

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

宏觀早期宇宙 (1/3-3/3)

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 89 - 2112 - M - 009 - 043; NSC 90 - 2112 - M - 009 - 006; NSC 91 - 2112 - M - 009 - 003;

執行期間：2000 年 8 月 1 日至 2003 年 10 月 31 日

計畫主持人：高文芳

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：交通大學物理研究所

2004 年 1 月 15 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

宏觀早期宇宙 (1-3/3).

計畫編號：NSC 89 - 2112 - M - 009 - 043; NSC 90 - 2112 - M - 009 - 006; NSC 91 - 2112 - M - 009 - 003;

執行期間：2000 年 8 月 1 日至 2003 年 10 月 31 日

主持人：高文芳 交大物理所

計畫參與人員：Dr. Osamu Seto、林德宏博士、吳明州、許書豪、陳正彬、鍾旻峰

一、中文摘要

宇宙背景輻射相關研究因為近年來已經獲即將上線的大型觀測實驗，而成為近年來宇宙演化的熱門研究課題。對於相當微小，有方向性，接近最後散設面時期的早期宇宙其形成與演化的機制，相關的研究，對現今宇宙演化與大尺度結構形成基制的了解非常重要。因此我們嘗試有系統的分析所有方向性 Bianchi 空間再不同模型下的演化與穩定性研究，我們考慮的模型也包跨不同行事的對稱自發破缺的矢量位能模型，還有無方向性等壓流體模型及高階微分、高維模型。我們也繼續這方面相關研究的相關應用，並研究這些模型在更早期宇宙暴漲時期的關聯，我們建議通盤瞭解這些矢量位能模型與高維理論及暴漲理論之間完整的相互關聯與必然加諸物理系統的相關限制，希望能藉此瞭解這些相關限制和量子宇宙的關係及其在早期宇宙形成與演化過程的相關作用與角色。

關鍵詞：宇宙背景輻射、最後散設面、量子宇宙、暴漲、對稱自發破缺

Abstract

CMB physics has been of much interests recently due to the ongoing observational

project all over the world. The study on the origin and formation of slightly anisotropic early universe near the last scattering surface (LSS) is very important to the understanding of the structure formation of current universe. We tried very hard to study the evolution of anisotropic Bianchi spaces in various models involving various form of symmetry breaking potentials, barotropic fluids, higher-derivative and higher dimensional theories. We also study the stability of the Bianchi spaces under these theoretical models. We will also continue similar studies and explore possible implications of these research topics. We will also study the implication of this model during the very early epoch of the inflationary universe. We propose to study in details the closed relation among inflation, scale symmetry, higher dimensional theory, quantum cosmology and the origin of the effective symmetry breaking potential involved. We will also study the implication of these models to the

inflationary universe, the formation of black hole, wormhole and the stability of neutron star.

We hope that this research can lead to more understanding of the physics in the early stage for the evolution of the universe.

Keywords: CMB, last scattering surface, quantum cosmology, inflation, Spontaneously symmetry breaking

二、緣由與目的

背景:

對於相當微小，有方向性，接近最後散設面時期的早期宇宙其形成與演化的機制，相關的研究，對現今宇宙演化與大尺度結構形成基制的了解非常重要。早期宇宙空間彎曲的非常厲害，因此暴漲及量子宇宙論的機制非常值得深入研討。

目的:

我們希望結合共同的力量，一起研究對於相當微小，有方向性，接近最後散設面時期的早期宇宙其形成與演化的機制與其穩定性。同時也研究更早期量子宇宙理論，暴漲理論與高維重力理論與最近受到重視的各類不同類型的自發對稱破缺(SSB)的矢量場(scalar field) 位能模型之間的關聯與相互影響。我們希望能通盤考量他們的確切相互關聯。

