(B3) 飛翔体観測と理論による、空間構造の解明

**平成２６年**：平成27年に打ち上げを予定している、ASTRO-H衛星による宇宙ダークマターの観測手法の検討と見積もりを行い、観測に備える。同時にダークマターの実験的探査のための、計算機シミュレーションによる評価をおこなう。また、ブラックホール近傍の時空を飛翔体観測により実現を目標とした基礎研究のためのＸ線波面センサーの導入と高精度X線干渉計、撮像装置の改良計画を検討する。更に、さまざまなダークマター模型の宇宙論的・素粒子現象論的帰結について理論的考察を行う。

**平成２７年**：飛翔体観測による宇宙ダークマター探査の新手法と、他の効果の影響の推定を行い、計算機シミュレーションを交えて、観測に与える制限を明らかにする。また、地上実験によりダークマターの実験的探査の検討を続ける。これまでの検討と準備を元にして、高精度X線干渉計、撮像装置のデモンストレーションを目指す。ダークマター模型の理論的考察を継続する。

**平成２８年**：高精度X線干渉計と撮像装置の実験結果を踏まえて、天体観測への応用の検討を始める。また、ASTRO-Hによる銀河団の観測データに、宇宙ダークマター探査の新手法を適用してみる。一方、理論的考察と協働して、地上実験によるダークマター探査の手法の再検討も行う。

**1.現在までの進捗状況および達成度（文中に6の公表の番号を書いて、証拠を示す）**

　宇宙ダークマターの新しい観測手法として、銀河団ガスの輝線放射の重力赤方偏移を検出し、新たなダークマターの存在の証拠取得のために計算機シミュレーションを行ってきた。そして、ASTRO-H衛星(ひとみ衛星)での銀河団観測での観測可能性を検討してきた。その結果は、学会発表等で報告している（学５）。ひとみ衛星は２０１６年度２月に打ち上げられ、検討結果を適用していく段階であったが、残念ながら3月末にひとみ衛星が消失した。しかしながら、ひとみ衛星は、消失前にペルセウス銀河団の観測した。その結果、ひとみ衛星のSoft X-ray Spectrometer (SXS)の素晴らしい性能で、銀河団ガスからの輝線の精密観測に人類史上初めて成功した。結果は、銀河団での乱流等による輝線幅の増加も予想外に小さく（論２）、見積もった重力赤方偏移はSXSでの観測精度範囲で誤差ギリギリであることがわかった。観測により、銀河団での乱流、あるいはガスのバルクな流れの定量化のための詳細解析が進んでいる途中であるが、重力赤方偏移は系統的な誤差として扱う予定で、解析が進んでいる。ここまではほぼ予定通りである。

　高精度X線干渉系と撮像装置の開発は、撮像装置の性能の洗い直しを行い、現在、可視光での１秒角の分解能を達成している。これは、国際学会で報告した（学４）。現在、X線により撮像実験を予定しており、順調に進んでいる。天体観測への応用の考察は始めたところである（論５）。一方、飛翔体観測によるブラックホール近傍の観測そのものとして、白鳥座X−１の降着円盤の構造を明らかにする論文を公表した（論１）。中性子星近傍の構造の研究も進んでいる。

　地上実験によるダークマター探査の手法の検討は遅れている。

　ダークマター模型あるいはその代替模型として、スカラー場を用いた模型が広く考えられている。このようなスカラー場の諸側面を研究した。スカラー・テンソル理論による新しい宇宙創生シナリオの研究(論8, 16, 17)と、その種の模型に一般的に不安定性が存在することの証明(論6)をおこなった。 また、そのようなスカラー場による原始重力波の生成可能性や観測からの制限(論30, 33)も議論した。その成果を複数の学会・国際会議で発表済みである(学7,8,9,11,15)。その他、スカラー場を伴うブラックホールの安定性解析(論10,11,12,21)、スカラー場の遮蔽機構の研究(論18, 学14)などもおこなった。超対称性理論に基づいた具体的な暗黒物質生成モデルに着目し、現在の宇宙論的観測からモデルへの制限を得た(論31,32, 学18,22)。また暗黒物質密度の空間的な揺らぎは銀河・銀河団といった宇宙大規模構造の形成過程にとっても重要である。暗黒物質密度揺らぎの進化に注目し将来の宇宙論的観測で期待される初期宇宙モデルへの制限 (論22,24,26,28)や、高赤方偏移宇宙における中性水素21cm線の空間分布に関する統計量の計算(論25,29)を行なった。暗黒物質候補である原始ブラックホールに関する研究も行なった(論23,27)。特に2015年に検出された重力波源が原始ブラックホールである可能性に関する研究(論23)はプレスリリースされた(プレスリリース1)。ダークマターの候補天体として原始ブラックホールがある。その生成条件と生成率に関する基礎理論の研究を行った（論35,37,46,47,学23,24,27,30,32,33,34）。原始ブラックホールに迫るためには当然ながらブラックホールの性質を知ることが必要である。そこでブラックホールの諸性質に関する研究を行った（論38,39,42,49,40,学25,26,28,29）。また観測的にブラックホールと区別がつきにくい天体としてワームホールなどが挙げられており、その観測的性質及び安定性に関する研究を行った（論34,36,40,41,43,44,45,48,学31）。

