

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、人類の新たな知の創成である。[8, 14]

2001年度より科学研究費特定領域研究(A)「重力波研究の新しい展開」(領域代表:坪野公夫)が5カ年の計画で始まっている。この研究では、三鷹に設置されたTAMA300を用いた重力波探査と、次世代レーザー干渉計の開発が2つの主軸となっている。この研究を進展させて、将来計画である3kmレーザー干渉計の建設につなげることが本領域の主目的である。[21, 51]

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。同様の計画は、アメリカ合衆国のLIGO、イタリア・フランスのVIRGO、ドイツ・イギリスのGEOなど世界各国でも進められているが、TAMAでは他計画より1~2年先駆けて、1999年度より本格的な観測を開始した。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や超新星爆発といった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。2003年2月より2ヵ月間にわたるLIGOとの同時観測運転が行われ、1000時間以上のデータが取得された。取得されたデータは現在、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。[1, 3, 5, 6, 15, 30, 31, 32, 52, 47, 48]

TAMA300 重力波検出器のバースト波解析

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つとしている。これらは、数値シミュレーションなどから、100 msec以下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ド・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、当研究室では、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を開発し、バースト重力波探査に用いている。現在までに、重力波信号を逃すことなく、非定常雑音成分を1/1000以下に抑える、という結果を得ている。[16, 20, 28]

SN1987A からの重力波探査

2000年8月から9月にかけてTAMA300による観測が行われ、167時間の観測データが取られた。このデータをもとに、SN1987Aの跡に発見されたパルサーから放射されていると思われる連続重力波(935Hz)をターゲットにして解析した。

最適な解析方法はマッチドフィルターである。これはデータと予想重力波波形をかけあわせて積分することによってSN比を最大にするという方法である。この方法を実行するためには、予想重力波波形を考える必要があるが、その波形は単色光にいくつかの効果が加わったものとなっている。その効果はドップラー効果、感度変化の効果、スピンドアウン効果の3つである。また長期観測ではノイズレベルは常に一定ではない。SN比を最適化するためにはこのノイズレベルの変化に応じてデータに重み付けを行う必要がある。原理的にはこれらの効果を考慮してマッチドフィルターを実行すればよいが、実際の解析では計算時間の短縮のためFFTを利用した。解析の結果、今回の解析では重力波の信号は見つからなかった。これによって今回の解析における重力波のUpper limitが求まる。またノイズのパワースペクトル分布は、Rayleigh分布と合致し、重力波の信号が存在しないこと、雑音が白色であるという仮定が妥当であることが確かめられた。求めたUpper limitは $h \leq 5.5 \times 10^{-23}$ である。ただしこの時、第一種の誤りを犯す確率は1%である。[12, 17, 29, 49]

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。これは非常に低雑音であることと、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う特徴がある。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。

昨年度までは水平方向の補助干渉計を開発してきたが、その性能は鉛直振動からのカップリングによって制限されていた。[54] そこで今年度は垂直方向の干渉計を用いた鉛直振動の能動防振実験を行った。その結果、10Hzで約40dBの防振比を達成することができた。[40] この垂直干渉計と、水平方向の補助干渉計を組み合わせれば、非常に高性能な能動防振装置を作ることができると期待される。

次世代レーザー干渉計をめざして

TAMA300 はわれわれの銀河系内の重力波イベントを検出するだけの感度をもっているが、重力波を確実に検出して天文学として成立させるためには、距離200Mpcでのイベントを検出できるだけの性能が必要である。このためには数km基線長をもった次世代大型レーザー干渉計が必須である。これを実現するため、東大宇宙線研を中心として低温利用のレーザー干渉計(LCGT)の開発が続けられている。本研究室では、科学研究費特定領域研究(A)「重力波研究の新しい展開」の中の計画研究「高性能防振システムの開発」(代表：坪野公夫)において、次世代干渉計のための防振機構を研究開発している。[2, 34, 45]

