

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 22 日現在

機関番号：14301

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2012～2016

課題番号：24103001

研究課題名(和文)重力波天体の多様な観測による宇宙物理学の新展開の総括的研究

研究課題名(英文)New development in astrophysics through multi messenger observation of gravitational wave sources

研究代表者

中村 卓史(Nakamura, Takashi)

京都大学・理学研究科・名誉教授

研究者番号：80155837

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 40,200,000円

研究成果の概要(和文)：人類初の重力波の直接観測が2015.9.14に米国の検出器によってなされた。重力波源は質量が太陽質量の30倍程度の2つのブラックホール連星の合体であった。これは多くの研究者には予想外であったが、本領域は2014年に宇宙で最初に生まれた重元素のない星ではこのようなブラックホール連星が形成され2015年にも検出されると予測していた。発見を報じた論文中でも、本領域の予測が観測と驚くべきレベルで一致すると引用された。又2017.1.4にも同様の重力波源が発見された。今後の観測で本領域の起源説がさらに有力になるだろう。本領域では、重力波とX線、光学観測、ニュートリノ観測並びにデータ解析も同時に実施した。

研究成果の概要(英文)：Sep. 14 in 2015, the first direct detection of gravitational waves was done by the detectors in USA. The source of the gravitational waves was the merger of the massive black hole binary of mass about 30 solar mass. This was unexpected source for many researchers in this field. However this innovative area predicted in 2014 the existence of such black hole binary formed from the zero metal first stars in the Universe and the possible detections in 2015. In the paper announced this discovery, our prediction was written as the astonishing agreement between the observed mass and the predicted one. Similar source was observed Jan. 4th in 2017 so that our prediction would be confirmed in future. This innovative area performed the follow-up observations by X-ray, optical radiation, neutrino and data analysis simultaneously with the gravitational wave observations.

研究分野：宇宙物理学

キーワード：重力波 X線・ガンマ線観測 光学赤外観測 ニュートリノ観測 データ解析 重力波の理論

1. 研究開始当初の背景

米国、欧州と日本の大型干渉計型重力波検出器は 2016 年にも連星中性子星の合体等からの重力波を直接観測する情勢である。重力波形と発生源の道程から、一般相対性理論的に強い重力場での物理現象を究めるのが本領域の目的である。そのため①ガンマ線バースト等の重力波天体からの X 線・ガンマ線放射を探索する。②光赤外での対応事象を探索するために探索ネットワークを構築する。③神岡鉱山内の水チェレンコフ検出器を改造して重力波信号とニュートリノ信号の同時観測を行う。④電磁波・ニュートリノ等との多様な同時観測が可能になるように重力波の速報体制を作る。⑤新しい重力波源候補も含めて予想される重力波波形並びに電磁波・ニュートリノの対応事象の理論的研究を行う。以上の 5 つの計画研究を密接に推進して、目前に迫った重力波観測の時代に宇宙物理学の新展開を期す。

2. 研究の目的

総括班は領域代表者を研究代表者、計画研究の代表者を研究分担者とし、関連の研究者 5 名を連携研究者として組織した。研究分担者の内 1 名が事務局担当者である。総括班は、各計画研究の間や KAGRA など関連の研究組織との調整を行い、領域全体の研究方針の策定などを行った。また、総括班のもとに代表者会議を設置し、領域運営の実務に当たった。代表者会議のメンバーは、総括班のメンバーを中心に選出した。月に 1 度程度、代表者会議を開催して研究の進捗状況の確認・調整・方針決定などを行なった。また、研究の進展の自己評価のために連携研究者を中心とした評価委員会を設置した。