**2.問題点とその克服方法**

　ひとみ衛星により、複数の銀河団から統計的手法あるいは、特別な銀河団にける、ダークマターの検証等が考えらえたが、ひとみ衛星の消失により、観測からダークマターの存在のさらなる検討が不可能になった。代替機等へのコミットを進める予定である。

　高精度X線干渉系と撮像装置の開発は、予定通り進んでいるものの、これからのX線による検証が重要である。一方、観測からの結果ではブラックホールの極近傍に迫ることができていない。ブラックホールスピン等の観測からのアプローチの困難さが明らかになってきた。

　地上実験によるダークマター探査の手法の検討は遅れている。

　理論研究については、順調に進行しており論文も継続的に出版されている状況にある。大きな問題はない。

**3.今度の研究方針**

　ひとみ衛星によるダークマター探索は、現在存在するデータの解析をすることで終了する。ペルセウス銀河団でのダークマター存在の上限値を議論できるであろう。将来の衛星での検討に移行する。高精度X線干渉系と撮像装置の開発は、改良の必要はなく、可能な限りの性能向上を目指す。

　地上実験によるダークマター探索は。。

　ミメティックダークマター模型と呼ばれる模型は不安定であることが知られている。この模型を安定化するための改良法を考案し、論文を執筆する目処が立っている。この解析を、ミメティックダークマターのいくつかの拡張模型に適用し、既存の拡張では不安定性を除去できないことを示せる見通しも立っている。

 現在までの進捗状況で述べた暗黒物質密度の空間的な揺らぎに対する詳細な計算結果についての新しい論文をまとめており、２０１７年度の頭には投稿予定である。また重力波観測による原始ブラックホール探査に関する研究も進めており、特に従来の星起源ブラックホールと原始ブラックホールとの識別可能性に関しては2017年度中に論文としてまとめる目処が立っている。

　原始ブラックホールの宇宙論的および宇宙物理的な意義はますます高まっており、今後も原始ブラックホールの研究及びそれに迫るためのブラックホールおよびブラックホール擬似天体の諸性質に関する研究を進めていく。

**4.特に優れた研究成果（表彰、新聞記事、プレス発表等）**

(プレスリリース1) 横山修一郎

“初検出された重力波の起源は原始ブラックホール？〜宇宙の始まりに迫る新理論〜”

（２０１６年８月３日）

<http://www.rikkyo.ac.jp/news/2016/08/18086/>

**5.研究成果の副次的効果（特許出願や、計画に無かった良い結果）**

**6.成果の公表(2014, 2015, 2016年度の物)**

雑誌

査読有無、著者（基本全員、10名以上の場合はFirst Author と関係者（＊＊名中＊番目）、関係者には２重線）、題名(D.O.I:)、雑誌名、年、巻、ページの初めと終わり（または論文番号とページ数）

論文（＊は査読あり）

(論1)\*. Sugimoto, J., Mihara, T., Kitamoto, S. Matsuoka, M., Sugizaki, M., Negoro, H., Nakahira, S., Makishima, K.,

“MAXI observations of long-term variations of Cygnus X-1 in the low/hard and the high/soft states” , DOI:10.1093/pasj/psw004, PASJ, 2016, 68, S17 (pp17)

(論2)\*, Hitomi collaboration, Kitamoto, S. (\*名中\*番目), Hoshino, A. (\*名中\*番目), Uchiyama, Y. (\*名中\*番目)

“The quiescent intracluster medium in the core of the Perseus cluster”,

DOI:10.1038/nature18627 , Nature, 2016, 535, 117-122

(論3)\*,Hubrig, S.; Schöller, M.; Kholtygin, A. F.; Tsumura, H.; Hoshino, A.; Kitamoto, S.; Oskinova, L.; Ignace, R.; Todt, H.; Ilyin, I.

