

## 平成 25 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：KAGRA データ解析の研究およびシステム検討 (III) 英文：Study for KAGRA data analysis and Research for its System (III)								
研究代表者	神田展行 (大阪市立大学)								
参加研究者	山本尚弘(大阪市立大学), 譲原浩貴(大阪市立大学), 田中一幸(大阪市立大学), 黒田和明(東京大学), 伊藤洋介(東京大学), 田越秀行(大阪大学), Luca Baiotti(大阪大学), 高橋弘毅(山梨英和大学), 大原謙一(新潟大学), 平沼悠太(新潟大学), 金山雅人(新潟大学), 端山和大(大阪市立大学, 申請時：国立天文台), 柿崎 充(富山大学), Wei-Tou Ni(Tsing Hua University), Ping Xi(上海師範大学), Hyung Won Lee(Inje University)								
研究成果概要	<p>重力波はアインシュタインが予言した“時空の歪みが伝わる波動”であり、その検出を目的として、現在 KAGRA 検出器が建設中である。KAGRA は年間数イベントの連星中性子星合体や、ブラックホールや超新星、パルサー、などを起源とする重力波の検出が期待されている。KAGRA の最初の観測運転(iKAGRA)は 2015 年に、低温での高感度観測運転(bKAGRA)は 2017 年後半かた 2018 年を予定している。本研究は、建設中の KAGRA 検出器について、</p> <p>(1) 主要な重力波源からの重力波イベントについてのデータ解析 (検出方法、得られる物理、検出ソフトウェアの作成と実装) の研究</p> <p>(2) ソフトウェアとハードウェア両面について解析システム検討を進めた。</p> <p>平成 25 年度は、(1)については、<u>KAGRA 解析用のソフトウェアライブラリの仕様策定が進み、基本的な形式が定められた。KAGRA Algorithmic Library (KAGALI) と呼称され、C および C++ 言語を用いてのスタイルガイド等の骨格が定められた。米国 LIGO 実験のソフトウェアライブラリである LAL と互換性を保ちつつ、KAGRA 特有の I/O 層やライブラリ/アプリケーション層を構築することを決めた (右図)。</u></p> <table border="1" data-bbox="880 1563 1331 1720"> <tr> <td>KAGALI Apps layer</td> <td>LVApps</td> </tr> <tr> <td>KAGALI (Lib. layer)</td> <td>LAL, VIRGO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LAL, VIRGO (+KAGALI) tools</td> </tr> <tr> <td>KAGALI I/O</td> <td>LAL, VIRGO I/O</td> </tr> </table> <p>これに従って、解析ソフトウェアの開発が進んでいる。</p> <p>(2)については、<u>iKAGRA データ転送・保管システムの仕様決定、調達がなされた。</u></p> <p>神岡坑内の干渉計デジタル制御システムから、地表の解析棟を経て柏へデータを転送するシステムである。神岡坑内と坑外を専用の光ファイバーで転送し、坑外の解析棟から柏へは SINET を経由する。このシステム全体は専用の VPN 配下に置かれ、他の機器と</p>	KAGALI Apps layer	LVApps	KAGALI (Lib. layer)	LAL, VIRGO	LAL, VIRGO (+KAGALI) tools		KAGALI I/O	LAL, VIRGO I/O
KAGALI Apps layer	LVApps								
KAGALI (Lib. layer)	LAL, VIRGO								
LAL, VIRGO (+KAGALI) tools									
KAGALI I/O	LAL, VIRGO I/O								

の干渉やセキュリティ上の問題を避けて構築される。2015年12月のiKAGRAの観測に対応するために、神岡の坑外解析棟に200TiB、柏に100TiB(約2ヶ月の観測相当)の記録容量をもつ。bKAGRAの際には、柏の記録装置をペタバイト級に替える(その際、本システムの柏設置部分はスペアシステムとして冗長性を担保する)必要があるが、データ転送については、bKAGRAの最終的な連続運転に耐えるものである。図に、機器構成図を示す。



図：iKAGRAデータ転送・保管システム機器（神岡、解析棟）

最近の発表論文：

Hiroataka 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)

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

Hiroataka Takahashi, Ken-ichi Oohara, Masato Kaneyama, Yuta Hiranuma, Jordan B. Camp, "On Investigating EMD Parameters to Search for Gravitational Waves, Advances in Adaptive Data Analysis", 5 (2013) 1350010-1-20

Masato Kaneyama, Ken-ichi Oohara, Hiroataka Takahashi, Yuta Hiranuma, Takashi Wakamatsu, Jordan B. Camp, "Towards constructing an Alert System with the Hilbert-Huang Transform -Search for signals in noisy data-, Innovative Computing, Information and Control", Express Letters Part B : Applications, 5 (2014) 285-292

Masaaki Morita, Hiroataka Takahashi, "Reconstructing  $f(R)$  modified gravity with dark energy parametrization", Journal of Physics: Conference Series, 490 (2014) 012087-1-4

高橋弘毅, "重力波初検出および重力波天文学創成に向けたデータ解析方法の研究", 山梨科学アカデミー会報, 36 (2013) 25-33

K. Eda, Y. Itoh, S. Kuroyanagi and J. Silk, "New Probe of Dark-Matter Properties: Gravitational Waves from an Intermediate-Mass Black Hole Embedded in a Dark-Matter Minispike", Physical Review Letters, 110 (2013) 221101-1-5

K Hayama and A. Nishizawa, "Model-independent test of gravity with a network of ground-based gravitational-wave detectors", Phys. Rev. D, 87 (2013) 062003-1, 062003-11

A. Nishizawa, K. Hayama, "Probing for massive stochastic gravitational-wave background with a detector network", Phys. Rev. D, 88 (2013) 064005-1, 064005-13

Adrian-Martinez, S. etal (including K. Hayama), "A first search for coincident gravitational waves and high energy neutrinos using LIGO", Virgo and ANTARES data from 2007, Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, 6 (2013) 008-1, 008-19

Aasi, J. et al.(including K. Hayama), "Enhanced sensitivity of the LIGO gravitational wave detector by using squeezed states of light", Nature Photonics, 7 (2013) 613-619

Aasi, J. et al.(including K. Hayama), "Parameter estimation for compact binary coalescence signals with the first generation gravitational-wave detector network", Phys. Rev. D, 88 (2013) 062001-1, 062001-23

Aasi, J. et al.(including K. Hayama), "Directed search for continuous gravitational waves from the Galactic center", Phys. Rev. D, 88 (2013) 102002-1, 102002-12

Aasi, J. et al.(including K. Hayama), "Search for long-lived gravitational-wave transients coincident with long gamma-ray bursts", Phys. Rev. D, 88 (2013) 18, 37

Aasi, J. et al.(including K. Hayama), "First Searches for Optical Counterparts to Gravitational-wave Candidate Events", ApJ Suppl, 211 (2014) 7, 30