3. 研究の方法

総括班では研究は行わず、組織としての領域の有機的な機能を推進するのが主な仕事である。具体的には総括班の研究実施計画は以下の通りであった。まず、大阪市立大学に事務局を設置した。専属の秘書を雇い、パソコン関連ソフト、TV 会議システム等を購入した。24 年 8 月末には領域の kickoff 会議を京大で開催し、領域の全体的な研究方針の議論をした。その結果、重力波天体の多様な観測という大目標をすみやかに達成するように全体の方針を策定した。また国内外の研究動向にすみやかに対応した。領域の進行状況のチェックとしては、月例の代表者会議にて、逐次各計画の進行状況を把握した。2-3 ヶ月に一度は各計画研究に関連したテーマで 1-2 日間のシンポジウムを開催し、face to face または TV 会議で領域内の全てのメンバーの情報交換に努めた。計画研究間の企画・調整を行い、各計画研究の方針も確認し、全体および他の計画研究との整合性を保つよう努めた。研究成果の発表に関する支援としては、領域シンポを毎年開催した。また、海外での国際会議への研究者の派遣、ホームペー

ジの立ち上げと更新・維持などを行った。その他の研究支援・国際共同研究、国際協力に関する策定・支援としては、海外の関連する研究との情報交換や協力関係を検討し、LIGO との MOU 等必要なものを進めた。予算としては TV 会議システムの備品費、旅費、秘書の雇用の費用と消耗品費が主なものであった。研究の進展の自己評価のために連携研究者を中心とした評価委員会を設置し、毎年の領域シンポ中に開催した。

4. 研究成果

2016 年 2 月 13 日に米国の LIGO (Laser Interferometer Gravitational wave Observatory) が人類初の重力波を 2015 年 9 月 14 日に発見したと発表した。総括班はこれに関連して、天文学会の post dead line 企画、物理学会のシンポジウム、各種新聞へのコメント、学会誌や一般市民向けの各種雑誌への投稿、市民講演会等でその意義と進展の予想の普及に努めた。このイベントは GW150914 (2015 年 9 月 14 日に発見された、GW (Gravitational wave: 重力波) と呼ばれ、太陽質量の 30 倍程度のブラックホール連星であるが、本領域では理論の計画研究がすでに 2014 年に宇宙で最初にできた初代星起源を予言していて、GW150914 に見事に一致した。この事実は、LIGO の GW150914 の発見論文でも大きく引用され高く評価された。また最終年度には、別の起源の可能性として、宇宙初期の密度揺らぎに伴う原始ブラックホール説を提案し、ダークマターの新しい候補にもなり得るので、世界的に注目されている。また、星団系でのブラックホール合体説も含めて世界的にも多くの起源説が唱えられているが、どの説が正しいかは、ブラックホールの自転角運動量の分布と赤方偏移分布の決定が必須であり、我が国の将来計画 DECIGO (DECi hertz Interferometer Gravitational Wave Observatory) のような 0.1Hz 帯の宇宙重力波干渉計の建設が必須となった。これらの進展はこの領域の名に相応しい「宇宙物理学の新展開」である。X 線と光学観測の計画研究は 2015 年に見つかった後 2 つの連星ブラックホールの合体時にも GW150914 と同様に追観測を実施したが、negative な結果であった。ブラックホール連星の合体では電磁波は期待できないので、矛盾はない。LIGO は 2016 年 12 月から 2017 年 8 月までさらに感度を上げて観測実施中で、実際、2017 年 6 月 1 日に、太陽質量の 30 倍程度のブラックホール連星の合体からの重力波 GW170104 を検出したと報告した。本領域が主張する宇宙で最初にできた初代星起源説ではブラックホールの質量は太陽質量の 30 倍程度になるはずで、状況証拠が 2 つ出てきた。つまり、さらに有力な説になってきたと言える。また、8 月までには連星中性子星や中性子星-ブラックホール連星の合体のように電磁波放出を期待できる重力波天体を見つける可能性がある。X 線と光学観測の計画研究は LIGO との

MOU (Memorandum Of Understanding) の下に本領域の研究費を繰り越して共同観測を実施中である。取りまとめの科研費が採択されたので、8月末にも新しい結果も含めて領域の総まとめのシンポジウムを実施する。ニュートリノの計画研究ではガドリニウムを入れた反ニュートリノを識別可能な世界初の200tの水チェレンコフ装置EGADSを予定通り2年間運転した。この運転実績は大型のsuper Kamiokandeにガドリニウムを封入する決定に繋がり、高く評価されている。データ解析の計画研究は2016年3-4月のKAGRAの常温でも試験観測のデータ取得に成功し、実データ転送の試験等にも成功した。結論として本領域は当初の想定を超えた成果を生みだしたし、今も生み出していると言える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計52件)