“New multiwavelength observations of the Of?p star CPD -28° 2561”,

DOI: 10.1093/mnras/stu2516, MNRAS, 2015, 447, 1885-1894.

(論4)\*, Takei, Dai; Tsujimoto, Masahiro; Drake, Jeremy J.; Kitamoto, Shunji

“X-ray development of the classical nova V2672 Ophiuchi with Suzaku”,

DOI: 10.1093/pasj/psu019, PASJ, 2014, 66, 37(pp10).

(論5) Kitamoto, S.; Ogawa, S.; Komatsu, T.; Umezu, R.; Sugimoto, J.; Suzuki, H.; Nambu, D.; Tsumura, H.; Seta, H.; Hoshino, A.; and 2 coauthors

“Estimation of observation possibility of the x-ray interferometer with an x-ray beam-splitter”

D.O.I: 10.1117/12.2055305, Proc of SPIE, 9144, 2014, 91441Z (6pp)

(論6)\* Tsutomu Kobayashi

“Generic instabilities of nonsingular cosmologies in Horndeski theory: A no-go theorem”

Phys.Rev. D94 (2016) no.4, 043511

DOI: 10.1103/PhysRevD.94.043511

e-Print: arXiv:1606.05831 [hep-th]

(論7)\* Shin'ichi Hirano, Tsutomu Kobayashi, Shuichiro Yokoyama

“Ultra slow-roll G-inflation”

Phys.Rev. D94 (2016) no.10, 103515

DOI: 10.1103/PhysRevD.94.103515

e-Print: arXiv:1604.00141 [astro-ph.CO]

(論8)\* Sakine Nishi, Tsutomu Kobayashi

“Reheating and Primordial Gravitational Waves in Generalized Galilean Genesis”

JCAP 1604 (2016) no.04, 018

DOI: 10.1088/1475-7516/2016/04/018

e-Print: arXiv:1601.06561 [hep-th]

(論9)\* Yuji Akita, Tsutomu Kobayashi

“Primordial non-Gaussianities of gravitational waves beyond Horndeski theories”

Phys.Rev. D93 (2016) no.4, 043519

DOI: 10.1103/PhysRevD.93.043519

e-Print: arXiv:1512.01380 [hep-th]

(論10)\* Kazufumi Takahashi, Teruaki Suyama, Tsutomu Kobayashi
“Universal instability of hairy black holes in Lovelock-Galileon theories in D dimensions”

Phys.Rev. D93 (2016) no.6, 064068

DOI: 10.1103/PhysRevD.93.064068

e-Print: arXiv:1511.06083 [gr-qc]

(論11)\* Hiromu Ogawa, Tsutomu Kobayashi, Teruaki Suyama

“Instability of hairy black holes in shift-symmetric Horndeski theories”

Phys.Rev. D93 (2016) no.6, 064078

DOI: 10.1103/PhysRevD.93.064078

e-Print: arXiv:1510.07400 [gr-qc]

(論12)\* Tsutomu Kobayashi, Masaru Siino, Masahide Yamaguchi, Daisuke Yoshida

“Perturbations of Cosmological and Black Hole Solutions in Massive gravity and Bi-gravity”

PTEP 2016 (2016) no.10, 103E02

DOI: 10.1093/ptep/ptw145

e-Print: arXiv:1509.02096 [gr-qc]

(論13)\* Kohji Yajima, Tsutomu Kobayashi

“Suppressing the primordial tensor amplitude without changing the scalar sector in quadratic curvature gravity”

Phys.Rev. D92 (2015) no.10, 103503

DOI: 10.1103/PhysRevD.92.103503

e-Print: arXiv:1508.07412 [hep-th]

(論14)\* Yuji Akita, Tsutomu Kobayashi

“Removing Ostrogradski's ghost from cosmological perturbations in f(R,R2μν,C2μνρσ) gravity”

Mod.Phys.Lett. A31 (2016) no.11, 1650067

DOI: 10.1142/S021773231650067X

e-Print: arXiv:1507.00812 [gr-qc]

