

## 1.1 坪野研究室

本研究室では重力と相対論に関する実験的研究を進めている。その中でも、重力波検出は一貫して研究室の中心テーマとなっている。現在は、高感度なレーザー干渉計を用いた重力波検出に力を注いでいる。これらの研究に関連して、熱雑音や精密計測に関する研究も同時に進めている。

重力波は光速で伝搬する時空のひずみであり、超新星爆発や連星中性子星の合体などの非常に激しい天体現象にともなって発生する。これを観測することによって、新しい分野「重力波天文学」を確立することが現在の重力波研究の目的である。重力波を使って宇宙を見ることは、人類の新たな知につながる。[56, 57]

2001年度に発足した科学研究費特定領域研究「重力波研究の新しい展開」(領域代表:坪野公夫)は今年度で終了した。この研究では、三鷹に設置されたTAMA300を用いた近傍銀河からの重力波探査と、次世代レーザー干渉計LCGTの開発が2つの主軸となっていたが、本領域研究が順調に成果をあげることができたおかげで、日本の重力波研究を重力波天文学の成立に向けて大きく前進させることができた。また、日本でも最近、宇宙空間を利用したレーザー干渉計によって重力波を検出する研究が活発になってきた。将来は日本独自のDECIGOという衛星重力波検出器を打ち上げて、巨大ブラックホールや宇宙初期のインフレーションに起源をもつ重力波をとらえようとする計画を検討中である。

### 1.1.1 レーザー干渉計を用いた重力波の検出

#### TAMA プロジェクトの現状

TAMA プロジェクトは、日本国内の関係機関が協力して基線長 300m のレーザー干渉計型重力波検出器(TAMA300)を国立天文台三鷹キャンパス内に建設し、重力波観測を行う計画である。現在までにTAMAでは、我々の銀河系内での連星中性子星合体のような重力波イベントがあれば十分検出可能な感度と安定度を達成している。これまで取得された3000時間以上におよぶデータは現在、連星中性子星の合体からのチャープ重力波、超新星爆発からのバースト重力波、パルサーからの連続重力波等を求めて解析が進められている。また、米欧の干渉計との同時観測を実施しているが、LIGO(米国)との共同観測で得られたデータの解析結果が既に公表されている。その他、散乱光雑音や電気系雑音、変調系雑音などを想定した雑音源検討の研究を実施している。現在は、われわれの研究室で基礎開発を行ったSASとよばれる次世代の高性能防振装置をTAMAに組み込むための作業を進めているところである。このインストール作業が終了すれば、低周波において一層の感度向上が見込まれる。[6, 7, 8, 9, 17, 18, 27, 28, 29, 30, 48, 50, 51]

#### TAMA300 重力波検出器のデータ解析

TAMAでは、超新星爆発などで発生すると考えられているバースト的な重力波を観測対象の1つとしており、その信号をターゲットにデータ解析が行なわれている。これらの信号は、数値シミュレーションなどから、10 msec以下程度の持続時間しか持たない短い波形を持つことが知られている。しかし、その波形は、中性子星のパラメータや爆発のメカニズムに強く依存し、正確には予測しきれない。従って、予想波形を用いたマッチト・フィルタリングの手法を用いて重力波信号を探す事はできない。そこで、バースト重力波解析では、検出器出力に含まれる非定常成分を取り出すという手法が用いられる。

ただ、レーザー干渉計は、非常に高感度であるがゆえに、様々な外乱の影響を受けやすく、その出力には非定常な雑音成分も多く含まれる。その場合、バースト的な重力波は、これらの非定常雑音に埋もれてしまい、検出する事が困難になる。そこで、非定常成分の時間スケールなどの特徴を用いて、重力波信号と雑音成分を区別する手法や、観測時に記録された検出器のモニター信号を用いて検出器の不安定動作を調べることによって非定常雑音を除去する手法を用いて、バースト重力波探査を行なっている。

TAMA300で2003年末から2004年初めにかけて得られた観測データを解析を行なった結果、明らかな重力波イベントの証拠は見つからなかった。そこで、その結果を、銀河系内のイベントシミュレーション結果と比較することで、我々の銀河系内のイベントレートに対して $2 \times 10^3 \text{ event/sec}$ という上限値を与えた。この値は、理論的な予測値より大きな値であり、検出器の非定常雑音に起因する偽イベントの影響を除去する事が今後の課題として明らかとなった。

また、外国のプロジェクトとの同時観測によって、雑音を除去する解析も進められ、米国のLIGOプロジェクトと共同で進めたバースト重力波解析では、それぞれの検出器単体で得られるものより良い上限値得られている。[2, 5, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 22, 23, 24, 37, 38, 39, 52, 54]

