linear perturbations in this model of inflation is studied using δN formalism.

Keywords: cosmology, cosmological perturbation theory, disformal transformation, disformal gravity, disformal coupling, inflationary universe

รหัสโครงการ: RSA5780053

ชื่อโครงการ: การรบกวนเชิงจักรวาลวิทยาแบบไม่เชิงเส้นในเอกภพที่ขยายตัวด้วยความเร่ง

ชื่อนักวิจัย: คัมภีร์ คำแหวน

วิทยาลัยเพื่อการค้นคว้าระดับรากฐาน มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail Address : khamphreek@nu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 3 ปี

บทคัดย่อ

ในโครงการวิจัยนี้ คณะผู้ทำวิจัยศึกษาการรบกวนไม่เชิงเส้นในแบบจำลองของเอกภพเร่ง โดยแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบจำลองที่สร้างจากการแปลงดิสฟอมัลของเมตริกในแอคชัน

ในลำดับแรก คณะผู้ทำวิจัยศึกษาการวิวัฒนาการของเอกภพพื้นหลังสำหรับแบบจำลองพลังงานมืดที่มีการคู่ควบแบบดิสฟอมัลกับสสารมืดด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงพลวัต ซึ่งเราพบในการศึกษาว่า การที่สัมประสิทธิ์ของการแปลงดิสฟอมัลขึ้นกับพจน์ของพลังงานมืดทำให้เกิดจุดตรึงที่เสถียรซึ่งสอดคล้องกับการขยายตัวด้วยอัตราเร่งของเอกภพ โดยจุดตรึงนี้มีได้สองค่าสำหรับค่าเดียวกันของพารามิเตอร์ของแบบจำลอง นอกจากนี้คณะผู้ทำวิจัยได้ศึกษาการวิวัฒนาการของการรบกวนไม่เชิงเส้นในความหนาแน่นของสสารมืด และพบว่า การที่สัมประสิทธิ์ของการแปลงดิสฟอมัลขึ้นกับพจน์ของพลังงานมืดทำให้การยุบตัวด้วยความโน้มถ่วงของสสารมืดและการก่อตัวของโครงสร้างขนาดใหญ่ในเอกภพมีการเปลี่ยนแปลงเทียบกับกรณีทั่วไป แต่การศึกษาในประเด็นนี้ยังไม่เสร็จสมบูรณ์

ในลำดับที่สอง คณะผู้ทำวิจัยศึกษากระบวนการสกรีนในทฤษฎีความโน้มถ่วงดิสฟอมัล โดยพิจารณาการวิวัฒนาการของเอกภพพื้นหลังและพฤติกรรมของการรบกวนไม่เชิงเส้นในทฤษฎีนี้ โดยคณะผู้ทำวิจัยพบว่าทฤษฎีนี้ไม่มีผลเฉลยที่ทำให้เอกภพขยายตัวด้วยอัตราเร่งด้วยความโน้มถ่วงที่เปลี่ยนไปจากทฤษฎีของไอน์สไตน์และไม่มีกระบวนการสกรีน

ในลำดับสุดท้าย คณะผู้ทำวิจัยศึกษาแบบจำลองอินเฟลชันที่มีการคู่ควบแบบดิสฟอมัลในแบบจำลองทั้งในแง่ของการวิวัฒนาการของเอกภพพื้นหลังและการรบกวนไม่เชิงเส้น โดยการศึกษาการวิวัฒนาการของเอกภพพื้นหลังทำให้สรุปได้ว่า กระบวนการพรีฮีทในแบบจำลองนี้สามารถเกิดได้อย่างมีประสิทธิภาพถ้ามวลของสนามของสสารมีค่ามากกว่ามวลของสนามอินเฟลตอน การรบกวนไม่เชิงเส้นในแบบจำลองอินเฟลชันนี้สามารถศึกษาได้โดยใช้วิธี δN

คำหลัก: จักรวาลวิทยา ทฤษฎีการรบกวนในจักรวาลวิทยา การแปลงดิสฟอมัล ความโน้มถ่วงดิสฟอมัล การคู่ควบแบบดิสฟอมัล อินเฟลชัน