(論15)\* Seiju Ohashi, Norihiro Tanahashi, Tsutomu Kobayashi, Masahide Yamaguchi

“The most general second-order field equations of bi-scalar-tensor theory in four dimensions”

JHEP 1507 (2015) 008

DOI: 10.1007/JHEP07(2015)008

e-Print: arXiv:1505.06029 [gr-qc]

(論16)\* Tsutomu Kobayashi, Masahide Yamaguchi, Jun'ichi Yokoyama

“Galilean Creation of the Inflationary Universe”

JCAP 1507 (2015) no.07, 017

DOI: 10.1088/1475-7516/2015/07/017

e-Print: arXiv:1504.05710 [hep-th]

(論17)\* Sakine Nishi, Tsutomu Kobayashi

“Generalized Galilean Genesis”

JCAP 1503 (2015) no.03, 057

DOI: 10.1088/1475-7516/2015/03/057

e-Print: arXiv:1501.02553 [hep-th]

(論18)\* Tsutomu Kobayashi, Yuki Watanabe, Daisuke Yamauchi

“Breaking of Vainshtein screening in scalar-tensor theories beyond Horndeski”

Phys.Rev. D91 (2015) no.6, 064013

DOI: 10.1103/PhysRevD.91.064013

e-Print: arXiv:1411.4130 [gr-qc]

(論19)\* Xian Gao, Tsutomu Kobayashi, Masahide Yamaguchi, Daisuke Yoshida

“Covariant Stückelberg analysis of de Rham-Gabadadze-Tolley massive gravity with a general fiducial metric”

Phys.Rev. D90 (2014) no.12, 124073

DOI: 10.1103/PhysRevD.90.124073

e-Print: arXiv:1409.3074 [gr-qc]

(論20)\* Tsutomu Kobayashi, Norihiro Tanahashi

“Exact black hole solutions in shift symmetric scalar–tensor theories”

PTEP 2014 (2014) 073E02

DOI: 10.1093/ptep/ptu096

e-Print: arXiv:1403.4364 [gr-qc]

(論21)\* Tsutomu Kobayashi, Hayato Motohashi, Teruaki Suyama

“Black hole perturbation in the most general scalar-tensor theory with second-order field equations. II. The even-parity sector”

Phys.Rev. D89 (2014) no.8, 084042

DOI: 10.1103/PhysRevD.89.084042

e-Print: arXiv:1402.6740 [gr-qc]

(論22)\* Ichihiko Hashimoto, Shuntaro Mizuno, Shuichiro Yokoyama

“Constraining equilateral-type primordial non-Gaussianities from imaging surveys”
Phys.Rev. D94 (2016) no.4, 043532
doi:10.1103/PhysRevD.94.043532
e-Print: arXiv:1605.07348 [astro-ph.CO]

(論23)\* Misao Sasaki, Teruaki Suyama, Takahiro Tanaka, Shuichiro Yokoyama

“Primordial Black Hole Scenario for the Gravitational-Wave Event GW150914”

Phys.Rev.Lett. 117(2016) no.6, 061101

Doi:10.1103/PhysRevLett.117.061101

e-Print: arXiv:1603.08338 [astro-ph.CO]

(論24)\* Ichihiko Hashimoto, Atsushi Taruya, Takahiko Matsubara, Toshiya Namikawa, Shuichiro Yokoyama

“Constraining higher-order parameters for primordial non-Gaussianities from power spectra and bispectra of imaging surveys”

Phys.Rev. D93 (2016) no.10, 103537
doi:10.1103/PhysRevD.93.103537
e-Print: arXiv:1512.08352 [astro-ph.CO]

(論25)\* Hayato Shimabukuro, Shintaro Yoshiura, Keitaro Takahashi, Shuichiro Yokoyama, Kiyotomo Ichiki

“21cm line bispectrum as a method to probe cosmic dawn and epoch of reionization”

Mon.Not.Roy.Astron.Soc. 458(2016) no.3, 3003-3011
doi:10.1093/mnras/stw482
e-Print: arXiv:1507.01335 [astro-ph.CO]

(論26)\* Shuntaro Mizuno, Shuichiro Yokoyama

“Halo/Galaxy Bispectrum with Equilateral-type Primordial Trispectrum”
Phys.Rev. D91 (2015) no.12, 123521
doi:10.1103/PhysRevD.91.123521
e-Print: arXiv:1504.05505 [astro-ph.CO]