#### TAMA300 モニター信号の系統的解析

TAMA300は非常に高い感度をもつために、様々な外乱によって不安定になりやすい。結果として干渉計メイン信号(この信号に重力波の影響が含まれる)にしばしば干渉計の不安定性に起因する非定常雑音が含まれる。そのために、メイン信号に含まれるバーストイベントが本物の重力波か非定常雑音を作る偽イベントかを区別できない。そこで、このような偽イベント除去のためにメイン信号とモニター信号に異常なカップリングがないかを全てのモニター信号に対して系統的に評価した。モニター信号とはメイン信号と同時に干渉計の状態を調べるために記録されている補助信号である。本物の重力波はモニター信号に影響を与えないために、もし異常なカップリングがあれば、そのバーストイベントを非定常雑音が作った偽イベントだとわかる。我々はこの方

法でバーストイベントに含まれる偽イベントを除去した。[4, 21, 26, 31, 47]

## 次期大型レーザー干渉計計画 LCGT

現在、TAMA300 を含めて世界各国で稼働中の重力波検出器は、我々の銀河系内で発生した連星中性子星合体からの重力波イベントを検出するのに十分な感度を持っている。ただ、このようなイベントが発生する確率は  $10^5$  年に 1 回程度という非常に稀なものである。そこで、重力波を用いた本格的な天文学の創生を目指して次世代検出器の建設計画が、世界各国で進められている。

その中で、日本のグループが中心となって進めている LCGT 計画は、基線長 3 km のレーザー干渉計型重力波検出器 2 台を神岡地下のサイトに建設するものである。この重力波検出器では、干渉計を構成する鏡を 20 K の低温に冷却するとともに、高出力レーザー光源を用い、干渉計方式を RSE と呼ばれる方式を採用する事で、TAMA より 2 桁以上高い感度が実現される。それによって、連星合体からの重力波については約 200 Mpc 遠方のイベントまで観測する事ができる見込みである。その範囲にある銀河数を考慮すると、1 年に 10 回程度の頻度で重力波イベントを観測できることが期待できる。また、もし我々の銀河系内で超新星爆発が発生すれば、そこからの重力波も、LCGT によって十分観測可能である。

現在、LCGT の具体的な設計と、その実現のための要素技術の研究開発が日本の各機関で精力的に進められている。その中で、当研究室では、高性能防振装置の開発、干渉計方式の最適化の研究、干渉計制御方式の研究などが行なわれている。[1, 34, 40, 53, 55]

### 1.1.2 宇宙空間レーザー干渉計

#### 宇宙空間レーザー干渉計 DECIGO

宇宙空間を利用したレーザー干渉計によって重力波を検出する計画を本格的に検討している。NASA/ESA では宇宙干渉計重力波検出器 LISA の開発を行っている。LISA は 500 万 km 離れた 3 つのスペースクラフト間で Michelson 型レーザー干渉計を構成することで、地上では実現不可能な 1 mHz ~ 10 mHz の低周波数の重力波を目標としている。日本でも LISA のスペースクラフト間の距離を 100 分の 1 程度として、デシ Hz (0.1 Hz) の周波数を観測する DECIGO が検討されている。0.1 Hz という周波数は、LISA と LIGO, LCGT などの地上干渉計の観測周波数の間にあり、重力波源としては、MBH 連星などの合体や初期宇宙起源の重力波などが挙げられる。さらに、究極の感度をもったデシ Hz 帯の干渉計を考えると、1 年に約 10 万個の連星中性子星の合体 ( $z=1$  まで) を重力波で観測でき質量を決定できること。ダークエネルギーを起源とした宇宙の加速膨張を直接測定できること。インフレーション起源の背景重力波を検出できることが示されている。[10, 32, 42, 43, 45, 46]

#### 小型衛星 DECIGO-PF

宇宙空間レーザー干渉計型重力波検出器 DECIGO のような大型のミッションを実現させるためには、地上での入念な試験と共に、宇宙でしかできない試験を行うことや、各要素技術を宇宙実証することも不可欠である。そこで、DECIGO グループでは、DECIGO パスファインダー (DECIGO-PF) と呼ばれる小型衛星を打ち上げ、軌道上での各種試験を行うことを予定している。また、この小型衛星は、ドラッグフリー技術や宇宙用レーザー光源とその安定化システムなどの技術試験だけでなく、宇宙空間の安定な環境とレーザー干渉計を用いた精密計測技術を組み合わせることで、実際の重力波観測も行うことも目指している。

この重力波検出器は、棒状の試験マスを中心が軸になるように非接触支持し、その回転変動を測ることで試験マスに働く重力波による微小な潮汐力を観測する、というものである。その検出器の地上試験として、試験マスを磁気によって非接触で浮上支持する装置の開発、微小変動を検出するためのフォトセンサーの開発などが進められている。[33, 41, 44]

#### 光ファイバーを用いたレーザー安定化

LCGT のような大型干渉計の光学素子の変動を抑えるための制御や、DECIGO のような宇宙干渉計では、アライメントのずれの影響を受けにくく、かつ高い安定度を持つレーザー光源が不可欠となる。そこで、当研究室では、光ファイバ光学系を用いたレーザーの安定化実験を行なっている。レーザー光源や、安定化のためのレファレンス共振器等を全て光ファイバを用いて構成することで、環境の変化や外乱に対する耐性の強い安定化光源が実現できる事が期待できるのである。

