

27aTL-1

大型低温重力波望遠鏡 (KAGRA) プロジェクトの現状

東大理, 東大宇宙線A, 国立天文台B, 高エネ研C, 東大新領域D, 東大工E, 東工大F, 阪市大理G, 京大理H, 電通大レーザー研I, 東大地震研J, 法政大理工L, 産総研計測標準M, 情報通信研N, 阪大工O, 京大基研P, 九大基幹O, 茶葉大理工Q, 日大総合科学R, 新潟大工R, 新潟大工T, 長岡大U, 日生大工V, 弘前大理工W, 東北大理工X, 立教大理工Y, 広島大理工Z, 球球大理工A, 早大先端理工B, 早大教育P, 京大理工D, 富山大工R, 富山大情セ, 富山市立台T, 福岡大U, 楊江工科大V, JASSO, IMPS, IAPM, 防衛大X, MPQ AEI, Caltech, UWA, LSU, 北京師範大文I, IJUCAA, Moscow UP, LATMOS/CNRS, 中国科技大学P, 清華大情報Q, 台湾計量研T, Univ. Maryland, Univ. Columbia, Univ. West Scotland, Univ. Sannio, Roma UniversityY, 上海師範大宇宙V, 台湾清華大学物理Y, 高麗大物理Y, 仁濟大自然Z, ソウル大物理天文A, 明大物理B, 韓國KAERI 畜子光子C, 清華大物理D, プサン大物理E, 韓国KISTI 情報F, 韓國NIMS9, 麗北天文大氣H, 韓國KIAS10, 清華大物理I, 韓國KIAS11, Gangs UniversityK, 中国科学院SICL, PSU, MSUN, IISER-TVMZ, NIKHEF, UWM, UWM, 安東正樹, 田端章A, 黒田和明A, 大橋伸二A, 川村静見A, 三木伸二A, 内山隆A, 宮川治A, 大石幸輔A, 山元一広A, Alexander KhalaidovskiyA, Rahul KumarA, 西田恵里奈A, 石塚秀喜A, 東谷千比呂A, 清瀬貴一A, 上泉眞裕A, 岩崎詩子A, 嶽原裕介A, 関口貴令A, 陳タンA, 中野雅之A, 小野謙次A, 小仁所志菜A, 西村翼A, 渡辺篤A, 本村眞克B, Raffaele FlaminioB, 高橋竜太郎B, 上田暁B, 阿久津智忠B, 辰巳大輔B, 中村康二B, Fabian Pena ArellanoB, Daniel FriedreichB, 石崎秀晴B, 鳥居泰男B, 田中伸幸B, 奥富弘基B, 江口智士B, 鈴木敏一C, 鈴木敏一C, 木村誠宏C, 都丸隆行C, 井岡邦仁C, 久米達哉C, 小池重明C, 横山順一, 横山順一, 横家篤史, 伊藤洋介, 保野公夫, 麻生洋一, 平松成範, 鶴山涉, 関田健志, 松本伸之, 道村唯太, 正田並八香, 齋田和憲, 牛場崇文, 渡辺恭平D, 三尾典克E, 斎藤成典E, 大前直昭E, 千葉智弘F, 福本辰彦F, 鈴木健一F, 古谷貢之F, 細谷勝夫F, 河合誠之F, 宗宮健太郎F, 上田慎一F, 加藤準平F, 田代義人F, 田代義人F, 横瀬孝章F, 山本尚弘F, 旗原貴貴F, 田中一幸G, 清浅洋光G, 鳥谷仁人G, 中尾泰一G, 中村卓史H, 遠戸直樹H, 西澤篤志H, 植田憲一I, 米田仁紀I, 中川賢一I, 武者満I, 新谷昌人J, 高森昭光J, 佐藤修一J, 林翔平L, 東浦幸典L, 高辻利之M, 菊池洋一M, 寺田統一M, 長野重夫N, 田越秀行N, 上野野N, 成川信也N, 佐野保道N, 高倉理O, Luca BaitoO, 佐々木節P, 菊田大P, 田中貴浩P, 中野寛之P, 関口貴一郎P, 佐紀親親O, 斎藤那葉O, 新富嘉洋S, 大原謙一S, 平沼悠太S, 金山雅人S, 若松剛司S, 佐藤幸T, 大河正志T, 土井康平T, 前原進也T, 清水重道T, 高橋弘毅U, 姫本寅朗U, 渡田秀樹U, 二井瀬敏史X, 高橋史官X, 原田知広Y, 小嵐慶史Z, 瓜生慶史Z, 山田章一Y, 西條統之P, 大森隆夫A, 松島房和Q, 森藤豊喜Q, 小林かおりQ, 榎本勝成Q, 米山直弥Q, 宮本達也Q, 大石詠Q, 阪ノ下陽成Q, 素崎亮Q, 小野行徳X, 遠山豊X, 早川陽介X, 鹿林茂樹X, 沖野浩二X, Micolletto RuggieroX, 固原洋U, 伊藤洋介V, 中谷一郎V, 田坂紫帆V, 鹿野豊V, 春山富貴W, 上原知幸X, 川畠史子X, Yanbei ChenX, 河邊啓太X, 新井宏二X, Haixing MiaoX, 和泉寛Y, M. E. TobarX, D. BlairX, Ju LiX, Chunlong ZhaoX, Lingling WenX, Warren JohnsonX, 菅山圭以X, Zong-Hong ZhuX, S. DhurandharX, S. MitraX, V. MilyukovX, Lucio BaggioliX, Yang ZhangX, Junwei CaoX, Sheau-Shi PanX, Sheng-Jui ChenX, 内田健司X, Szabolcs MarkaX, Zsuzsanna MarkaX, Stuart ReidX, Innocenzo PintoX, Vincenzo GaldiX, Vincenzo PierrotX, Giuseppe CastaldiX, Riccardo DeSalvoX, Rocco P. CroceX, Maria PrincipeX, Vincenzo MattaX, Fabio PostiglioneX, Maurizio LongoX, Paolo AddessoX, Adele FucovX, Ettore MajoranaY, Xiang-hua ZhaiY, Ping XiY, Wei-Tou NiY, Hsien-Hao MeiY, Shan-Jyun WuY, Tai Hyun YoonY, Hyung Won LeeY, Kyoung Yee KimY, Jeongcho KimY, Hyung Mok LeeY, Chunglee KimY, Jae Wan KimY, Hong-Yo ChaZ, Hyun Kyu LeeZ, Chang-Hwan KangZ, Sungwon KangZ, Sang Hoon KangZ, Myeong-Gu ParkZ, Sang Pyo KimZ, Maurice H.P.M. Van PuttenZ, Cho KyumanZ, Jun XuZ, Lihe ZhengZ, Jingya WangZ, 横山和己M, 八木鶴外N, Archana PaiZ, 我妻一博A, 久徳浩太郎A,