(論27)\* Yuichiro Tada, Shuichiro Yokoyama

“Primordial black holes as biased tracers”
Phys.Rev. D91 (2015) no.12, 123534
doi:10.1103/PhysRevD.91.123534
e-Print: arXiv:1502.01124 [astro-ph.CO]

(論28)\* Atsuhisa Ota, Toyokazu Sekiguchi, Yuichiro Tada, Shuichiro Yokoyama

“Anisotropic CMB distortions from non-Gaussian isocurvature perturbations”
JCAP 1503 (2015) no.03, 013
doi:10.1088/1475-7516/2015/03/013
e-Print: arXiv:1412.4517 [astro-ph.CO]

(論29)\* Hayato Shimabukuro, Shintaro Yoshiura, Keitaro Takahashi, Shuichiro Yokoyama, Kiyotomo Ichiki

“Studying 21cm power spectrum with one-point statistics”
Mon.Not.Roy.Astron.Soc. 451(2015) no.1, 467-474
doi:10.1093/mnras/stv965
e-Print: arXiv:1412.3332 [astro-ph.CO]

(論30)\* Tomohiro Fujita, Jun’ichi Yokoyama, Shuichiro Yokoyama

“Can a spectator scalar field enhance inflationary tensor mode?”
PTEP 2015(2015) 043E01
doi:10.1093/ptep/ptv037
e-Print: arXiv:1411.3658 [astro-ph.CO]

(論31)\* Keisuke Harigaya, Taku Hayakawa, Masahiro Kawasaki, Shuichiro Yokoyama

“CDM/baryon isocurvature perturbations in a sneutrino curvaton model”
JCAP 1410 (2014) no.10, 068
doi:10.1088/1475-7516/2014/10/068
e-Print: arXiv:1409.1669 [astro-ph.CO]

(論32)\* Naoya Kitajima, David Langlois, Tomo Takahashi, Tomohiro Takesako, Shuichiro Yokoyama

“Thermal Effects and Sudden Decay Approximation in the Curvaton Scenario”
JCAP 1410 (2014) no.10, 032
doi:10.1088/1475-7516/2014/10/032
e-Print: arXiv:1407.5148 [astro-ph.CO]

(論33)\* Sachiko Kuroyanagi, Tomo Takahashi, Shuichiro Yokoyama

“Blue-tilted Tensor Spectrum and Thermal History of the Universe”
JCAP 1502 (2015) 003
doi:10.1088/1475-7516/2015/02/003
e-Print: arXiv:1407.4785 [astro-ph.CO]

（論34）\* Naoki Tsukamoto and Tomohiro Harada,

``Light curves of light rays passing through a wormhole'',

accepted for publication in Physical Review D, arXiv:1607.01120 [gr-qc].

(論35)\* Tomohiro Harada, Chul-Moon Yoo, Kazunori Kohri, Ken-ichi Nakao and Sanjay Jhingan,

``Primordial black hole formation in the matter-dominated phase of the Universe,''

Astrophys. J. **833** (12/2016) no.1, 61 (8 pp), doi:10.3847/1538-4357/833/1/61 [arXiv:1609.01588 [astro-ph.CO]].

(論36)\* Takahisa Igata, Tsuyoshi Houri and Tomohiro Harada,

``Self-similar motion of a Nambu-Goto string,''

Phys. Rev. D **94** (9/2016) no.6, 064029 (10pp) doi:10.1103/PhysRevD.94.064029 [arXiv:1608.03698 [gr-qc]].

(論37)\* Tomohiro Harada and Sanjay Jhingan,

``Spherical and nonspherical models of primordial black hole formation: exact solutions,''

 Prog.Theor.Exp.Phys. (9/2016) 093E04 (27pp) doi:10.1093/ptep/ptw123 [arXiv:1512.08639 [gr-qc]].

(論38)\* Yasutaka Koga and Tomohiro Harada,

``Correspondence between sonic points of ideal photon gas accretion and photon spheres,''

Phys. Rev. D **94** (8/2016) no.4, 044053 (6pp) doi:10.1103/PhysRevD.94.044053 [arXiv:1601.07290 [gr-qc]].

(論39)\* Tomohiro Harada, Kota Ogasawara and Umpei Miyamoto,

``Consistent analytic approach to the efficiency of collisional Penrose process,''

Phys. Rev. D **94**(2) (7/2016) 024038 (5pp), doi:10.1103/PhysRevD.94.024038 [arXiv:1606.08107 [gr-qc]].