当研究室では、光ファイバで構成された光共振器を基準として光ファイバ結合のレーザー光源の周波数を安定化する実験、また、光ファイバ結合された音響光学変調器 (AOM) を用いた光強度安定化実験を行なっている。その結果、周波数安定化は最高で  $6 \times 10^{-13} / \sqrt{\text{Hz}}$ 、強度安定化は 10 Hz 以上の領域で  $3 \times 10^{-7} / \sqrt{\text{Hz}}$  の安定度を実現し、空間光では制御の難しい 10 Hz 以下の領域でも強度ノイズを 20 dB 低下させることに成功した。[36]

#### 可動機構の開発

本研究室では、可動機構の開発として、リニアアクチュエータの性能評価に関する研究を行っている。アクチュエータに PC 上からさまざまな指令を送り、これに対するアクチュエータの反応がどのようになっているのかについての調査を行った。使用したコマンドは以下の 6 つである。SVOF (非励磁状態)、SVON (励磁状態)、VEL (等速)、ACC (等加速)、STP (位置のステップ)、STV (速度のステップ)。まず SVOF と SVON の違いは、周波数特性として、主に

低周波の領域に現れていることがわかった。また等速コマンドにおいては、設定値のおよそ5分の1のスピードで等速運動しているということが解析によりえられた。等加速コマンドに対しては、反応するまでに数秒の時間がかかり、また設定値から得られる理論値との間に大きな乖離が見受けられた。STPコマンドは設定値が小さすぎたためか解析結果に違いが現れなかった。ただし違いが現れるよう刻み幅を大きくすると、アクチュエータの限界速度に達してしまうため確認は難しい。最後に速度のステップ指令では設定速度の約半分程度の速度で速度のステップ応答がなされたいことがわかった。

### 1.1.3 精密計測の研究

#### 懸架点干渉計の開発

レーザー干渉計型重力波検出器の感度を低周波で制限するのは地面振動である。懸架点干渉計とは鏡の懸架点に構成される補助レーザー干渉計をセンサーとして用いた能動防振装置の一種である。この方法には、1) 非常に低雑音である、2) 振子などの受動防振系では難しい低周波で高い防振性能を持つ、といった特徴がある。特に低雑音性は、LCGTのような低温干渉計におけるヒートリンクの防振に応用できると期待されている。

当研究室では基線長1.5mのプロトタイプ干渉計を構築し、世界で初めてFabry-Perot型の懸架点干渉計を動作させることに成功した。その結果、10Hz以下において最大で40dBのノイズ低減を達成した(図1.1.1)。また、鏡の残留振動は1/9になり、残留速度は1/7に低減することができた。この成果によって地面振動のみならず、アクチュエーター雑音など、次世代大型干渉計において深刻になると予想されている雑音の低減が可能であることが示された。[3, 20, 25, 35, 49]

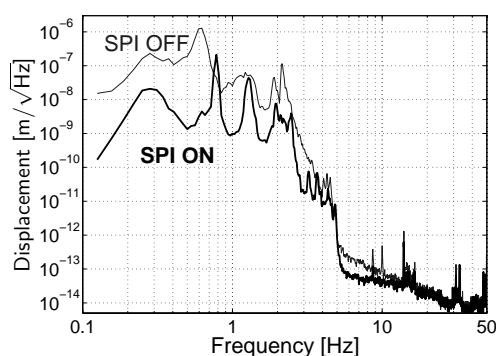


図 1.1.1: 懸架点干渉計 (SPI) の ON/OFF による、主干渉計雑音スペクトルの比較。

#### 磁気浮上を利用した防振システム

高性能防振装置を使用した場合、振動振幅が微小であるため、支持に用いるワイヤーの内部摩擦や弾性の影響で防振比が制限されてしまう場合がある。そこで、本研究室では、永久磁石を用いて、被防振体を非接触で浮上支持することで、摩擦や、弾性による復元力の影響を排除した高性能防振装置の開発を行っている。その結果、700g程度の質量を持つマスに浮上支持することに成功し、その安定性や制御特性の評価を行った。[33]

< 報文 >

(原著論文)