1. Kinugawa, Tomoya, Nakano Hiroyuki and Nakamura Takashi, “Gravitational wave quasinormal mode from Population III massive black hole binaries in various models of population thensis”, PTEP 査読有 103E01, 2016, DOI:10.1093/ptep/ptw127
2. T. Nakamura, M. Ando, T. Kinugawa,T.Tanaka et al.,” Pre-DECIGO can get the smoking gun to decide the astrophysical or cosmological origin of GW150914-like binary black holes”, PTEP 査読有 093E01, 2016, DOI :10.1093/ptep/ptw127
3. M.Yoshida et al.,”J-GEM follow-up observations of the gravitational wave source GW151226”, PASJ 査読有 68 2017, 9, DOI:10.1093/pasj/psw113
4. T.Morokuma, M.Tanaka,M.Yoshida et al. “J-GEM follow-up observations to search for an optical counterpart of the first gravitational wave source GW150914”, PASJ 査読有 68 2016 L9, DOI:10.1093/pasj/psw061
5. Abbot, .P....M.Yoshida....N.Kawai...et al.”Localization and Broadband Follow-up of the gravitational wave transient GW150914” ApJ 査読有 826 2016 L13, DOI:10.3847/2041-8205/826/1/L13
6. K.Abe.....M.Vagins et al. “Search for neutrinos in Super-Kamiokande associated with gravitational-wave events GW150914 and GW1501226”, ApJ 査読有 830 2016 L11, DOI:10.3847/2041-8205/830/1/L11
7. H. Nakano, N.Sago , T.Tanaka & T.Nakamura, “Estimate of the radius responsible for quasinormal modes in the extreme Kerr limit and asymptotic behavior of the Sasaki-Nakamura transformation”, PTEP 査読有 083E01 2016 12pp, DOI: 10.1093/ptep/ptw098
8. M. Sasaki, T. Suyama, T. Tanaka & S. Yokoyama, “Primordial Black Hole Scenario for the Gravitational Wave Event GW150914”, Phys. Rev. Lett. 査読有 117 2016 061101, DOI: 10.1103/PhysRevLett.117.061101
9. R. Nair, S. Jhingan & T.Tanaka, “Synergy between ground and space based gravitational wave detectors for estimation of binary coalescence parameters”, PTEP 査読有 053E01 2016 18pp, DOI: 10.1093/ptep/ptw043
10. E.Troja, T. Sakamoto, S. Cenko, N. Kawai et al. “An Achromatic Break in the Afterglow of the Short GRB 140903A: Evidence for a Narrow Jet”, ApJ. 査読有 827 2016 102. DOI: 10.3847/0004-637X/827/2/102
11. H. Negoro.....N.Kawai et al. “ The MAXI/GSC Nova-Alert System and results of its first 68 months”, PASJ 査読有 68 2016 S1 DOI: 10.1093/pasj/psw016
12. R. Imatani.....N.Kawai et al. “Soft X-ray observation of the prompt emission of GRB100418A” PASJ 査読有 68 2016 S29 DOI:10.1093/pasj/psv075
13. H. Yuzurihara, N. Kanda et al. “Unveiling linearly and nonlinearly correlated signals between gravitational wave detectors and environmental monitors” PRD 査読有 94 2016 1-7 DOI: 10.1103/PhysRevD.p4.04200
14. H. Shinkai, N. Kanda & T. Ebisuzaki “ Gravitational waves from merging intermediate-mass black holes: II Event rates at ground-based detectors” ApJ 査読有 835 2017 276 DOI: 10.3847/1538-4357/835/2/276
15. H. Nakano, T. Tanaka & T. Nakamura “Possible golden events for ringdown gravitational waves” PRD 査読有 92 2015 id064003 DOI:10.1103/PhysRevD.92.064003
16. T. Nakamura, H. Nakano & T. Tanaka Detecting quasi-normal modes of binary black hole mergers with second generation gravitational wave detectors” PRD 査読有 93 2016 id044048 DOI: 10.1103/PhysRevD.93.044048
17. M. Yoshida et al. “Giant H α Nebula Surrounding the Starburst Merger NGC6240” ApJ 査読有 820 2016 48-54
18. M. Yoshida et al. “OISTER Optical and Near-Infrared Observations Type Iax Supernova 2012Z” ApJ 査読有 806 2015 191-196