(論40)\* Tomohiro Harada, Shunichiro Kinoshita and Umpei Miyamoto,

``Vacuum excitation by sudden appearance and disappearance of a Dirichlet wall in a cavity,''

Phys. Rev. D **94** (7/2016) no.2, 025006 (17pp), doi:10.1103/PhysRevD.94.025006 [arXiv:1601.01172 [hep-th]].

(論41)\* Mandar Patil, Tomohiro Harada, Ken-Ichi Nakao, Pankaj S. Joshi and Masashi Kimura,

``Infinite efficiency of the collisional Penrose process: Can a overspinning Kerr geometry be the source of ultrahigh-energy cosmic rays and neutrinos?,''

Phys. Rev. D **93** (5/2016) no.10, 104015 (28pp), doi:10.1103/PhysRevD.93.104015 [arXiv:1510.08205 [gr-qc]].

(論42)\* Kota Ogasawara, Tomohiro Harada and Umpei Miyamoto,

``High efficiency of collisional Penrose process requires heavy particle production,''

Phys. Rev. D **93** (2/2016) no.4, 044054 (9pp), doi:10.1103/PhysRevD.93.044054 [arXiv:1511.00110 [gr-qc]].

(論43)\* Takafumi Kokubu, Hideki Maeda and Tomohiro Harada,

``Does the Gauss-Bonnet term stabilize wormholes?,''

Class. Quant. Grav. **32** (11/2015) 23, 235021 (30pp), doi:10.1088/0264-9381/32/23/235021 [arXiv:1506.08550 [gr-qc]].

(論44)\* Takafumi Kokubu and Tomohiro Harada,

``Negative tension branes as stable thin shell wormholes,''

Class. Quant. Grav. **32** (2015) no.20, 205001 (20pp), doi:10.1088/0264-9381/32/20/205001 [arXiv:1411.5454 [gr-qc]].

(論45)\* Mandar Patil, Pankaj S. Joshi, Ken-ichi Nakao, Masashi Kimura and Tomohiro Harada,

``Timescale for trans-Planckian collisions in Kerr spacetime,''

Europhys. Lett. **110** (2015) no.3, 30004 (6pp), doi:10.1209/0295-5075/110/30004 [arXiv:1503.08331 [gr-qc]].

(論46)\* Tomohiro Harada, Chul-Moon Yoo, Tomohiro Nakama and Yasutaka Koga,

``Cosmological long-wavelength solutions and primordial black hole formation,''

Phys. Rev. D **91** (4/2015) 8, 084057 (25pp), DOI: 10.1103/PhysRevD.91.084057, e-Print: arXiv:1503.03934 [gr-qc].

(論47)\* B. J. Carr and Tomohiro Harada,

``The separate universe problem: 40 years on'',

Phys. Rev. D **91** (4/2015) 8, 084048 (16pp), DOI: 10.1103/PhysRevD.91.084048, e-Print: arXiv:1405.3624 [astro-ph.CO].

(論48)\* Ken-Ichi Nakao, Masashi Kimura, Tomohiro Harada, Mandar Patil and Pankaj S. Joshi,

``How small can an over-spinning body be in general relativity?,''

Phys. Rev. D **90** (12/2014) 12, 124079 (15pp), DOI: 10.1103/PhysRevD.90.124079, e-Print: arXiv:1406.6798 [gr-qc].

(論49)\* Tomohiro Harada and Masashi Kimura,

``Black holes as particle accelerators: a brief review,''

Class. Quant. Grav. **31** (11/2014) 243001 (invited, 17pp), DOI: 10.1088/0264-9381/31/24/243001, e-Print: arXiv:1409.7502 [gr-qc]

(論50) 原田知広、椎野克、

「時空特異点とトポロジー～宇宙の因果～」

数理科学第53巻1号(2015年1月号)「特集：「科学における〈時間〉」 － ありふれた存在を多角的に捉える －」32頁-37頁、（サイエンス社、東京、2015年1月）

図書

著者名（関係者には２重線）、著者名、出版社、発行年、総ページ数

なし

学会発表

発表者名(関係者には２重線, 10名以上の場合はFirst Author と関係者（＊＊名中＊番目）、招待講演か一般か)、発表題目、学会名、開催地、発表年月

(学1).Kitamoto, S. (invited), ”Two Challenges for a High Angular Resolution X-ray Telescope: The Adaptive Optics and The Interferometer“, 「第１３回X線結像光学シンポジウム」 於名古屋大学 2015,年11月17日