三、結果與討論

研究進度與預期相符。

四、計畫成果自評

研究進行期間，已 13 篇論文發表，另有 6 篇投稿中，也有近十篇完稿中，論文質量皆可，成果不錯。

五、參考文獻

1. Chiang-Mei Chen, W.F. Kao, Stability Analysis of Anisotropic Inflationary Cosmology, hep-th/0104101, Phys. Rev. D64 (2001) 124019;
2. W.F. Kao, Bianchi type I space and the stability of inflationary Friedmann-Robertson-Walker space, hep-th/0104166, Phys. Rev. D64 (2001) 107301;
3. Generalized Assisted Inflation, E. J. Copeland, Anupam Mazumdar, N. J. Nunes, Phys. Rev. D60 (1999) 083506,
4. Assisted Chaotic Inflation in Higher Dimensional Theories, Panagiota Kanti, Keith A. Olive, Phys. Lett. B464 (1999) 192-198,
5. Quintessential inflation, P. J. E. Peebles, A. Vilenkin, Phys. Rev. D 59, 063505 (1999) ,
6. Oscillating Inflation with a non-minimally coupled scalar field, Jae-weon Lee, Seoktae Koh, Chanyong Park, Sang Jin Sin, Chul H. Lee, Phys. Rev. D61 (2000) 027301,
7. Inflation from extra dimensions, James M. Cline, Phys. Rev. D 61, 023513 (2000),
8. Extra Dimensions and Inflation, Anupam Mazumdar, Phys. Lett. B469 (1999) 55-60,

六、本計畫支助之論文成果、研究進行期間期刊論文：

1. Chiang-Mei Chen, T. Harko, W. F. Kao and M. K. Mak, Rotational perturbations of high density matter in the brane cosmology, JCAP, 0311 (2003) 005, [hep-th/0208033](http://arxiv.org/abs/hep-th/0208033),
2. Chiang-Mei Chen, T. Harko, W. F. Kao, M. K. Mak, Rotational Perturbations of Friedmann-Robertson-Walker Type Brane-World

- Cosmological Models, [hep-th/0201012](#), Nucl. Phys. B, 636 (1-2) (2002) pp. 159;
3. W.F. Kao, P.G. Luan, D.H. Lin, Semiclassical Quantization for the Spherically Symmetric Systems under an Aharonov-Bohm magnetic flux, Phys. Rev. A65 (2002) 052108.
 4. W. F. Kao, G.-L. Lin, J.-J. Tseng, On Analytic Properties of the Photon Polarization Function in a Background Magnetic Field, hep-ph/0109002, Phys. Lett. B522 (2001) 257;
 5. Chiang-Mei Chen, W.F. Kao, Stability Analysis of Anisotropic Inflationary Cosmology, Phys. Rev. D64 (2001) 124019;
 6. W.F. Kao, Bianchi type I space and the stability of inflationary Friedmann-Robertson-Walker space, Phys. Rev. D64 (2001) 107301;
 7. W.F. Kao, Ue-Li Pen, Pengjie Zhang, Friedmann Equation and Stability of Inflationary Higher Derivative Gravity; Phys. Rev. D63, (2001) 127301;
 8. W. F. Kao, Guey-Lin Lin, Jie-Jun Tseng, A new look at the pair-production width in a strong magnetic field; hep-ph/0008240; Phys. Lett. B495 (2000) 105.
 9. Tzuu-Kang Chyi, Chien-Wen Hwang, W. F. Kao, Guey-Lin Lin, Kin-Wang Ng, Jie-Jun Tseng, The weak-field expansion for processes in a homogeneous background magnetic field, Phys. Rev. D62 (2000) 105014, hep-th/9912134;
 10. W. F. Kao, Kaluza-Klein Induced Gravity Inflation, Phys. Rev. D62 (2000) 084009,
 11. W.F. Kao, Inflationary Universe in Higher Derivative Induced Gravity, Phys. Rev. D62 (2000) 087301, hep-th/0003206;
 12. W.F. Kao, Higher Derivative Weyl Gravity, Phys. Rev. D61(2000) 047501;
 13. W.F. Kao, Magnetic Monopole In Induced Einstein-Yang-Mills Models, Phys. Rev. D61(2000)044004;