宇宙空間レーザー干渉計 DECIGO

日本でも、スペース重力波アンテナDECIGO(Decihertz Interferometer Gravitational-Wave Observatory)の検討を開始した。DECIGOとは衛星間の距離がLISAよりも10分の1から100分の1程度に短い宇宙干渉計であり、このため狙う重力波の周波数が、10mHzから数Hzとなり、ちょうど地上干渉計とLISAがそれぞれ狙う周波数帯の狭間をカバーするものである。DECIGO計画の目的は、(1)LISAの帯域から出て行った、連星からの重力波検出、(2)地上干渉計の帯域に入る前の、連星からの重力波の検出、(3)宇宙初期からの重力波の検出、(4)遠くの中性子星連星からの重力波の観測による宇宙膨張加速度の測定、(5)全く新しい重力波源の発見などである。DECIGOの利点は、0.1Hz以上では、白色矮星連星からの重力波雑音が存在しないため、超高感度が実現できる可能性があることである。この超高感度の実現には、ドラッグフリー衛星、位相ロック増幅反射、ドップラーシフトによるヘテロダイン計測などの技術が不可欠である。これらの技術のR&Dとして、衛星測位システムのシミュレータの製作、及びドラッグフリーシステムに必要とされる超微小力計測システムの開発が始まりつつある。[25, 26, 27, 33, 46]

1.1.2 熱雑音の研究

熱雑音の直接測定

干渉計型重力波検出器の観測帯域の感度を制限するのは、鏡や懸架系の熱雑音である。それらの熱雑

音は、その振幅の小ささゆえ、これまでに幅広い周波数帯域で直接測定された例はない。また、それゆえ、熱雑音の振幅は推定に頼ることが多く、実験的に熱雑音を研究することは重要となってきた。このような背景の下、実際の検出器に近い系における熱雑音を直接測定するための、短基線長光共振器を用いた実験を行っている。[10, 37, 44]

基本的な構成は、固定光共振器に対して周波数安定化されたレーザー光を、二つの短基線長光共振器に入射し、その変位雑音を測定するものである。光共振器におけるレーザーのスポットサイズを非常に小さくするようにデザインし、鏡の熱振動の効果を大きくした。鏡は地面振動の影響を避けるために、サスペンションとスタックによって防振が行われている。装置を構成し、地面振動、散乱雑音、周波数雑音、強度雑音、電気雑音などの各種雑音を抑圧した。それによって、鏡基材による熱雑音、およびコーティングによる熱雑音を、約100Hzから100kHzの3桁に渡って測定することができた。ここで測定したのはBK7基材のBrownian noise, CaF₂基材のThermoelastic noise, 及びSiO₂基材に施したコーティングの熱雑音である。図1.1.1にBK7, SiO₂における測定結果について示す。おのおの、BK7基材、コーティングの内部損失から計算した理論値に一致していることが確認できる。[22, 53, 4]

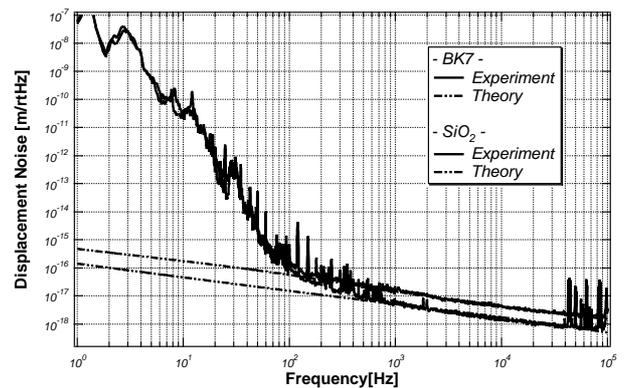


図 1.1.1: BK7 基材、SiO₂ 基材を用いた鏡の熱雑音の測定結果。点線はおのおのの理論値を示す。低周波の変位雑音は地面振動により制限されている。

熱雑音の数値的な計算法の開発

これまで、熱雑音の推定には解析的な手法が多く用いられてきた。しかし、解析的な手法には、1) 一般の形状、重み付けでの熱雑音の計算が困難である、2) 損失の分布や周波数依存性を変化させるのが困難である、3) 周波数ゼロの極限でしか容易に計算できない、4) 3次元、異方性材料といった複雑な系を扱うのが困難である、という問題があった。そこで、これらを克服する、数値的な熱雑音の計算手法を開発した。[23]

