

訂 正 確 認 報 告 書

| | | | |
|-------|---|-------|------------|
| 訂正承認日 | 2016年1月21日 | 訂正申請日 | 2015年4月23日 |
| 題名 | Colliding branes and its application to string cosmology ブレイン衝突とストリング宇宙論への応用 | | |
| 著者氏名 | 高水 裕一 | | |
| 報告者氏名 | 前田 恵一 | 確認者氏名 | 山田 章一 |

本論文は、学位規則第 23 条第 1 項に照らし、学位の取消には該当しないが、訂正を要する箇所が認められたため、これに対して著者によりなされた訂正について確認した結果を下表の通り報告する。

| 第一章 Introduction | | |
|---|--|---|
| 宇宙論の歴史に関する記述 | | |
| 訂正前 5 頁 1 行目-7 頁 9 行目 | 訂正後 5 頁 1-32 行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| Cosmology is a fundamental study of the large scale properties of the Universe as a whole, (中略) the universe must have those properties which allow life to develop within it at some stage in its history. | Cosmology represents a fundamental study on the large scale physics in the whole Universe, (中略) the universe takes special values of physical constants? | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| 宇宙の構造に関する記述 | | |
| 訂正前 7 頁 18-33 行目 | 訂正後 6 頁 7-11 行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| The Solar System consists of the Sun and the other celestial objects gravitationally bounded to it: (中略) Almost all current systems of galaxy classification is divided into three general classes: ellipticals, spirals, and irregulars. | The galaxy which the Sun and we live in, of course, is called the Milky Way or the Galaxy, (中略) galaxies can be classified into three classes as ellipticals, spirals, and irregulars. | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| 宇宙論の特徴に関する記述 | | |
| 訂正前 8 頁 3-10 行目 | 訂正後 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| Like any field of science, cosmology involves the formation of theories or hypotheses (中略) it is not able to be experimented as a whole and hence cosmology is a peculiar scientific topics. | (削除) | 本旨に関係のない記述が含まれており、該当部分を削除、記述の訂正を行った。本部分の削除は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| 第二章 Standard cosmological scenario | | |
| 宇宙における距離の定義に関する記述 | | |
| 訂正前 16 頁 15 行目-17 頁 18 行目 | 訂正後 16 頁, 12-31 行目 | 訂正理由と内容・訂正を認め |

| | | |
|--|---|---|
| | | た理由 |
| There are several ways of measuring distances in the expanding universe.(中略) if we measure the luminosity distance, we can determine the expansion rate of the universe. | Let us introduce two useful definitions of distance (中略) Hence rewrite $H(z)$ in terms of $dL(z)$: (3.29) | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| インフレーション宇宙論に関する記述 | | |
| 訂正前 23 頁 14 行目-25 頁 6 行目 | 訂正後 22 頁 24 行目-24 頁 8 行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| Inflationary cosmology has played an important role in the modern cosmology. (中略) the thermal production of unwanted relics such as gravitinos can be avoided. | Inflationary cosmology has played an important role. (中略) in order not to overproduce an unwanted relic object such as gravitinos and to make nucleosynthesis succeed. | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| インフラトン場のダイナミクスに関する記述 | | |
| 訂正前 25 頁 11 行目-26 頁 24 行目 | 訂正後 24 頁 10 行目-25 頁 6 行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| It transforms as a scalar (that is , it is unchanged) under coordinate transformations.(中略)in order to solve the horizon problem and hence $N>60$ is taken as a standard minimum number of e-foldings for any model building of inflation. | The energy density and pressure of inflaton(scalar field) can be characterized by (中略) minimum e-folding number for any model of inflation to solve the flatness and horizon problem. | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| 宇宙の再加熱に関する記述 | | |
| 訂正前 27 頁 17-40 行目 | 訂正後 25 頁 29 行目-26 頁 15 行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| We call this <i>Reheating</i> , where baryogenesis and nucleosynthesis work. (中略) However, if one builds models of inflation in a supergravity context then one must worry about on over-production of gravitinos, that is the superpartner of the graviton. | At the end of inflation the universe is in a non-thermal state and becomes very cold. (中略) However, such model of inflation may overproduce gravitinos. | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |

| 観測からの制限に関する記述 | | |
|---|---|---|
| 訂正前 30 頁 38 行目-34 頁 10 行目 | 訂正後 29 頁 3 行目- 30 頁 15 行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| The original “old inflation” scenario assumed the inflaton was trapped in a metastable false vacuum (中略) which corresponds to the COBE normalization (2.164) mentioned in the next section, | The original “old inflation” scenario is based on the idea of a meta stable false vacuum (中略) that is the COBE normalization (2.163). | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| テンソル揺らぎに関する記述 | | |
| 訂正前 37 頁 12-27 行目 | 訂正後 34 頁 10 -22 行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| We can decompose any tensor perturbations into eigenmodes of the spatial Laplacian, (中略) R_c and $-\zeta$ is proportional to the comoving density perturbation Δ_c : | We can decompose any tensor perturbations by using eigenmodes of (中略) The variable R_c is related to $-\zeta$ and the difference is proportional to Δ_c as | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| 揺らぎの成長に関する記述 | | |
| 訂正前 38 頁 36 行目-39 頁 15 行目 | 訂正後 34 頁 10 -22 行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| The divergence-free part of the 3-momentum follows conservation equation (中略) This is exactly same as the wave equation for a massless scalar field in an unperturbed FRW metric | Let us consider a 3-momentum as a divergence-free, that obeys a following equation (中略) Note that it is same form of equation describing evolution of a massless scalar fields in a FRW background. | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| ダークエネルギー・ダークマターに関する記述 | | |
| 訂正前 54 頁 31 行目-59 頁 25 行目 | 訂正後 51 頁 10 行目-55 頁 14 行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| The CMB anisotropies observed by COBE in 1992 and by WMAP in 2003 (中略) The tachyon can be considered as a field from which it is possible to obtain viable models of dark energy | The CMB observational data by COBE in 1992 and by WMAP in 2003 (中略) Note that it is exactly a Dirac-Born-Infeld action, describing D-3 brane, seen in Chapter 3. | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記 |