19. T. Yokozawa, N.Kanda, M. Vagins et al. "Probing the rotation of core-collapse supernova with a concurrent analysis of gravitational waves and neutrinos" *ApJ* 査読有 812 2015 26 DOI: 10.1088/0004-637X/811/2/86
20. T. Hashimoto, N. Kawai et al. "The Star Formation Rate and Metallicity of the Host Galaxy of the Dark GRB at $z=1.78$ " *ApJ* 査読有 806 2016 250-260 DOI: 10.1088/0004-637X/806/2/250
21. Y.Yatsu, N. Kawai et al. "Multi wavelength Observations of the Black Widow Pulsar 2FGL J2339.6-0532 with OISTER and Suzaku" *ApJ* 査読有 802 2016 84-95 DOI: 10.1088/0004-637X/802/2/84
22. Y.Zhang.....M. Vagins et al. "First measurement of radioactive isotope production through cosmic ray muon spallation in Super Kamiokande IV" *PRD* 査読有 93 2015 12004 1-12 DOI: 10.1103/PhysRevD.03.012004
23. Daisuke Yonetoku, Takashi Nakamura, Tatsuya Sawano, Keitaro Takahashi and Asuka Toyonago, "Short Gamma Ray Burst Formation Rate from BATSE data using E_p-L_p correlation and the minimum gravitational wave event rate of coalescing compact binary", *Astrophys.J.*, 785, 2014, 65 59 査読有
24. Tomoya Kinugawa, Kohei Inayoshi, Kenta Hotokezaka, Daisuke Nakauchi and Takashi Nakamura, "Possible Indirect Confirmation of the Existence of Pop III Massive Stars by Gravitational Wave", *MNRAS* 442, 2014, 2963-2992 査読有
25. De Felice, A., Nakamura, T., Tanaka, T., "Possible existence of viable models of bi-gravity with detectable graviton oscillations by gravitational wave detectors", *PTEP*, (2014), 043E01, 査読有
26. Maselli, A.; Melandri, A.; Nava, L.; Mundell, C. G.; Kawai, N. et al., "GRB 130427A: A Nearby Ordinary Monster", *Science*, 343, (2014), 48-51, 査読有
27. Yamanaka, M., Maeda, K., Kawabata, M., Tanaka, M., Takaki, K., Ueno, I., Masumoto, K., Kawabata, K.~S., Itoh, R., Moritani, Y., Akitaya, H., Arai, A., Honda, S., Nishiyama, K., Kabashima, F., Matsumoto, K., Nogami, D., and Yoshida, M., "Early-phase Photometry and Spectroscopy of Transitional Type Ia SN 2012ht: Direct Constraint on the Rise Time", *The Astrophysical Journal*, 782, 2, (2014), L35, 査読有
28. Hirotaka Yuzurihara, Nobuyuki Kanda, "Detectability and parameter estimation of gravitational waves from cosmic string with ground-based detectors", *JPS Conference proceedings, JPSCP.1.013117*, (2014), 013117 (4 pages), 査読有
29. T.Yakamoto, N. Kanda, CLIO Collaboration and KAGRA Collaboration, "Calibration and reconstruction in time-series of strain of gravitational wave detector", *Proceedings of the 12th Asia Pacific Physics Conference, JPSCP.1.013119*, (2014), 013119-1, 013119-4, 査読有
30. Sakamoto, T.; Troja, E.; Aoki, K.; Guiriec, N.Kawai et al., "Identifying the Location in the Host Galaxy of the Short GRB 111117A with the Chandra Subarcsecond Position", *The Astrophysical Journal*, 766, (2013), 41- 53, 査読有
31. Yatsu, Yoichi; Asano, Katsuaki; Kawai, Nobuyuki; Yano, Yuki; Nakamori, Takeshi, "Spatially Resolved Spectroscopy of a Pulsar Wind Nebula in MSH 15-56", *The Astrophysical Journal*, 773, (2013), 25 (14 pages), 査読有
32. Takaki, K., Kawabata, K.~S., Yamanaka, M., Maeda, K., Tanaka, M., Akitaya, H., Fukazawa, Y., Itoh, R., Kinugasa, K., Moritani, Y., Ohsugi, T., Sasada, M., Uemura, M., Ueno, I., Ui, T., Urano, T., Yoshida, M., and Nomoto, K., "A Luminous and Fast-expanding Type Ib Supernova SN 2012au", *The Astrophysical Journal*, 772, 2, (2013), L17, 査読有
33. S. Adams, C. Kochanek, J. Beacom, M. Vagins, K. Stanek, "Observing the Next Galactic Supernova", *The Astrophysical Journal*, 778, 2, (2013), 164 (15 pp), 査読有
34. Tsutsui, Ryo; Yonetoku, Daisuke; Nakamura, Takashi; Takahashi, Keitaro; Morihara, Yoshiyuki, "Possible existence of the E_p-L_p and E_p-E_{iso} correlations for short gamma-ray bursts with a factor 5- 100 dimmer than those for long gamma-ray bursts" , *MNRAS*, 431, (2013), 1394-1404, 査読有
35. Tsutsui, Ryo; Nakamura, Takashi; Yonetoku, Daisuke; Takahashi, Keitaro; Morihara, Yoshiyuki , "Identifying Subclasses of Long Gamma-Ray Bursts with Cumulative Light-Curve Morphology of Prompt Emissions", *Publ. Astron. Soc. Japan*, 65, (2013), 3-13, 査読有
36. Soichiro Isoyama, Ryuichi Fujita, Norichika Sago, Hideyuki Tagoshi, Takahiro Tanaka, "Impact of the second order self-forces on the dephasing of the gravitational waves from quasi-circular extreme mass-ratio inspirals", *Phys.Rev. D*, 87,