具体的には有限要素法を用いた。まず、有限要素

法により、力学系の運動方程式を数値的に、任意の周波数において解く。要素に蓄えられる歪みエネルギーとその場所での散逸、及び揺動散逸定理 (FDT) から、Brownian noise を計算した。また、要素の体積変化の勾配と FDT により Thermoelastic noise を計算した。単純な系の場合には、解析的に求められる解を含むことが確認できた。また、さらに複雑な系に応用することも容易である。この方法で計算した熱雑音と、実際に測定した鏡の熱雑音は、共振付近も含めて一致しており、計算の妥当性も示されている。

Al 材料の機械損失に関する研究

干渉計型重力波検出器において、熱雑音は主要な雑音源の一つであり、重力波検出の障害となる。熱雑音の振幅は機械損失に比例するので、熱雑音の問題を考えるために、機械損失の研究は重要なことである。機械損失の測定法の一つに、試料を支持し、振動を励起し、その減衰を測定する方法がある。その際、支持による損失が生じる。最近、試料の節を支持して機械損失を測定する不動点支持法が開発された。この方法を用いると、支持による損失が生じないので、従来と比べてより精度良く、試料の内部損失を測定できる。機械損失のいくつかのモデルは、機械損失の周波数依存性を予測する。従って、不動点支持法で試料の機械損失を広い周波数帯域で測定することで、試料の内部損失のモデルを検証し、損失の機構をより精密に明らかにすることができる。アルミニウム合金 A15056 は極低温で低い機械損失を示し、共鳴型重力波検出器で広く使われている重要な物質であるが、その機械損失を広い周波数帯域で測定した例はない。よって、A15056 の機械損失を広い周波数帯域で測定することは意義のあることである。不動点支持法で複数の A15056 の試料の機械損失を広い周波数帯域で測定した。その結果、A15056 の機械損失には周波数依存性があり、それが微結晶間の熱流によって生じる熱弾性効果と、巨視的な熱流によって生じる熱弾性効果によるものであることがわかった。[11, 50]

1.1.3 精密計測の研究

低周波防振装置 SAS の開発

昨年度に引き続き、重力波検出器用低周波防振装置 TAMA SAS (Seismic Attenuation System) の開発・評価を行った。昨年度までに、TAMA SAS の構成要素の開発・個別の性能評価は完了したので、今年度はこれらを組み合わせて 2 台のプロトタイプ TAMA SAS を完成させた。それらから吊られた鏡によって構成される 3m の Fabry-Perot 光共振器を実際に動作させる実験を行い、SAS に吊られた鏡に制御を加えることによって光共振器を安定に動作させることが可能であることを実証した。また、Fabry-Perot 共振器の制御信号から、SAS に吊られた鏡の変動量を

取得し、評価した。得られた結果と設計から予想される変動量とを比較したのが図 1.1.2 である。この結果から、1 Hz ~ 10 Hz の帯域では、従来の TAMA300 の感度を 100 倍から 1000 倍程度改善することが可能であることを実証することに成功した。3 Hz 以上の信号は、実験に用いた電気回路やレーザーの周波数安定度などにより制限を受けているものであり、SAS の性能を反映していないことを確認した。

Fabry-Perot 共振器を共振させた状態で、TAMA SAS の能動ダンピング機構を動作させ、0.1 Hz 以上での鏡の変動量の積分値が $0.2\mu\text{m}$ (レーザー波長の $1/5$ 程度) まで抑制されることを示すことができた。これは、従来の $1\sim$ 数 μm という値に比べて大きな改善である。このような改善は、倒立振り子による受動的な防振特性の向上と、能動ダンピングによって機械系の共振を抑制することによって可能となった。また、同様に能動ダンピングを用いることによって鏡の平均速度は $0.3\mu\text{m/s}$ まで抑制された (非制御時には $1.2\mu\text{m/s}$)。これらの結果から、SAS を用いることによって干渉計の安定性、制御性を改善することが可能であることが実証された。

本研究の成果をうけて、TAMA SAS を TAMA300 に組み込む計画が進展している。[9, 38, 41, 18, 19]