- [1] K. Kuroda and LCGT Collaboration, The status of LCGT, *Classical Quantum Gravity*, **23** (2006) S215-S221.
- [2] B Abbott et al. (LIGO Scientific collaboration), T Akutsu et al. (TAMA Collaboration), Joint LIGO and TAMA300 search for gravitational waves from inspiralling neutron star binaries, *Phys. Rev. D* (2006, in press), gr-qc/0512078
- [3] Y. Aso, M. Ando, S. Otsuka and K. Tsubono: Active vibration isolation using a Suspension Point Interferometer, *Journal of Physics: Conference Series* **32** (2006) 451-456.
- [4] K. Ishidoshiro, M. Ando, K. Tsubono, Systematic survey for monitor signals to reduce fake burst events in a gravitational-wave detector, *Journal of Physics: Conference Series* **32** (2006) 23-28.
- [5] T. Akutsu, M. Ando, N. Kanda, D. Tatsumi, S. Telada, S. Miyoki, M. Ohashi and the TAMA Collaboration: Veto analysis for gravitational wave burst signals in TAMA300 data using an ALF filter, *Class. Quantum Grav.* **23-8** (2006) S23-S28.
- [6] Tatsumi, D., Arai, K. and the TAMA collaboration, Online monitoring of alignment noises in TAMA300, *Journal of Physics: Conference Series*, **32** (2006) 94-98.
- [7] Akutsu, T., Arai, K., Sato, S. and the TAMA Collaboration, Contributions of oscillator noises to the sensitivity of TAMA300, *Journal of Physics: Conference Series*, **32** (2006) 105-110.
- [8] Nakagawa, N., Arai, K., Kuroda, K. and the TAMA Collaboration, Influence of radio frequency harmonics to TAMA300 sensitivity, *Journal of Physics: Conference Series*, **32** (2006) 99-104.
- [9] Sato, S., Arai, K., Akutsu, T. and the TAMA collaboration, Analysis of the laser noise propagation mechanism on the laser interferometer gravitational wave antenna, *Journal of Physics: Conference Series*, **32** (2006) 74-79.
- [10] S. Kawamura, T. Nakamura, M. Ando, N. Seto, K. Tsubono, K. Numata, R. Takahashi, S. Nagano, T. Ishikawa, M. Musha, K. Ueda, T. Sato, M.

- Hosokawa, K. Agatsuma, T. Akutsu, K. Aoyanagi, K. Arai, A. Araya, H. Asada, Y. Aso, T. Chiba, T. Ebisuzaki, Y. Eriguchi, M. Fujimoto, M. Fukushima, T. Futamase, K. Ganzu, T. Harada, T. Hashimoto, K. Hayama, W. Hikida, Y. Himemoto, H. Hirabayashi, T. Hiramatsu, K. Ichiki, T. Ikegami, K. T Inoue, K. Ioka, K. Ishidoshiro, Y. Itoh, S. Kamagasako, N. Kanda, N. Kawashima, H. Kirihara, K. Kiuchi, S. Kobayashi, K. Kohri, Y. Kojima, K. Kokeyama, Y. Kozai, H. Kudoh, H. Kunimori, K. Kuroda, K. Maeda, H. Matsuhara, Y. Mino, O. Miyakawa, S. Miyoki, H. Mizusawa, T. Morisawa, S. Mukohyama, I. Naito, N. Nakagawa, K. Nakamura, Hi. Nakano, K. Nakao, A. Nishizawa, Y. Niwa, C. Nozawa, M. Ohashi, N. Ohishi, M. Ohkawa, A. Okutomi, K. Oohara, N. Sago, M. Saijo, M. Sakagami, S. Sakata, M. Sasaki, S. Sato, M. Shibata, H. Shinkai, K. Somiya, H. Sotani, N. Sugiyama, H. Tagoshi, T. Takahashi, H. Takahashi, R. Takahashi, T. Takano, T. Tanaka, K. Taniguchi, A. Taruya, H. Tashiro, M. Tokunari, S. Tsujikawa, Y. Tsunesada, K. Yamamoto, T. Yamazaki, J. Yokoyama, C. Yoo, S. Yoshida and T. Yoshino: The Japanese space gravitational wave antenna. DECIGO, *Class. Quantum Grav.* **23**-8 (2006) S125-S131.
- [11] Tsunesada, Y., Kanda, N., Nakano, H., Tatsumi, D., Ando, M., Sasaki, M., Tagoshi, H. and Takahashi, H., On detection of black hole quasinormal ringdowns: Detection efficiency and waveform parameter determination in matched filtering, *Phys. Rev.*, **D71** (2005) 103005-1-10.