重力波の初観測と重力波天文学の創生を目指して、岐阜県・神岡で建設が進められている低温大型重力波望遠鏡 KAGRA の現状を紹介する。

27aTL-4

重力波検出器 KAGRA の主干渉計開発 III

東大理, 国立天文台A, 東大宇宙線研B, 東工大C, CaltechD, LIGO HanfordE, NIKHEF^F
麻生洋一^G, 宗宮健太郎^C, 宮川治^B, 山元一広^B, 道村唯太, 柴田和憲
辰巳大輔^A, 阿久津智忠^A, 我妻一博^F, 西田恵里奈^B, 陳タン^B, 安東正樹
新井宏二^D, 和泉究^E, 山本博章^D, KAGRA Collaboration

Development of the main interferometer
part of the KAGRA gravitational wave detector

Phys. U. Tokyo, NAOJ^A, ICRR^B, TITECH^C, Caltech^D, LIGO Hanford^E,
NIKHEF^F
Yoichi Aso^G, Kentaro Somiya^C, Osamu Miyakawa^B, Kazuhiro Yamamoto^B
Yuta Michimura, Kazunori Shibata, Daisuke Tatsumi^A, Tomotada Akutsu^A
Kazuhiko Agatsuma^F, Erina Nishida^B, Dan Chen^B, Masaki Ando
Koji Ara^B, Kiwamu Izumi^E, Hiroaki Yamamoto^D
and the KAGRA Collaboration

現在建設中の重力波検出器 KAGRA 計画では、連星中性子星の検出可能距離に換算して 200Mpc を超える感度を実現し、重力波天文学の創成を目指す。そのために KAGRA では第一世代干渉計を大きく上回るレーザーパワーを用いて、RSE と呼ばれる複雑な干渉計方式を採用する。一方でこのような干渉計を設計通りの感度で動作させるためには、その構成要素である鏡の位置と姿勢を精密に制御し、干渉計各部の干渉条件、共振条件を理想的な状態に保つ必要がある。特に多数の鏡を用いる RSE 干渉計では制御に必要な誤差信号の取得方法を工夫する必要がある。具体的には複数の変調サイドバンドを用いて干渉計各所の情報を取得するが、その際に信号の分離比や信号強度を最大化するため、干渉計パラメータの最適化が必要となる。さらに干渉計内に蓄積される 400kW 近いレーザーパワーによって引き起こされる輻射圧不安定性や機械振動モードの励起といった問題にも対処しなければならない。