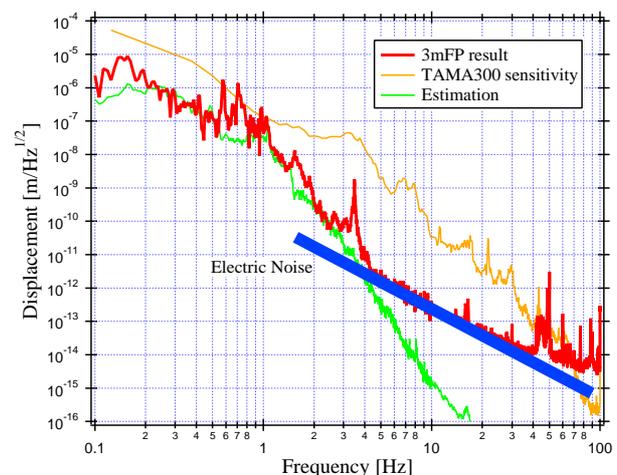


図 1.1.2: 3m Fabry-Perot 共振器の変位雑音 (赤), TAMA300 の変位雑音 (青), 3m Fabry-Perot 共振器の電気系雑音 (緑), 期待される 3m Fabry-Perot 共振器の変位雑音 (黄)。

磁気浮上を利用した防振システム

重力波検出などの精密計測においては、地面振動が計測の妨げとなる。そのため、現在世界各国で研究されている干渉計型重力波検出器では干渉計を構成する光学系をワイヤーなどで振り子状に懸架することによって、地面振動から光学系を防振している。しかし、このように機械的に懸架するとその構成要

素での内部共振や静摩擦が問題となりうる。内部共振においては、観測帯域(数 100Hz)での防振比が悪化する。さらに、静摩擦においては、防振能力自体が失われる恐れがある。このような欠点を克服するものとして、磁気浮上を利用した非接触懸架防振システムを研究している。[35, 42]

基本的な考えとして、懸架する物の荷重を支えるために永久磁石間の反発力を利用し、力アクチュエータを用いて制御することで安定浮上を実現する。このように、永久磁石で荷重を支えることによって、アクチュエータノイズの影響を小さくすることができる。これまでにプロトタイプ実験で約 1kg のものを浮上させることに成功している。

永久磁石を用いた受動的ダンピングの研究

TAMA SAS に永久磁石を用いた受動的ダンピングシステムを導入する可能性について、検証を行った。TAMA SAS の能動的なダンピングシステムを受動的ダンピングシステムに置き換えることが可能ならば、信頼性の高さなど受動的ダンピングシステムの利点を生かすことができるので、この検証は重要な意味をもつ。

検証に際し、本研究では以下の 2 種類の解析を行った。まず、半質点モデルによる TAMA SAS の運動解析を行い、実際に TAMA SAS に受動的ダンピングシステムを導入した場合の防振性能を評価した。解析より、鏡の R.M.S. 振幅は数 μm 、R.M.S. 速度は 1 $\mu\text{m/s}$ 程度になるという結果を得た。これらの値は、制御系からの要求値を満たしている。次に、有限要素法による渦電流ダンピングの解析を行い、必要なダンピング効率を満たす永久磁石の構成を評価した。解析では汎用有限要素解析プログラム ANSYS を使用し、ダンピング効率の見積もりを解析的に行う手法を確立することに成功した。解析より、必要なダンピング効率は市販レベルの磁石で満たすことが可能であるという結果を得た。以上の結果から、受動的ダンピングシステムの導入により TAMA SAS の必要な防振性能は得られるという結論を得た。[13, 36, 43, 7, 24]

<受賞>

- [1] 安東正樹, 宇宙線物理学奨励賞, 宇宙線研究者会議, 2003 年 3 月 29 日.

<報文>

(原著論文)

- [2] T. Tomaru, S. Miyoki, M. Ohashi, K. Kuroda, T. Uchiyama, T. Suzuki, A. Yamamoto, T. Shintomi, A. Ueda, D. Tatsumi, S. Sato, K. Arai, M. Ando, K. Watanabe, K. Nakamura, M. Watanabe, K. Ito, I. Kataoka, H. Yamamoto, B. Bchner, and Y. Hefetz, Evaluation of the performance of polished mirror surfaces for the TAMA gravitational wave detector by use of a wave-front tracing simulation, *Applied Optics* **41** (2002) 5913.