- [12] S. Fairhurst for the LIGO Scientific Collaboration and H. Takahashi the TAMA Collaboration, "Status of the joint LIGO-TAMA300 inspiral analysis", *Class. Quant. Grav.*, **22**, S1109 (2005).
- [13] Y Tsunesada, N Kanda, H Nakano, D Tatsumi and the TAMA Collaboration, Black hole ring-down search in TAMA300: Matched filtering and event selections, *Class. Quantum Grav.* 22 No.18 (2005) S1129-S1138
- [14] M Ando, et al. the TAMA collaboration, Upper limits on gravitational wave bursts radiated from stellar-core collapses in our Galaxy, *Class. Quantum Grav.* 22 No.18 (2005) S1283-S1291
- [15] T Akutsu, et al. the TAMA collaboration, Burst wave analysis of TAMA300 data with the ALF filter, *Class. Quant. Grav.* 22 No.18 (2005) S1303-S1309
- [16] H Takahashi, et al. LIGO Scientific Collaboration and the TAMA Collaboration, Current status of the joint LIGO-TAMA inspiral analysis, *Class. Quant. Grav.* 22 No 18 (2005) S1109-S1118
- [17] M. Ando and the TAMA Collaboration, Current status of the TAMA300 gravitational-wave detector, *Class. Quantum Grav.* 22 (2005) S881.
- [18] S Telada, D Tatsumi, T Akutsu, M Ando, N Kanda and the TAMA Collaboration, Calibration of TAMA300 in time domain, *Class. Quantum Grav.* 22 No 18 (2005) S975-S984
- [19] B Abbott et al. (LIGO Scientific collaboration), T Akutsu et al. (TAMA Collaboration), Upper limits from the LIGO and TAMA detectors on the rate of gravitational-wave bursts, *Phy. Rev. D* **72**-12 (2005) 122004.
- (学位論文)
- [20] 麻生洋一: Active Vibration Isolation for a Laser Interferometric Gravitational Wave Detector using a Suspension Point Interferometer, 博士論文、2006年.
- [21] 石徹白晃治: 干渉計モニター信号の系統的解析による偽重力波イベント除去, 修士論文、2006年.
- < 学術講演 >
- (国際会議)
- 一般講演
- [22] M. Ando, K. Ishidoshiro, and the TAMA Collaboration Data conditioning and veto for TAMA burst analysis, GWDAAW-10 Gravitational Wave Data Analysis Workshop (December 14, 2005, University of Texas at Brownsville, U.S.A.).
- [23] M. Ando, T. Akutsu, T. Akutsu, K. Arai, Y. Aso, M. Fukushima, K. Hayama, N. Kanda, K. Kondo, N. Mio, S. Miyoki, S. Moriwaki, S. Nagano, S. Sato, M. Shibata, H. Tagoshi, H. Takahashi, R. Takahashi, D. Tatsumi, Y. Tsunesada, T. Yamazaki, and the TAMA collaboration, Upper limits on gravitational wave bursts radiated from stellar-core collapses in our Galaxy, 6th Edoardo Amaldi Conference on Gravitational Waves (June 20-24, 2005, Okinawa, Japan).
- [24] P. Sutton, M. Ando, for the LIGO and TAMA collaborations, Upper Limits from LIGO and TAMA on Gravitational-Wave Bursts, 6th Edoardo Amaldi Conference on Gravitational Waves (June 20-24, 2005, Okinawa, Japan).
- [25] Y. Aso, Active vibration isolation using a suspension point interferometer, Systematic survey of monitor signals to reject fake events, 6th Edoardo Amaldi Conference on Gravitational Waves (June 2005, Bankoku-Shinryokan Okinawa, Japan).
- [26] K. Ishidoshiro, M. Ando and K. Tsubono: Systematic survey of monitor signals to reject fake events, 6th Edoardo Amaldi Conference on Gravitational Waves (June 2005, Bankoku-Shinryokan Okinawa, Japan).
- 招待講演
- [27] K. Tsubono: Current Status of TAMA300 interferometer, CLEO/QELS Joint Symposium: Gravitational Wave Detection, (May 2005, Baltimore, USA).

