บทคัดย่อ

177741

รหัสโครงการ: MRG4780194

ชื่อโครงการ: การตรวจสอบฟิสิกส์ของเอกภพระยะแรกเริ่มและแบบจำลองของจักรวาล

ชื่อนักวิจัย: นาย บุรินทร์กำจัดภัย

สถาบันสำนักเรียนท่าโพธิ์ฯ ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail address: buring@nu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี (พ.ศ. 2547- พ.ศ. 2549)

การตรวจสอบพลังงานมืดและสสารมืดจะมีส่วนช่วยสร้างแบบจำลองของเอกภพที่รัดกุมยิ่งขึ้น ผลทางอ้อมที่จะได้รับคือการช่วยตรวจสอบฟิสิกส์รากฐานอันจะนำมาซึ่งการจำกัด(constraint) ทฤษฎีแห่งสรรพสิ่งในที่สุด การขยายตัวแบบเร่งออกของเอกภพบอกเราว่าพลังงานมืดเป็นองค์ประกอบทางพลังงานซึ่งโดดเด่นกว่าสสารและพลังงานรูปแบบอื่นๆในเอกภพ ในโครงการนี้เราศึกษาแบบจำลองพลังงานมืดประเภทแบบจำลองที่เป็นสนามสเกลาร์คู่ควบกับของไหลสมบูรณ์แบบ barotropic ที่ประพฤติตัวเป็นสสารมืด การที่จะมี cosmological scaling solutions ได้นั้นแบบจำลองจะต้องมีรูปแบบของลากรางเจียนของสนาม φ เป็น $p = Xg(Xe^{\lambda\varphi})$ โดยที่ $X = -g^{\mu\nu}\partial_\mu\varphi\partial_\nu\varphi/2$ เมื่อ λ เป็นค่าคงที่และ g เป็นฟังก์ชันใดๆ ในโครงการวิจัยนี้เราได้ทำการหาสมการการวิวัฒน์ของแบบจำลองพลังงานมืดคู่ควบกับสสารมืดในกรณีทั่วไป สำหรับลากรางเจียนของสนามดังกล่าว ระบบสมการเชิงอนุพันธ์เหล่านี้มีรูปแบบเป็นสมการอิสระหรือ autonomous เราได้ทำการตรวจสอบแบบจำลองพลังงานมืดที่คู่ควบในหลายๆแบบ การตรวจสอบมุ่งเน้นเรื่องเสถียรภาพของจุดวิกฤตแบบจำลองของพลังงานคู่ควบที่เราศึกษาคือ (1) สนามสเกลาร์แบบปกติหรือแบบแฟนธอม (phantom) (2) dilatonic ghost condensate (3) เตคีออน (แฟนธอม) ในทุกๆแบบจำลองที่เราศึกษาไม่ว่าจะมีการคู่ควบ Q ระหว่างพลังงานมืดและสสารมืดอยู่หรือไม่ก็ตาม เราได้พบว่าจะต้องมีผลเฉลยที่ให้จุดวิกฤตที่สอดคล้องกับการมีสนามสเกลาร์เป็นองค์ประกอบที่โดดเด่น(dominant)ที่สุดในเอกภพ ($\Omega_\varphi = 1$) และทำให้เกิดการขยายตัวออกแบบเร่ง เราได้พบว่าในกรณีของสนามแฟนธอมจุดวิกฤตเหล่านี้จะเสถียรในพิสัยช่วงคลาสสิกซึ่งหมายความว่าถ้าพลังงานมืดอยู่ในรูปของสนามสเกลาร์แบบแฟนธอมแล้วในที่สุดเอกภพของเราจะมีพลังงานแฟนธอมโดดเด่นเหนือองค์ประกอบสสารพลังงานอื่นๆในเอกภพ แต่เมื่อค่า w_φ สำหรับสมการสภาวะของสนาม φ มีค่าเป็น$w_\varphi > -1$ ซึ่งไม่เป็นแฟนธอมเราพบว่าถ้าผลเฉลยที่ให้สนามสเกลาร์โดดเด่นไม่เสถียรแล้ว scaling solution จะเสถียร ดังนั้นเรากล่าวได้ว่า attractor สุดท้ายจะเป็น scaling solution ที่มี Ω_φ เป็นค่าคงที่โดยที่มี $0 < \Omega_\varphi < 1$ หรือไม่ก็จะได้ผลเฉลยสุดท้ายเป็นผลเฉลยที่ให้สนามสเกลาร์โดดเด่นที่มี $\Omega_\varphi = 1$ ผลการวิจัยนี้ได้เสนอการวิเคราะห์เชิงพลวัตรในกรณีทั่วไปสำหรับแบบจำลองพลังงานมืดที่คู่ควบกับสสารมืด barotropic ทุกชนิด ประเด็นน่าสนใจที่เหลือคือการเปรียบเทียบค่า w_φ กับข้อมูลเชิงสังเกตการณ์และการสำรวจความเป็นไปได้ที่พลังงานมืดอาจเป็นสนามสเกลาร์ตัวเดียวกันกับ inflaton นอกจากนี้ยังควรมีการวิเคราะห์แบบจำลองใน background ของ quantum gravities แบบอื่นๆด้วย

Abstract

177741

Project Code: **MRG4780194**

Project Title: **Testing Physics of the Early Universe and Cosmological Models**

Investigator: Dr. Burin Gumjudpai

The Tah Poe Academia Institute for Theoretical Physics & Cosmology

Department of Physics, Naresuan University

E-mail address: buring@nu.ac.th

Project Period: 2 years (2004-2006)

Investigation of the dark energy and dark matter can contribute to careful construction of model of the universe as well as helping of testing fundamental physics. This result can at last contribute to constraining theory of everything. The accelerating expansion implies that dark energy is at present a dominant density components over other types of matter and energy density. In this project, we focus on a study of scalar-field coupled to a barotropic perfect fluid acting as dark matter. The existence of cosmological scaling solutions restricts the Lagrangian of the field φ to $p = Xg(Xe^{\lambda\varphi})$, where $X = -g^{\mu\nu}\partial_\mu\varphi\partial_\nu\varphi/2$, λ is a constant and g is an arbitrary function. We derive general evolution equations in an autonomous form for this Lagrangian and investigate the stability of fixed points for several different dark energy models–(i) ordinary (phantom) field, (ii) dilatonic ghost condensate, and (iii) (phantom) tachyon. We find the existence of scalar-field dominant fixed points ($\Omega_\varphi = 1$) with an accelerated expansion in all models irrespective of the presence of the coupling Q between dark energy and dark matter. These fixed points are always classically stable for a phantom field, implying that the universe is eventually dominated by the energy density of a scalar field if phantom is responsible for dark energy. When the equation of state w_φ for the field φ is larger than -1, we find that scaling solutions are stable if the scalar-field dominant solution is unstable, and vice versa. Therefore in this case the final attractor is either a scaling solution with constant Ω_φ satisfying $0 < \Omega_\varphi < 1$ or a scalar-field dominant solution with $\Omega_\varphi = 1$. This work introduces a dynamical analysis of a generalized model of dark energy coupling to barotropic dark matter. Further interesting features are to match the equation of state w to the most recent and reliable observational data and to investigate models that can possibly yield a scalar field that can behave both as dark energy and inflaton field of the early universe. Coupled dark energy models can be studied in alternative backgrounds motivated by other types of quantum gravitites e.g. loop quantum gravity.