（学２）吉田裕貴, 北本俊二, “X 線補償光学 望遠鏡と X 線干渉計の開発 ”,

「X線望遠鏡勉強会2015」於名古屋大学, 2015年11月16日

(学3)Kitamoto, Shunji; Enoto, Teruaki; Safi-Harb, Samar; Chernyakova, Masha; Ferrigno, Carlo; Pottschmidt, Katja; ASTRO-H Collaboration, High-Mass Binaries; Magnetars, “Prospect with ASTRO-H on New Sciences of Accreting Pulsars, Magnetars, & Related Sources”, AAS, 22534522K, 2015. 1.7, Seattle, USA

(学４)S. Kitamoto, R. Ishii, S. Nukamori, K. Imai, A. Mochida, S. Sato, Y. Ohgi, Y. Yoshida and A. Hoshino

 “Recent performance of the normal incident X-ray telescope with adaptive optics”.

SPIE, 9965-19, 2016. 8.29, San Diego, USA

（学５）北本俊二、津村大樹、林祐

“銀河団の高エネルギー分光観測における重力赤方偏移の影響“

「日本天文学会2014年秋期年会」於山形大学、2014年9月11日−１３日

(学6, 招待講演) Tsutomu Kobayashi

“Vainshtein mechanism in the Horndeski theory and beyond”

Relativistic Cosmology (京都大学基礎物理学研究所, 9月9日, 2014)

(学7) Tsutomu Kobayashi

“Generalized Galilean Genesis”

CosPA 2014 (Auckland, New Zealand, 12月9日, 2014)

(学8) Tsutomu Kobayashi

“Galilean Creation of the Inflationary Universe”

MG14 (Rome, Italy, 7月14日, 2015)

(学9, 招待講演) Tsutomu Kobayashi

“Galilean Creation of the Inflationary Universe”

Second LeCosPA International Symposium Everything About Gravity (Taipei, Taiwan, 12月15日, 2015)

(学10) Tsutomu Kobayashi

“Primordial non-Gaussianities of gravitational waves beyond Horndeski”

21st International Conference on General Relativity and Gravitation (Columbia University, New York, US, 7月11日, 2016)

(学11) Tsutomu Kobayashi

“Generic instabilities of non-singular cosmologies in Horndeski theory: a no-go theorem”

JGRG26 (Osaka City University, Osaka, Japan, 10月24日, 2016)

(学12, 招待講演) 小林努

“一般相対論の拡張,”

背景放射で拓く宇宙創成の物理 – インフレーションからダークエイジまで – シンポジウム 2014 (理研和光キャンパス, 6月3日, 2014)

(学13) 小林努, 棚橋典大

“Exact black hole solutions in shift symmetric scalar-tensor theories”

日本物理学会秋季大会 (佐賀大学, 佐賀市, 9 月 20 日, 2014)

(学14) 小林努, 渡辺悠貴, 山内大介

“Breaking of Vainshtein screening in scalar-tensor theories beyond Horndeski,”

日本物理学会年次大会 (早稲田大学, 3 月 21 日, 2015)

(学15) 小林努, 山口昌英, 横山順一

“Galilean Creation of the Inflationary Universe”

日本物理学会秋季大会 (大阪市立大学, 9 月 27 日, 2015)

(学16, 招待講演) Shuichiro Yokoyama

“Primordial non-Gaussianity in large scale structure”

Relativistic Cosmology (京都大学基礎物理学研究所, 9月9日, 2014)

(学17, 招待講演) Shuichiro Yokoyama

“Excavating primordial non-Gaussianities in large scale structure”

International Workshop on Particle Physics and Cosmology (東北大学, 9月14日, 2015)

(学18) Naoya Kitajima, David Langlois, Tomo Takahashi, Shuichiro Yokoyama

“Revisiting matter isocurvature perturbations in curvaton scenario”

COSMO16 (University of Michigan, US, ８月８日, 2016)

(学19, 招待講演) Shuichiro Yokoyama

“PBH scenario for GW150914”

Workshop on Particle Physics, Cosmology, and Gravitation (東京工業大学, 9月30日, 2016)

(学20) Naoya Kitajima, David Langlois, Tomo Takahashi, Shuichiro Yokoyama

“Refined Study of Isocurvature Perturba5ons in the Curvaton Scenario”