- [3] R. Takahashi, F. Kuwahara, E. Majorana, M.A. Barton, T. Uchiyama, K. Kuroda, A. Araya, K. Arai, A. Takamori, M. Ando, K. Tsubono, M. Fukushima, Y. Saito, Vacuum-compatible vibration isolation stack for an interferometric gravitational wave detector TAMA300, *Review of Scientific Instruments* **73** (2002) 2428.
- [4] K. Yamamoto, M. Ando, K. Kawabe, and K. Tsubono, Thermal noise caused by an inhomogeneous loss in the mirrors used in the gravitational wave detector *Physics Letters A* **305** (2002) 18.
- [5] R. Takahashi, Y. Saito, M. Fukushima, M. Ando, K. Arai, D. Tatsumi, G. Heinzel, S. Kawamura, T. Yamazaki, S. Moriwaki, Direct measurement of residual gas effect on the sensitivity in TAMA300, *Journal of Vacuum Science and Technology A: Vacuum, Surfaces and Films* **20** (2002) 1237.
- [6] V. N. Rudenko, A. V. Serdobolski and K. Tsubono, Atmospheric gravity perturbations measured by a ground-based interferometer with suspended mirrors, *Class. Quantum Grav.* **20** (2003) 317.
- [7] K. Tsubono, Application of material damping for gravitational wave detectors, *Journal of Alloys and Compounds* (2003) (in press).
- [8] K. Tsubono, Search for Gravitational Waves, *Prog. Theor. Phys.* (2003) (in press).

(学位論文)

- [9] 高森昭光: Low Frequency Seismic Isolation for Gravitational Wave Detectors, 博士論文, 2003 年 2 月.
- [10] 沼田健司: Direct measurement of the mirror thermal noise, 博士論文, 2003 年 1 月.
- [11] 関秀嗣: 金属物質の機械損失の研究, 修士論文, 2003 年 1 月.
- [12] 副田憲志: TAMA300 データを用いた連続重力波解析, 修士論文, 2003 年 1 月.
- [13] 西雄彦: 永久磁石を用いた受動防振装置の研究, 修士論文, 2003 年 1 月.

(会議抄録)

- [14] 宇宙を探る新しい目 重力波, 第 16 回「大学と科学」公開シンポジウム講演収録集 (2002, クバプロ).

<学術講演>

(国際会議)

一般講演

- [15] M. Ando and the TAMA collaboration, Observation run of TAMA GW detector, *Astronomical Telescopes and Instrumentation*, (Aug. 25, 2002, Hawaii, U.S.A.).