- (2013), 024010 1- 14, 査読有
37. Sugumi Kanno, Misao Sasaki, Takahiro Tanaka, “A viable explanation of the CMB dipolar statistical anisotropy”, PTEP, 2013 11, (2013), 111E01 (6 ページ), 査読有
 38. Takahiro Tanaka, Yuko Urakawa, “Loops in inflationary correlation functions”, Class. Quant. Grav. , 30, (2013), 233001 (40 ページ), 査読有
 39. Jaume Garriga, Sugumi Kanno, Takahiro Tanaka, “Rest frame of bubble nucleation” , JCAP, 1306, (2013), 034 (26 ページ), 査読有
 40. Soichiro Isoyama, Ryuichi Fujita, Hiroyuki Nakano, Norichika Sago, Takahiro Tanaka , “Evolution of the Carter constant for resonant inspirals into a Kerr black hole: I. The scalar case”, PTEP, 2013 6, (2013), 063E01 (23 ページ), 査読有
 41. Kent Yagi, Leo C. Stein, Nicolas Yunes, Takahiro Tanaka, “Isolated and Binary Neutron Stars in Dynamical Chern-Simons Gravity”, Phys. Rev., D87, (2013), 84058 (27 ページ), 査読有
 42. K. Kashiyama, D. Nakauchi, Y. Suwa, H. Yajima, T. Nakamura, “ Luminous supernova-like UV/optical/infrared transients associated with ultra-long gamma-ray bursts from metal-poor blue supergiants ” , Astrophys.J. 770(2013) :8-16 査読有
 43. Nakauchi, D. , Kashiyama, K., Suwa, Y. Nakamura, T., “ Blue Supergiant Model for Ultra-long Gamma-Ray Burst with Superluminous-supernova-like Bump “ , Astrophys.J. 778(2013) 67-88 査読有
 44. Takahiro Tanaka, Yuko Urakawa, “Strong restriction on inflationary vacua from the local gauge invariance II: Infrared regularity and absence of secular growth in the Euclidean vacuum” , PTEP, 2013 6, (2013), 063E02 (30 ページ), 査読有
 45. Kataoka, J.; Yatsu, Y.; Kawai et al., “Toward Identifying the Unassociated Gamma-Ray Source 1FGL J1311.7- 3429 with X-Ray and Optical Observations”, The Astrophysical Journal, 757, (2012), 176- 185, 査読有
 46. Yagi, M., Komiyama, Y. and Yoshida, M., “Candidates of H α Emitting Regions in the Magellanic Stream IV Cloud”, The Astrophysical Journal Letters, 749, (2012), L2-L6, 査読有
 47. Uehara, T., Toma, K., Yoshida, M., et al., “GRB 091208B: First Detection of the Optical Polarization in Early Forward Shock Emission of a Gamma-Ray Burst Afterglow”, The Astrophysical Journal Letters, 752, (2012), L6-L10, 査読有
 48. M. Vagins, “Detection of Supernova Neutrinos”, Nuclear Physics Proceedings Supplement, 229-232, (2012), 325- 331, 査読有
 49. Yuta Okada, Nobuyuki Kanda, Sanjeev Dhurandhar, Hideyuki Tagoshi and Hirokata Takahashi, “The cross- correlation search for a hot spot of gravitational waves : Numerical study for point spread function”, Journal of Physics : Conference Series, 363, (2012), 012040- 1- 9, 査読有
 50. Nobuyuki Kanda and the LCGT collaboration, “LCGT and the global network of gravitational wave detectors”, Proceedings of 11th Asian-Pacific Regional IAU Meeting., 1, (2012), 27- 32, 査読無
 51. Nakauchi, Daisuke; Suwa, Yudai; Sakamoto, Takanori; Kashiyama, Kazumi; Nakamura, Takashi, “Long- duration X- Ray Flash and X- Ray- rich Gamma- Ray Bursts from Low- mass Population III Stars”, Astrrophys. J., 759, (2012), 128-137, 査読有
- [学会発表] (計 31 件)
1. Takashi Nakamura, Astronomy and Cosmology from the first detection of gravitational wave, Hanoi International Workshop “Gravitation and the Universe”, 2016.10.30, Hanoi Vietnam
 2. 中村卓史、重力波イベントに対する電磁フォローアップの可能性について、日本天文学会、2016.9.15、愛媛大学 松山市
 3. 吉田道利、J-GEM: EM follow-up Network in Japan, RESCUE symposium 2016, 12.6, 東京大学、東京
 4. 吉田道利、Japanese electrometeic follow-up network for gravitational wave sources: J-GEM, KAGRA 2nd International meeting, 2016.11.11, Beijing, China
 5. 吉田道利、Hinotori Project and J-GEM Collaboration, Time-domain astronomy in China, 2016.7.11, Beijing, China
 6. M. Vagins, Supernova neutrino: MeV Messengers of the Extreme, TeV particle Astrophysics 2016(TeVPA16), 2016.9.13, Geneva, Switzerland
 7. M. Vagins, Gadolinium Loading in WC Detectors, 12th Annual Applied Neutrino Physics Workshop (AAP16), 2016.12.1, Liverpool England
 8. M. Vagins, Status of Super-Kamiokande and SK-Gd, Workshop on Supernova at Hyper-Kamiokande, Tokyo Japan
 9. Takahiro Tanaka, Testing gravity theory by gravitational waves, UTQuest WS5.YITP, 2016.12.2-15, YITP Kyoto Japan
 10. Takahiro Tanaka, Revival of classical black hole evaporation?, Rethinking Quantum Field Theory, 2016.9.27-30, DESY Germany