JGRG26 (Osaka City University, Osaka, Japan, 10月25日, 2016)

(学21, 招待講演) 横山修一郎

“Inflation in 2014”

第３回観測的宇宙論ワークショップ (名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構, 11月28日, 2014)

(学22) 北嶋直弥, David Langlois, 高橋智, 横山修一郎

“**カーバトンシナリオにおける物質等曲率揺らぎについて**”

日本物理学会秋季大会 (大阪市立大学, 9月27日, 2015)

(学23) Tomohiro Harada, ``Primordial black hole formation in a matter-dominated universe'', The 26th Workshop on General Relativity and Gravitation in Japan, 24-28 Oct 2016, Osaka City University, Japan.

(学24) Tomohiro Harada, (invited talk), ``Primordial black hole formation from cosmological fluctuations'', the international conference ``Hot Topics in General Relativity and Gravitation 2'', 9-15 Aug 2015, Quy Nhon, Vietnam.

(学25) Tomohiro Harada, (invited talk) , ``High energy particle collision and collisional Penrose process near a Kerr black hole'', the workshop ``One Hundred Years of Strong Gravity'', 10-12 Jun 2015, Instituto Superior Técnico in Lisbon, Lisbon, Portugal.

(学26) Tomohiro Harada, ``Black holes as particle accelerators: a brief review'', The 24th Workshop on General Relativity and Gravitation in Japan, 10-14 Nov 2014, Kavli IPMU, University of Tokyo, Kashiwa, Japan.

(学27) Tomohiro Harada, ``Threshold of primordial black hole formation'', The 15th Canadian Conference on General Relativity and Relativistic Astrophysics, 21-23 May 2014, University of Winnipeg, Winnipeg, Canada

(学28) Tomohiro Harada, ``Correspondence between sonic points of ideal photon gas accretion and photon spheres'', the 21st International Meeting on General Relativity and Gravitation, 10-15 July 2016, Columbia University, New York, USA.

(学29) 原田知広、(招待講演)、「ブラックホール周辺：衝突Penrose過程・光子球／音速点対 応」、ブラックホール磁気圏研究会、北海道夕張市ホテルマウントレース イ、2016年3月2日-5日

(学30) 原田知広、「PBHの非球対称形成モデル」、第17回特異点研究会「特異点と時空、および関連する物理」、慶應義塾大学、2016年1月9日-11日

(学31) 原田知広、「Can an over-spinning Kerr geometry be the source of ultra-high energy cosmic rays and neutrinos?」、第17回特異 点研究会「特異点と時空、および関連する物理」、慶應義塾大学、2016年1月9日-11日

(学32) 原田知広、「宇宙論的長波長解と原始ブラックホール形成」、第16回特異点研究会「特異点と時空、および関連する物理」、名古屋大学、2015年1月10日-12日

(学33) 原田知広、Sanjay Jhingan、郡 和範、中尾憲一、柳哲文、「楕円体の重力崩壊のブラックホール形成条件」、 日本物理学会2016年秋季大会、宮崎大学、2016年9月23日

(学34) 原田知広、Sanjay Jhingan、「原始ブラックホールの非球対称形成モデル：厳密解」、 日本物理学会2016年年次大会、東北学院大学、2016年3月19日

(学35) 原田知広、Sanjay Jhingan、「Szekeres解の宇宙物理学への応用」、 日本物理学会2015年秋季大会、大阪市立大学、2015年9月25日

(学36) 原田知広、柳哲文、中間智弘、古賀恭敬、「宇宙論的非線形ゆら ぎと原始ブラックホール形成」、 日本物理学会2015年年次大会、早稲田大学、2015年3月24日

(学37) 原田知広、柳哲文、「漸近的準一様 解について」、 日本物理学会2014年秋季大会、佐賀大学、2014年9月21日

**7.その他研究成果等(6で書いたもの以外で、研究成果や企業との連携実施等)**

（他１）Kitamoto, S.; Enoto, T.; Safi-Harb, S.; Pottschmidt, K.; Ferrigno, C.; Chernyakova, M.; Hayashi, T.; Hell, N.; Kaneko, K.; Khangulyan, D.; and 12 coauthors

“ASTRO-H White Paper - Accreting Pulsars, Magnetars, and Related Sources”

eprint arXiv:1412.1165, 2014, 12,

以上