- [16] M. Ando, K. Arai, R. Takahashi, D. Tatsumi, P. Beyersdorf, S. Kawamura, S. Miyoki, N. Mio, S. Moriwaki, K. Numata, N. Kanda, Y. Aso, M-K. Fujimoto, K. Tsubono, K. Kuroda, and the TAMA collaboration, Detector characterization of the TAMA interferometer, Gravitational Wave Data Analysis Workshop 2002 (Dec. 17-19, 2002, Kyoto, Japan).
- [17] K. Soida, The continuous gravitational analysis using the TAMA300 data, Gravitational Wave Data Analysis Workshop 2002 (Dec. 17-19, 2002, Kyoto, Japan).
- [18] A. Takamori *et. al*, Seismic Attenuation System for Advanced GW Detectors, 2002 Gravitational Wave Advanced Detection Workshop (GWADW) (Isola d 'Elba, Italy, May 2002).
- [19] A. Takamori *et. al*, Seismic Attenuation / Suspension Experiment, 2003 Aspen Winter Conference (Aspen Physics Center, United States, Feb. 2003).
- [20] M. Ando, K. Arai, R. Takahashi, D. Tatsumi, P. Beyersdorf, S. Kawamura, S. Miyoki, N. Mio, S. Moriwaki, K. Numata, N. Kanda, Y. Aso, M-K. Fujimoto, K. Tsubono, K. Kuroda, and the TAMA collaboration, Burst Event Analysis of TAMA, 3rd TAMA symposium (Feb. 3, 2003, ICR, Kashiwa, Japan).
- [21] K. Tsubono, Search for gravitational waves, Tokyo-Adelaide Joint Workshop (Jan. 7, 2003, Sanjo Hall, Tokyo).
- [22] K. Numata, *Direct Measurement of Mirror Thermal Noise* (2003 Aspen Conference, February 7, 2003).
- [23] K. Numata, *Numerical Calculation of Thermal Noise* (2003 Aspen Conference, February 7, 2003).
- 招待講演
- [24] K. Tsubono, Application of Material Damping for Gravitational Wave Detectors, International Symposium on High Damping Materials 2002 (HDM2002) (Aug. 22, 2002, Sanjo Hall, Tokyo).
- (国内会議)
- 一般講演
- [25] 坪野公夫、スペース実験の FEASIBILITY-研究室での基礎実験、第 1 回 スペース重力波アンテナ WG ミーティング (2002 年 5 月 9 日 国立天文台・三鷹キャンパス)。
- [26] 坪野公夫、スペース重力波アンテナ DECIGO の feasibility、国立天文台将来計画シンポジウム (2002 年 6 月 4 日 国立天文台・三鷹キャンパス)。
- [27] 安東正樹、DECIGO におけるレーザー測距技術、第 1 回 スペース重力波アンテナ WG ミーティング (2002 年 5 月 9 日 国立天文台・三鷹キャンパス)。
- [28] 安東正樹, 新井宏二, 高橋竜太郎, 辰巳大輔, Peter Beyersdorf, 川村静児, 三代木伸二, 三尾典克, 森脇成典, 沼田健司, 神田展行, 藤本真克, 坪野公夫, 黒田和明, the TAMA Collaboration, レーザー干渉計重力波検出器 TAMA300 の観測状態解析 II, 日本物理学会 2002 年秋季大会 (2002 年 9 月、立教大学)。
- [29] 副田憲志, 坪野公夫, 安東正樹, 神田展行, 辰巳大輔 The TAMA collaboration、TAMA300 データを用いた連続重力波解析、日本物理学会 2002 年秋季大会 (2002 年 9 月、立教大学)。
- [30] 新井宏二, 佐藤修一, 長野重夫, 高橋竜太郎, 神田伸行, 辰巳大輔, 常定芳基, 安東正樹, 三尾典克, 森脇成典, 武者満, 川村静児, 福嶋美津広, 山崎利孝, 藤本真克, 坪野公夫, 大橋正健, 黒田和明, 他 TAMA Collaboration、レーザー干渉計型重力波検出器 TAMA300 のパワーリサイクリング III、c 日本物理学会 2002 年秋季大会 (2002 年 9 月、立教大学)。
- [31] 高橋竜太郎, 新井宏二, 佐藤修一, 長野重夫, 神田伸行, 辰巳大輔, 常定芳基, 安東正樹, 三尾典克, 森脇成典, 武者満, 川村静児, 福嶋美津広, 山崎利孝, 藤本真克, 坪野公夫, 大橋正健, 黒田和明, 他 TAMA Collaboration、レーザー干渉計型重力波検出器 TAMA300 のパワーリサイクリング IV、日本物理学会 2002 年秋季大会 (2002 年 9 月、立教大学)。
- [32] 佐藤修一, 新井宏二, 長野重夫, 高橋竜太郎, 神田伸行, 辰巳大輔, 常定芳基, 安東正樹, 三尾典克, 森脇成典, 武者満, 川村静児, 福嶋美津広, 山崎利孝, 藤本真克, 坪野公夫, 大橋正健, 黒田和明, 他 TAMA Collaboration、レーザー干渉計型重力波検出器 TAMA300 のパワーリサイクリング V、日本物理学会 2002 年秋季大会 (2002 年 9 月、立教大学)。
- [33] 川村静児, 中村卓史, 坪野公夫, 瀬戸直樹, 安東正樹, 井岡邦仁, 植田憲一, 神田展行, 阪上雅昭, 佐々木節, 柴田大, 高野忠, 田中貴浩, 千葉剛, 中尾憲一, 細川瑞彦, 横山順一, 他 DECIGO ワーキンググループ、スペース重力波アンテナ DECIGO 計画 I、日本物理学会 2002 年秋季大会 (2002 年 9 月、立教大学)。
- [34] 黒田和明, 大橋正健, 三代木伸二, 石塚秀喜, 山元一広, 藤本真克, 川村静児, 高橋竜太郎, 山崎利孝, 辰巳大輔, 新井宏二, 上田暁俊, 福嶋美津広, 佐藤修一, 長野重夫, 常定芳基, 朱宗宏, 新富孝和, 山本明, 鈴木敏一, 斉藤芳男, 春山富義, 佐藤伸明, 東保男, 内山隆, 都丸隆行, 坪野公夫, 安東正樹, 高森昭光, 沼田健司, 植田憲一, 米田仁紀, 中川賢一, 武者満, 三尾典克, 森脇成典, 宗宮健太郎, 新谷昌人, 神田展行, 寺田聡一, 佐々木節, 田越秀行, 中村卓史, 田中貴浩, 大原謙一, 高橋弘毅, 前田恵一, 宮川治, M.E.Tobar、大型低温重力波望遠鏡 (LCGT) 計画 IV、日本物理学会 2002 年秋季大会 (2002 年 9 月、立教大学)。
- [35] 飯田幸美, 安東正樹, A.Bertolini, G.Cella, R.DeSalvo, 福嶋美津広, F.Jacquier, 川村静児, G.Losurdo, Sz.Marka, 西雄彦, 沼田健司, V.Sannibale, 宗宮健太郎, 高橋竜太郎, 高森昭光, H.Tariq, 坪野公夫, N.Viboud, C.Wang, H.Yamamoto, 依田達夫、Seismic Attenuation System (SAS) for gravitational wave detectors