11. Nobuyuki Kanda, Status and Future of KAGRA, The 26th JGRG, 2016.10.26, Osaka City Univ. Osaka Japan
12. 神田 展行、重力波観測入門、Flavor Physics Workshop 2016, 2016.10.29, 岩室温泉ゆもとや
13. 中村卓史 重力波源 GQ150914 の種族 III 星起源説と X 線・光学対応天体、日本天文学会 2016.3.16 首都大学 東京
14. Takashi Nakamura “Some Topics of Gravitational Waves and available Physics from them” JGRG25 2016.12.9 YITP Kyoto Japan
15. T. Tanaka “Testing modified gravity and gravitational waves” Hot Topics in General Relativity and Gravitation 2015.8.9 Quy Nhon Vietnam
16. T. Tanaka “Graviton Oscillation in viable bigravity model” One Hundred Years of Strong Gravity workshop” 2015.10 Lisbon Portugal
17. 吉田道利 J-GEM: 天体重力波の電磁波追跡観測ネットワーク 日本物理学会 2016.3.22 東北学院大学 仙台
18. M. Yoshida “HinOTORI Science Objectives” Workshop of China-Japan Collaboration 2015.7.19 Nanjing China
19. N. Kanda “KAGRA and the Global Network of Gravitational Wave detectors” 21st International Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics CHEP2015 2015.4.14 Okinawa Japan
20. N. Kawai “iWF-MAXI: soft X-ray transient monitor on the ISS” GWPAAW2015 2015.6.17 INTEX Osaka
21. 河合誠之 iWF-MAXI 広帯域軟 X 線監視ミッション 日本物理学会 2015.3.19 東北学院大学 仙台
22. M. Vagins “Supernova Neutrino “ GWPAAW2015 2015.6.17 INTEX Osaka
23. M. Vagins “Gadolinium Loading in WC Detectors” 11th annual Applied Antineutrino Physics Workshop 2015.12.7 Virginia USA
24. M. Yoshida “Spectropolarimeter of Nearby starburst Galaxies” Subaru-China Collaboration Workshop 2014.11.29 Shanghai China
25. M. Yoshida “Introduction to HASC and time-domain astronomy in Hiroshima” Workshop for China-Japan collaboration in west china 2014.11.17 Beijing China
26. 田中貴浩 自己重力反作用による長時間軌道進化 日本物理学会 2014.9.18 佐賀大学 佐賀市
27. 田中貴浩 重力波物理学 高宇連シンポジウム 2015.3.9 広島大学 東広島市
28. 神田展行 目指せ重力波「予報！」日本物理学会 2015.3.21 早稲田大学 東京
29. N. Kawai “ Wide-Field Maxi” 4th COSPAR Scientific Assenbly 2014.8.2 Moscow Russia
30. N. Kawai “ Wide-Field Maxi” Space Telescope and Instrumentation 2014 2014.11.10 Kashiwa Chiba Japan
31. M. Vagins “Zen and the Art of Gadolinium Loaded Water Cherenkov Detectors” 24th JGRG 2014.11.10 Kashiwa Chiba Japan