(国内会議)

一般講演

- [28] 高橋竜太郎, 新井宏二, 佐藤修一, 阿久津智忠, 中川憲保, 辰巳大輔, 常定芳基, 福嶋美津広, 山崎利孝, 高森昭光, 飯田幸美, A. Bertolini, R. DeSalvo, 三代木伸二, 長野重夫, 安東正樹, 森脇成典, 神田展行, 武者満, 三尾典克, 川村静児, 藤本真克, 坪野公夫, 大橋正健, 黒田和明, TAMA Collaboration, 干渉計型重力波検出器 TAMA300 開発の現状 IV (低周波防振装置), 日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 (2006 年 3 月、愛媛大学・松山大学).
- [29] 新井宏二, 佐藤修一, 高橋竜太郎, 阿久津智忠, 中川憲保, 辰巳大輔, 常定芳基, 福嶋美津広, 山崎利孝, 高森昭光, 飯田幸美, A. Bertolini, R. DeSalvo, 三代木伸二, 長野重夫, 安東正樹, 森脇成典, 神田展行, 武者満, 三尾典克, 川村静児, 藤本真克, 坪野公夫, 大橋正健, 黒田和明, TAMA Collaboration, 干渉計型重力波検出器 TAMA300 開発の現状 V (干渉計開発), 日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 (2006 年 3 月、愛媛大学・松山大学).
- [30] 佐藤修一, 新井宏二, 高橋竜太郎, 阿久津智忠, 中川憲保, 辰巳大輔, 常定芳基, 福嶋美津広, 山崎利孝, 高森昭光, 飯田幸美, A. Bertolini, R. DeSalvo, 三代木伸二, 長野重夫, 安東正樹, 森脇成典, 神田展行, 武者満, 三尾典克, 川村静児, 藤本真克, 坪野公夫, 大橋正健, 黒田和明, TAMA Collaboration, 干渉計型重力波検出器 TAMA300 開発の現状 VI (要素技術), 日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 (2006 年 3 月、愛媛大学・松山大学).
- [31] 石徹白晃治, 安東正樹, 坪野公夫, 干渉計モニター信号を用いた偽重力波イベントの除去 2, 日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 (2006 年 3 月、愛媛大学・松山大学).
- [32] 川村静児, 中村卓史, 安東正樹, 坪野公夫, 沼田健司, 瀬戸直樹, 高橋龍一, 長野重夫, 石川毅彦, 植田憲一, 武者満, 細川瑞彦, 佐藤孝, 佐藤修一, 苔山圭以子, 我妻一博, 青柳巧介, 阿久津智忠, 浅田秀樹, 麻生洋一, 新井宏二, 新谷昌人, 井岡邦仁, 池上健, 石徹白晃治, 市末浄與, 伊藤洋介, 井上開輝, 戎崎俊一, 江里口良治, 大石奈緒子, 大河正志, 大橋正健, 大原謙一, 奥富聡, 鎌ヶ迫将悟, 河島信樹, 神田展行, 雁津克彦, 木内建太, 桐原裕之, 工藤秀明, 國森裕生, 黒田和明, 郡和範, 古在由秀, 小島康史, 小林史歩, 西條統之, 阪上雅昭, 阪田紫帆里, 佐合紀親, 佐々木節, 柴田大, 真貝寿明, 杉山直, 宗宮健太郎, 祖谷元, 高野忠, 高橋忠幸, 高橋弘毅, 高橋竜太郎, 田越秀行, 田代寛之, 田中貴浩, 谷口敬介, 樽家篤史, 千葉剛, 辻川信二, 常定芳基, 徳成正雄, 内藤勲夫, 中尾憲一, 中川憲保, 中野寛之, 中村康二, 西澤篤志, 丹羽佳人, 野沢超越, 橋本樹明, 端山和大, 原田知広, 疋田涉, 姫本宣朗, 平林久, 平松尚志, 福嶋美津広, 藤本真克, 二間瀬敏史, 前田恵一, 松原英雄, 水澤広美, 蓑泰志, 宮川治, 三代木伸二, 向山信治, 森澤理之, 森脇成典, 柳哲文, 山崎利孝, 山元一広, 横山順一, 吉田至順, 吉野泰造, スペース重力波アンテナ DECIGO 計画 V, 日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 (2006 年 3 月、愛媛大学・松山大学).
- [33] 安東正樹, 池本尚史, 小林洸, 坪野公夫, 低周波重力波検出器の開発, 日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 (2006 年 3 月、愛媛大学・松山大学).
- [34] 黒田和明, その他 LCGT グループ, 大型低温重力波望遠鏡 (LCGT) 計画 X, 日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 (2006 年 3 月、愛媛大学・松山大学).
- [35] 麻生洋一, 安東正樹, Riccardo DeSalvo, 大塚茂巳, 南城良勝, 坪野公夫, Suspension Point Interferometer による低周波防振 VII, 日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 (2006 年 3 月、愛媛大学・松山大学).
- [36] 高橋走, 安東正樹, 坪野公夫, 光ファイバーを用いたレーザーの強度・周波数安定化, 日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 (2006 年 3 月、愛媛大学・松山大学).
- [37] 阿久津朋美, 安東正樹, 神田展行, 辰巳大輔, 寺田聡一, 三代木伸二, 大橋正健, 他 TAMA Collaboration, ALF フィルタを用いた TAMA300 データのバースト重力波解析 IV, 日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 (2006 年 3 月、愛媛大学・松山大学).
- [38] 本多了太, 安東正樹, 田越秀行, 辰巳大輔, 粟家律親, 徳田充, 神田展行, 多変量クラスターを用いた TAMA300 データのバースト重力波解析, 日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 (2006 年 3 月、愛媛大学・松山大学).
- [39] 田越秀行, 高橋弘毅, 神田展行, 辰巳大輔, 安東正樹, 佐合紀親, 常定芳基, 他 TAMA Collaboration, TAMA300 による合体するコンパクト連星探査, 日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 (2006 年 3 月、愛媛大学・松山大学).
- [40] 大橋正健, 黒田和明, 三代木伸二, 内山隆, 山元一広, 徳成正雄, 阿久津朋美, 鎌ヶ迫将悟, 中川憲保, 我妻一博, 桐原裕之, 新富孝和, 山本明, 春山富義, 鈴木敏一, 佐藤伸明, 都丸隆行, 竹本修三, 福田洋一, 東敏博, 早河秀章, 川崎一朗, 赤松純平, 森井互, 新谷昌人, 高森昭光, 辰巳大輔, 佐藤忠弘, 安東正樹, 寺田聡一, 低温レーザー干渉計 CLIO(IX), 日本物理学会 2006 年第 61 回年次大会 (2006 年 3 月、愛媛大学・松山大学).
- [41] 安東正樹, DECIGO-WG, DECIGO パスファインダー 1, 宇宙重力波干渉計検討会 (2006 年 02 月 24 日国立天文台, 東京).
- [42] 安東正樹, 川村静児, 中村卓史, 坪野公夫, 瀬戸直樹, 長野重夫, 田中貴浩, 石川毅彦, 植田憲一, 武者満, 佐藤孝, 細川瑞彦, 森脇成典, 高島健, 沼田健司, 平林久, 高野忠, 藤本真克, 樽家篤史, 姫本宣朗, 柳哲文, 中尾憲一, 原田知広, 井岡邦仁, 佐合紀親, 疋田涉, 佐藤修一, 苔山圭以子, 福嶋美津広, 國森裕生, 山崎利孝, 大河正志, 橋本樹明, 高橋忠幸, 青柳巧介, 我妻一博, 阿久津智忠, 浅田秀樹, 麻生洋一, 新井宏二, 新谷昌人, 池上健, 石徹白晃治, 市末浄與, 伊藤洋介, 井上開輝, 戎崎俊一, 江里口良治, 大石奈緒子, 大橋正健, 大原謙一, 奥富聡, 鎌ヶ迫将悟, 河島信樹, 川村麻里, 神田展行, 雁津克彦, 木内建太, 桐原裕之, 工藤秀明, 黒田和明, 郡和範, 古在由秀, 小島康史, 小林史歩, 西條統之, 阪上雅昭, 阪田紫帆里, 佐々木節, 柴田大, 真貝寿明, 杉山直, 宗宮健太郎, 祖谷元, 高橋弘毅, 高橋龍一, 高