- XIII, 日本物理学会 2002 年秋の分科会 (2002 年 9 月、立教大学).
- [36] 西雄彦, 安東正樹, A. Bertolini, G. Cella, R. DeSalvo, 福嶋美津広, 飯田幸美, F. Jacquier, 大塚茂巳, 川村静児, G. Losurdo, Sz. Marka, 沼田健司, V. Sannibale, 宗宮健太郎, 高橋竜太郎, 高森昭光, H. Tariq, 坪野公夫, N. Viboud, C. Wang, H. Yamamoto, 依田達夫, Seismic Attenuation System (SAS) for Gravitational Wave Detectors XIV, 日本物理学会 2002 年秋季大会 (2002 年 9 月、立教大学).
- [37] 沼田健司, 高森昭光, R. DeSalvo, 安東正樹, 坪野公夫, 干涉計型重力波検出器における熱雑音の検証実験 III, 日本物理学会 2002 年秋季大会 (2002 年 9 月、立教大学).
- [38] 高森昭光, 安東正樹, A. Bertolini, G. Cella, R. DeSalvo, 福嶋美津広, 飯田幸美, F. Jacquier, 川村 静児, G. Losurdo, Sz. Marka, 西雄彦, 沼田健司, V. Sannibale, 宗宮健太郎, 高橋竜太郎, H. Tariq, 坪野公夫, N. Viboud, C. Wang, H. Yamamoto, 依田達夫 Seismic Attenuation System (SAS) for gravitational wave detectors XII, 日本物理学会 2002 年秋季大会 (2002 年 9 月、立教大学).
- [39] 安東正樹, 新井宏二, 高橋竜太郎, 辰巳大輔, Peter Beyersdorf, 川村静児, 三代木伸二, 三尾典克, 森脇成典, 沼田健司, 神田展行, 藤本真克, 坪野公夫, 黒田和明, the TAMA Collaboration, レーザー干渉計重力波検出器 TAMA300 の観測状態解析 III, 日本物理学会第 58 回年次大会 (2003 年 3 月、東北学院大学).
- [40] 麻生洋一, 安東正樹, 大塚茂巳, 南城 良勝, 河邊径太, 坪野公夫, Suspension Point Interferometer による低周波防振, 日本物理学会第 58 回年次大会 (2003 年 3 月、東北学院大学).
- [41] 高森昭光, 安東正樹, A. Bertolini, G. Cella, R. DeSalvo, 福嶋美津広, 飯田幸美, F. Jacquier, 川村 静児, G. Losurdo, Sz. Marka, 西雄彦, 沼田健司, V. Sannibale, 宗宮健太郎, 高橋竜太郎, H. Tariq, 坪野公夫, N. Viboud, C. Wang, H. Yamamoto, 依田達夫, Seismic Attenuation System (SAS) for gravitational wave detectors XV, 日本物理学会第 58 回年次大会 (2003 年 3 月、東北学院大学).
- [42] 飯田幸美, 高森昭光, 安東正樹, 坪野公夫, 磁気浮上を利用した防振システム, 日本物理学会第 58 回年次大会 (2003 年 3 月、東北学院大学).
- [43] 西雄彦, 飯田幸美, 高森昭光, 大塚茂巳, 南城良勝, 安東正樹, 坪野公夫, 永久磁石を用いた受動的ダンピングの研究, 日本物理学会第 58 回年次大会 (2003 年 3 月、東北学院大学).
- [44] 沼田健司, 高森昭光, R. DeSalvo, 安東正樹, 坪野公夫, 干涉計型重力波検出器における熱雑音の検証実験 IV, 日本物理学会第 58 回年次大会 (2003 年 3 月、東北学院大学).