| | | |
|---|--|---|
| | | 述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| ダークマターの観測的証拠に関する記述 | | |
| 訂正前 60頁 1行目-61頁 21行目 | 訂正後 55頁 27行目-56頁 25行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| It has to be inferred by its gravitational effects on the luminous matter in the Universe (中略)We do not find many of these objects nearby, so to presume they exist in the dark matter halos is unsupported. | In individual galaxies the presence of dark matter has been convincingly established through the use of Kepler's third law (中略)There are candidates for dark matter, the so-called Massive Compact Halo Objects (MACHO)[345] | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| 第三章 String theory and Brane-world scenario | | |
| 4つの基本的相互作用に関する記述 | | |
| 訂正前 69頁 1-26行目 | 訂正後 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| Four fundamental forces The two most fundamental types of particles are quarks and leptons. (中略) There is a strong expectation that there exists a Grand Unified Field Theory (GUT) that will provide a deeper meaning to the Standard Model and explain the missing elements. | (削除) | 本旨に関係のない記述が含まれており、該当部分を削除、記述の訂正を行った。本部分の削除は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| 超弦理論の基礎に関する記述 | | |
| 訂正前 77頁 12-40行目 | 訂正後 70頁 28行目-71頁 19行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| The matrices γ^a are 2x2 matrices obeying the algebra $\{\gamma_a, \gamma_b\}_+ = 2\eta_{ab}$ and can be taken to be real. (中略) RR sector contains antisymmetric p form potentials A_m and A_{mnr} where p is odd. | Eq. (3.30) becomes supersymmetric if it is invariant under the infinitesimal transformation: (中略) The last term in Eq. (3.33) is called a Chern-Simons term. | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| 超弦理論に基づくインフレーションモデルの記述 | | |
| 訂正前 84頁 8行目-85頁 20行目 | 訂正後 76頁 35行目-77頁 31行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| (1) The gravity action does not contain higher curvature correction. | (1) The gravity action with no higher with no higher | 文章に不備があ |

| | | |
|---|---|---|
| (中略) The fact that there are a vast number of different choices of fluxes leads in principle to a complicated string landscape with more than 10^{100} vacuum | curvature correction (中略) that there are many de Sitter vacua as more than 10^{100} , that means to resolve cosmological constant problem needs realization of a complicated string landscape | るため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| 訂正前 86 頁 2 行目-87 頁 15 行目 | 訂正後 78 頁 18-24 行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| Solitons are found in many physical phenomena, as they arise as the solitons of a widespread class of weakly nonlinear dispersive partial differential equations describing physical systems (中略) It is important to investigate whether or not the anthropic principle has prediction in the context of the cosmological constant. | D-brane is a key object, in order to see non-perturbative effects of string theory.(中略) This gives us a helpness of calculating of QCD scattering diagram. | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| 第 四 章 Two scenarios based on colliding branes | | |
| エクピロティックシナリオに関する記述 | | |
| 訂正前 94 頁 1 行目-95 頁 24 行目 | 訂正後 83 頁 45 行目-85 頁 10 行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| He ekpyrotic scenario is characterized by a following negative exponential potential (中略) The authors of ref[342] considered a specific two-field system with a brane-modulus ϕ and a dilaton χ . | In the ekpyrotic scenario, a negative exponential potential (中略) The authors of ref[342] used two-field system : a brane-modulus ϕ and a dilaton χ . | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |
| ストリングガス宇宙論に関する記述 | | |
| 訂正前 95 頁 34 行目-96 頁 28 行目 | 訂正後 85 頁 22 - 31 行目 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| A key obstacle towards making progress in developing superstring cosmology is that no perturbative string theory does not exist yet. (中略) only three spatial dimensions can become large, hence explaining the observed dimensionality of space-time. | The string cosmology [64,449,268] is interesting approach which is motivated by some part of a non-perturbative effect of string theory.(中略) This approach is the so-called string gas cosmology. | 文章に不備があるため、該当部分を削除、または書き換え、記述の訂正を行った。本部分の記述の訂正は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |

| 第七章 Conclusions | | |
|---|------|---|
| まとめの記述 | | |
| 訂正前 | 訂正後 | 訂正理由と内容・訂正を認めた理由 |
| 150 頁 10-16 行目 | | |
| The initial data is set up by applying a BPS domain wall in five-dimensional supergravity, and evolved the system determining the final outcome of collisions. (中略) These result shows show that incorporating the self-gravity drastically changes a naïve picture of colliding branes. | (削除) | 本旨に関係のない記述が含まれており、該当部分を削除、記述の訂正を行った。本部分の削除は本旨に影響を与えないことから妥当と判断する。 |