- 橋 竜太郎, 田越 秀行, 田代 寛之, 谷口 敬介, 千葉 剛, 辻川 信二, 常定 芳基, 徳成 正雄, 内藤 勲夫, 中川 憲保, 中野 寛之, 中村 康二, 西澤 篤志, 丹羽 佳人, 野沢 超越, 端山 和夫, 平松 尚志, 二間瀬 敏史, 前田 恵一, 松原 英雄, 水澤 広美, 蓑 泰志, 宮川 治, 三代木 伸二, 向山 信治, 森澤 理之, 山元 一広, 横山 順一, 吉田 至順, 吉野 泰造, スペース重力波アンテナ DECIGO 計画, 第 6 回宇宙科学シンポジウム (2006 年 1 月 6 日 宇宙科学研究本部 相模原, 神奈川).
- [43] 坪野公夫, 測距技術の開発, スペース重力波アンテナ (DECIGO) WG 第 3 回ミーティング (2005 年 5 月 12 日 国立天文台, 東京).
- [44] 安東 正樹, 小型衛星パフファインダーによる総合的試験, スペース重力波アンテナ (DECIGO) WG 第 3 回ミーティング (2005 年 5 月 12 日 国立天文台, 東京).
- [45] 安東 正樹, 光共振型 DECIGO の可能性, スペース重力波アンテナ (DECIGO) WG 第 3 回ミーティング (2005 年 5 月 12 日 国立天文台, 東京).
- [46] 川村静児, 中村卓史, 安東正樹, 坪野公夫, 瀬戸直樹, 長野重夫, 田中貴浩, 石川毅彦, 植田憲一, 武者満, 佐藤孝, 細川瑞彦, 沼田健司, 平林久, 高野忠, 藤本眞克, 樽家篤史, 姫本宣朗, 柳哲文, 中尾憲一, 原田知広, 井岡邦仁, 佐合紀親, 疋田涉, 佐藤修一, 荅山圭以子, 福嶋美津広, 國森裕生, 山崎利孝, 大河正志, 橋本樹明, 青柳巧介, 我妻一博, 阿久津智忠, 浅田秀樹, 麻生洋一, 新井宏二, 新谷昌人, 池上健, 石徹白晃治, 市来淨與, 伊藤洋介, 井上太郎, 江里口良治, 大石奈緒子, 大橋正健, 大原謙一, 奥富聡, 鎌ヶ迫将悟, 河島信樹, 川村麻里, 神田展行, 雁津彦彦, 木内建太, 工藤秀明, 黒田和明, 郡和範, 古在由秀, 小島康史, 小林史歩, 西條統之, 阪上雅昭, 阪田紫帆里, 佐々木節, 柴田大, 真貝寿明, 杉山直, 祖谷元, 高橋弘毅, 高橋龍一, 高橋竜太郎, 田越秀行, 田代寛之, 谷口敬介, 千葉剛, 辻川信二, 常定芳基, 徳成正雄, 内藤勲夫, 中野寛之, 中村康二, 西澤篤志, 丹羽佳人, 野沢超越, 端山和夫, 平松尚志, 二間瀬敏史, 前田恵一, 松原英雄, 水澤広美, 蓑泰志, 宮川治, 三代木伸二, 向山信治, 森澤理之, 山元一広, 横山順一, 吉田至順, 吉野泰造, スペース重力波アンテナ DECIGO 計画 IV, 日本物理学会 2005 年秋季大会 (2005 年 9 月、大阪市立大学).
- [47] 石徹白晃治, 安東正樹, 坪野公夫干渉計モニター信号を用いた偽重力波イベントの除去, 日本物理学会 2005 年秋季大会 (2005 年 9 月、大阪市立大学).
- [48] 佐藤修一, 新井宏二, 高橋竜太郎, 阿久津智忠, 中川憲保, 辰巳大輔, 常定芳基, 福嶋美津広, 山崎利孝, 高森昭光, 飯田幸美, A. Bertolini, R. DeSalvo, 三代木伸二, 長野重夫, 安東正樹, 森脇成典, 神田展行, 武者満, 三尾典克, 川村静児, 藤本眞克, 坪野公夫, 大橋正健, 黒田和明, TAMA Collaboration 干渉計型重力波検出器 TAMA300 開発の現状 III (変調系雑音), 日本物理学会 2005 年秋季大会 (2005 年 9 月、大阪市立大学).