- [45] 黒田和明, 大橋正健, 三代木伸二, 石塚秀喜, 山元一広, 藤本真克, 川村静児, 高橋竜太郎, 山崎利孝, 新井宏二, 辰巳大輔, 上田暁俊, 福嶋美津広, 佐藤修一, 長野重夫, 常定芳基, 朱宗宏, 新富孝和, 山本明, 鈴木敏一, 斎藤芳男, 春山富義, 佐藤伸明, 東保男, 内山 隆, 都丸隆行, 坪野公夫, 安東正樹, 高森昭光, 沼田健司, 植田憲一, 米田仁紀, 中川賢一, 武者満, 三尾典克, 森脇成典, 宗宮健太郎, 新谷昌人, 神田展行, 寺田聡一, 佐々木節, 田越秀行, 中村卓史, 田中貴浩, 大原謙一, 高橋弘毅, 前田憲一, 宮川 治, M.E. Tobar, 大型低温重力波望遠鏡 (LCGT) 計画 V、日本物理学会第 58 回年次大会 (2003 年 3 月、東北学院大学).
- [46] 川村静児, 中村卓史, 坪野公夫, 瀬戸直樹, 高野忠, 安東正樹, 井岡邦仁, 植田憲一, 神田展行, 阪上雅昭, 佐々木節, 佐藤孝, 柴田大, 田中貴浩, 千葉剛, 中尾憲一, 長野重夫, 沼田健司, 細川瑞彦, 横山順一, 吉野泰造, 他 DECIGO ワーキンググループ, スペース重力波アンテナ DECIGO 計画 II、日本物理学会第 58 回年次大会 (2003 年 3 月、東北学院大学).
- [47] 長野重夫, 新井宏二, 佐藤修一, 高橋竜太郎, 神田展行, 辰巳大輔, 常定芳基, 安東正樹, 三尾典克, 森脇成典, 武者満, 川村静児, 福嶋美津広, 山崎利孝, 藤本真克, 坪野公夫, 大橋正健, 黒田和明, レーザー干渉計型重力波検出器 TAMA300 のパワーリサイクリング VI、日本物理学会第 58 回年次大会 (2003 年 3 月、東北学院大学).
- [48] 高橋竜太郎, 新井宏二, 佐藤修一, 長野重夫, 神田展行, 辰巳大輔, 常定芳基, 安東正樹, 三尾典克, 森脇成典, 武者満, 川村静児, 福嶋美津広, 山崎利孝, 藤本真克, 坪野公夫, 大橋正健, 黒田和明, レーザー干渉計型重力波検出器 TAMA300 のパワーリサイクリング VII、日本物理学会第 58 回年次大会 (2003 年 3 月、東北学院大学).
- [49] 副田憲志, 坪野公夫, 安東正樹, 沼田健司, 神田展行, 辰巳大輔, 新井宏二, 高橋竜太郎, 川村静児, Peter Beyersdorf, 三代木伸二, 三尾典克 他 The TAMA Collaboration, TAMA300 データを用いた連続重力波解析, 日本物理学会第 58 回年次大会 (2003 年 3 月、東北学院大学).
- [50] 関秀嗣, 沼田健司, 鈴木敏一, 安東正樹, 坪野公夫, 大塚茂巳, 金属物質の機械損失の研究 III, 日本物理学会第 58 回年次大会 (2003 年 3 月、東北学院大学).
- 招待講演
- [51] 坪野公夫, 重力波検出実験の現状, 第 31 回電子情報通信学会電磁界理論シンポジウム (2002 年 10 月 24 日、伊東).
- [52] 安東正樹, 干涉計型重力波検出器の開発, 日本物理学会第 58 回年次大会 (2003 年 3 月 30 日 東北学院大学).
- (セミナー)
- [53] K. Numata: *Direct Measurement of Mirror Thermal Noise* (CaJAGWR seminar, California Institute of Technology, February 11, 2003).
- [54] Y. Aso: *Stabilization of a Fabry-Perot Interferometer using a Suspension Point Interferometer*, LIGO seminar (California Institute of Technology, June 2002).