これまでに主干渉計の基本パラメータ設計は完了しており、現在はその具体的な実装に必要な光検出器や制御回路の設計と製作、試験を行なっている。本講演では KAGRA 干渉計の設計概要を説明し、その開発の現状を報告する。

27aTL-2

大型低温重力波望遠鏡 KAGRA の建設状況 III

東大宇宙線研、KAGRA Collaboration^A

内山隆、大橋正健、三代木伸二、宮川治、大石奈緒子、KAGRA Collaboration^A

Construction Status of KAGRA Large-scale Cryogenic Gravitational Wave Telescope Tunnel III

ICRR UT, KAGRA Collaboration^A

Takashi Uchiyama, Masatake Ohashi, Shinji Miyoki, Osamu Miyakawa, Naoko Ohishi, KAGRA Collaboration^A

現在神岡鉱山(岐阜県飛騨市)にて建設中の大型低温重力波望遠鏡 KAGRA は、年間複数回の重力波検出を目指して設計された、片腕 3,000m のレーザー干涉計である。地面振動の小さい鉱山内部に装置を設置する取り組みは、鏡を 20K に冷却して熱雜音を下げる手法と共に、KAGRA の目標感度を実現する上で欠くことの出来ない要素である。

KAGRA を設置する地下実験室は、直交する 2 本の腕トンネル(X arm, Y arm)、腕トンネルの直交する角に作られる中央実験室エリア、各腕トンネルの端に作られる X end, Y end 実験室エリアで構成される。さらに、外部から地下実験室にアクセスするために 2 本のトンネルが掘削される。掘削延長は 7,800m において、その内訳は腕トンネルが 6,000m、各実験室エリアの合計が 920m、外部からのアクセストンネルが 880m になり、掘削土量は 146,000m³ に達する予定である。

掘削工事は 2012 年 5 月より始められ、2014 年 3 月末の完成を目指している。工事の進捗状況は、2013 年 12 月末の段階で、両アクセストンネル、中央実験室エリア、Y end 実験室エリアがほぼ完成し、各腕トンネルの掘削に関しては X arm トンネルが中央エリアから 2520m、Y arm トンネルに関しては、2013 年 12 月 5 日に貫通した。

本講演では、地下実験室の設計概要を説明した後、掘削工事の最新の進捗状況を紹介する。

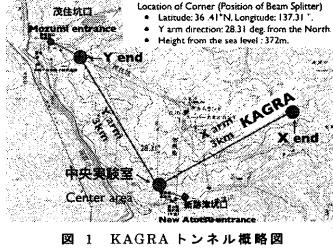


図 1 KAGRA トンネル概略図

27aTL-5

KAGRA 用防振装置の開発 XI

国立天文台, 東大宇宙線研A, 東大地震研B, Univ. SannioC, INFN RomeD, NIKHEF^E

高橋竜太郎, 石崎秀晴, Fabian E. Pena A., Ramsey Lundock, 山元一広A, 内山隆A, 関口貴令A, 小野謙次A, 宮川治A, 上泉眞裕A, 高森昭光B, Riccardo DeSalvoC, Ettore MajoranaD, Eric HennesE, Jo van den BrandE, Alessandro BertoliniE, Kazuhiro AgatsumaE, J. van HeijningenE, KAGRA collaboration

Development of vibration isolation system for KAGRA XI NAOJ, ICRR^A, ERI^B, Univ. Sannio^C, INFN Rome^D, NIKHEF^E

Ryutaro Takahashi, Hideharu Ishizaki, Fabian E. Pena A., Ramsey Lundock, Kazuhiro YamamotoA, Takashi UchiyamaA, Takanori SekiguchiA, Kenji OnoA, Osamu MiyakawaA, Masahiro KamiizumiA, Akiteru TakamoriB, Riccardo DeSalvoC, Ettore MajoranaD, Eric HennesE, Jo van den BrandE, Alessandro BertoliniE, Kazuhiro AgatsumaE, J. van HeijningenE, KAGRA collaboration

干渉計型重力波検出器を構成するミラーは地面振動から十分防振されている必要がある。KAGRA 用防振装置には観測帯域である 100Hz で 10⁹ 以上の防振比が要求される。さらにミラーのアクチュエータ雑音や低周波でミラーに大きな信号を返すことにより観測帯域での雑音が増える非線形な雑音を避けるために、ミラーの RMS 変位を 0.1 μm 以下に抑える必要がある。

KAGRA の防振装置は pre-isolator, filter chain, payload という 3 つの部分からなり、それぞれプロトタイプによる試験が進行中である。Payload はプロトタイプの組み立てを開始し、ローカルセンサの性能評価などを行った。また国立天文台にある TAMA300 を用いたフルプロトタイプ試験を準備中で、架台部分のモード解析などを行っている。

本講演では KAGRA 用防振装置の開発及び製造状況について報告する。