[その他]

ホームページ:

www.gw.hep.osaka-cu.ac.jp/gwastro/

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村 卓史 (NAKAMURA Takashi)
京都大学・大学院理学研究科・名誉教授
研究者番号 80155837

(2) 研究分担者

神田 展行 (KANDA Nobuyuki)
大阪市立大学・理学研究科・教授
研究者番号 50251484

河合 誠之 (KAWAI Nobuyuki)
東京工業大学・理工学研究科・教授
研究者番号 80195031

吉田 道利 (YOSHIDA Mititoshi)
広島大学・宇宙科学センター・教授
研究者番号 90270446

ヴァギンス マーク (VAGINS Mark)
東京大学・数物連携宇宙研究機構・教授
研究者番号 90509902

田中 貴浩 (TANAKA Takahiro)
京都大学・理学研究科・教授
研究者番号 40281117

(3) 連携研究者

梶田 隆章 (KAJITA Takaaki)
東京大学・宇宙線研究所・教授
研究者番号 40185773

佐々木 節 (SASAKI Misao)
京都大学・基礎物理学研究所・教授
研究者番号 70162386

坪野 公夫 (TSUBONO Kimio)
東京大学・理学研究科・教授
研究者番号 10125271

伊藤 好孝 (ITOH Yoshitaka)
名古屋大学・太陽地球環境研究所・教授
研究者番号 50272521

渡部 潤一 (WATANABE Jyunichi)
国立天文台・教授
研究者番号 50201190