- [49] 麻生洋一, 安東正樹, Riccardo DeSalvo, 大塚茂巳, 南城良勝, 坪野公夫, Suspension Point Interferometer による低周波防振 VI, 日本物理学会 2005 年秋季大会 (2005 年 9 月、大阪市立大学).
- [50] 新井宏二, 佐藤修一, 高橋竜太郎, 阿久津智忠, 中川憲保, 辰巳大輔, 常定芳基, 福嶋美津広, 山崎利孝, 高森昭光, 飯田幸美, A. Bertolini, R. DeSalvo, 三代木伸二, 長野重夫, 安東正樹, 森脇成典, 神田展行, 武者満, 三尾典克, 川村静児, 藤本眞克, 坪野公夫, 大橋正健, 黒田和明, TAMA Collaboration 干渉計型重力波検出器 TAMA300 開発の現状 II (干渉計開発), 日本物理学会 2005 年秋季大会 (2005 年 9 月、大阪市立大学).
- [51] 高橋竜太郎, 新井宏二, 佐藤修一, 阿久津智忠, 中川憲保, 辰巳大輔, 常定芳基, 福嶋美津広, 山崎利孝, 高森昭光, 飯田幸美, A. Bertolini, R. DeSalvo, 三代木伸二, 長野重夫, 安東正樹, 森脇成典, 神田展行, 武者満, 三尾典克, 川村静児, 藤本眞克, 坪野公夫, 大橋正健, 黒田和明, TAMA Collaboration 干渉計型重力波検出器 TAMA300 開発の現状 I (低周波防振装置), 日本物理学会 2005 年秋季大会 (2005 年 9 月、大阪市立大学).
- [52] 安東正樹, 阿久津朋美, 阿久津智忠, 新井宏二, 麻生洋一, 福嶋美津広, 端山和夫, 神田展行, 近藤寿浩, 三尾典克, 三代木伸二, 森脇成典, 長野重夫, 佐藤修一, 柴田大, 田越秀行, 高橋弘毅, 辰巳大輔, 常定芳基, 山崎利孝, 他 TAMA Collaboration, TAMA300 データを用いたバースト重力波解析 V, 日本物理学会 2005 年秋季大会 (2005 年 9 月、大阪市立大学).
- [53] 内山隆, 黒田和明, 大橋正健, 三代木伸二, 山元一広, 徳成正雄, 阿久津朋美, 鎌ヶ迫将悟, 中川憲保, 新富孝和, 山本明, 春山富義, 鈴木敏一, 佐藤伸明, 都丸隆行, 竹本修三, 早河秀章, 新谷昌人, 高森昭光, 辰巳大輔, 安東正樹, 寺田聡一, 低温レーザー干渉計 CLIO (VIII), 日本物理学会 2005 年秋季大会 (2005 年 9 月、大阪市立大学).
- [54] 田越秀行, 高橋弘毅, 神田展行, 辰巳大輔, 安東正樹, 佐合紀親, 常定芳基, 他 TAMA Collaboration, TAMA300 による合体する連星中性子星探査, 日本物理学会 2005 年秋季大会 (2005 年 9 月、大阪市立大学).
- [55] 寺田聡一, 黒田和明, 大橋正健, 三代木伸二, 内山隆, 山元一広, 徳成正雄, 阿久津朋美, 鎌ヶ迫将悟, 中川憲保, 新富孝和, 山本明, 春山富義, 鈴木敏一, 佐藤伸明, 都丸隆行, 竹本修三, 早河秀章, 新谷昌人, 高森昭光, 辰巳大輔, 安東正樹, 低温レーザー干渉計 CLIO (VII), 日本物理学会 2005 年秋季大会 (2005 年 9 月、大阪市立大学).

## 招待講演

- [56] 坪野公夫, 重力波検出実験の最前線, 首都大学東京・物理学教室談話会 (2005 年 7 月 15 日 首都大学東京, 南大沢)
- [57] 安東 正樹, the TAMA and LCGT collaboration, 重力波干渉計の技術の進歩, TAMA300 の結果と日本の将来計画 LCGT, 「重力波研究の現状と展望」シンポジウム (日本物理学会 第 61 回年会 2006 年 03 月 28 日 松山大学, 愛媛).