

GRAVITATIONAL WAVES DETECTED FROM SECOND PAIR OF COLLIDING BLACK HOLES

두번째로 한쌍의 블랙홀이 충돌하면서 나온 중력파 검출

The LIGO Scientific Collaboration and the Virgo collaboration identify a second gravitational wave event in the data from Advanced LIGO detectors

라이고 과학협력단과 비르고 협력단은 어드밴스드 라이고 검출기 데이터로부터 두번째 중력파를 찾아냈다.

On December 26, 2015 at 03:38:53 UTC, scientists observed gravitational waves—ripples in the fabric of spacetime—for the second time.

2015년 12월 26일 국제표준시 새벽 3시 38분 53초 (한국시간 같은 날 오후 12시 38분 53초)에 과학자들은 시공간의 물결인 중력파를 두 번째로 관측하였다.

The gravitational waves were detected by both of the twin Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) detectors, located in Livingston, Louisiana, and Hanford, Washington, USA.

중력파는 미국 루이지애나 주의 리빙스톤과 워싱턴 주의 헨포드에 위치한 쌍둥이 LIGO 검출기에 의해 검출되었다.

The LIGO Observatories are funded by the National Science Foundation (NSF), and were conceived, built, and are operated by Caltech and MIT. The discovery, accepted for publication in the journal *Physical Review Letters*, was made by the LIGO Scientific Collaboration (which includes the GEO Collaboration and the Australian Consortium for Interferometric Gravitational Astronomy) and the Virgo Collaboration using data from the two LIGO detectors.

라이고는 미국 과학재단(NSF)의 지원에 의해 건설되었고 칼텍과 MIT에 의해 운영되고 있다. 저명 학술지인 *Physical Review Letter*에 의해 게재가 승인된 이 발견은 라이고과학 협력단이 두 라이고 검출기 자료를 이용해 이루어졌다. 라이고 과학협력단은 지오 공동 연구진, 호주의 간섭계 중력 천문학 컨소시엄, 그리고 비르고 협력단을 포함하고 있다.

Gravitational waves carry information about their origins and about the nature of gravity that cannot otherwise be obtained, and physicists have concluded that these gravitational waves were produced during the final moments of the merger of two black holes—14 and 8 times the mass of the sun—to produce a single, more massive spinning black hole that is 21 times the mass of the sun.

중력파는 다른 방법으로는 얻을 수 없는 중력의 본질과 기원에 대한 정보를 전달한다. 과학자들은 이번 중력파가 각각 태양 질량의 14 배와 8 배인 두 블랙홀이 합병하여 빠르게 회전하는 21 배의 태양 질량의 블랙홀이 만들어지는 과정에서 발생한 것으로 결론지었다.

“It is very significant that these black holes were much less massive than those observed in the first detection,” says Gabriela Gonzalez, LIGO Scientific Collaboration (LSC) spokesperson and

professor of physics and astronomy at Louisiana State University. “Because of their lighter masses compared to the first detection, they spent more time—about one second—in the sensitive band of the detectors. It is a promising start to mapping the populations of black holes in our universe.”

라이고 과학협력단의 대변인인 루이지애나 주립대학 물리학과 가브리엘라 곤잘레즈 교수는 “블랙홀의 질량이 최초 중력파를 낸 것보다 가벼워서 검출기의 민감한 주파수 대역에서 더 오랜 시간인 1 초 정도 머물렀다. 우리 우주에 얼마나 다양한 블랙홀이 존재하는지 조사를 시작할 수 있게 된 것이라” 라고 말했다.

During the merger, which occurred approximately 1.4 billion years ago, a quantity of energy roughly equivalent to the mass of the sun was converted into gravitational waves. The detected signal comes from the last 27 orbits of the black holes before their merger. Based on the arrival time of the signals—with the Livingston detector measuring the waves 1.1 milliseconds before the Hanford detector—the position of the source in the sky can be roughly determined.

약 14 억년 전에 일어난 병합 과정에서 태양 질량 정도의 질량이 중력파로 변환되었다. 검출된 신호는 병합이 이루어지기 직전 마지막 27 회의 공전 과정에서 나온 것이다. 헨포드 검출기보다 리빙스턴 검출기에 약 만분의 11 초 먼저 도달했다는 사실로부터 중력파가 날아온 방향을 대략적으로 추측할 수 있다.

“In the near future, Virgo, the European interferometer, will join a growing network of gravitational wave detectors, which work together with ground-based telescopes that follow-up on the signals,” notes Fulvio Ricci, the Virgo Collaboration spokesperson. “The three interferometers together will permit a far better localization in the sky of the signals.”

비르고 협력단의 대변인인 풀비오 리치 교수는 “가까운 장래에 유럽의 검출기인 비르고가 중력파 검출기 네트워크에 참여할 것이며 세 개의 검출기는 신호가 오는 방향을 더 정확히 알게 해 줄 것이다” 라고 말했다.

The first detection of gravitational waves, announced on February 11, 2016, was a milestone in physics and astronomy; it confirmed a major prediction of Albert Einstein’s 1915 general theory of relativity, and marked the beginning of the new field of gravitational-wave astronomy.

2016년 2월 11일에 발표되었던 최초의 중력파 검출은 알버트 아인슈타인의 일반 상대론의 주요 예측을 확인하고 중력파 천문학이라는 새로운 분야의 시작을 알리는 물리학과 천문학의 획기적인 사건이었다.

The second discovery “has truly put the ‘O’ for Observatory in LIGO,” says Caltech’s Albert Lazzarini, deputy director of the LIGO Laboratory. “With detections of two strong events in the four months of our first observing run, we can begin to make predictions about how often we might be hearing gravitational waves in the future. LIGO is bringing us a new way to observe some of the darkest yet most energetic events in our universe.”

“두 번째 관측은 정말로 라이고의 끝 글자인 ‘O’가 관측소의 의미를 가지게 갖게 해 주는 것이다”라고 라이고 실험실의 부소장인 칼텍의 알버트 라자리니가 말했다.

계속해서 그는 “첫번째 가동기간인 4달 사이에 두 개의 강한 신호를 검출한 것은 우주에서 가장 어둡지만 격렬한 사건인 중력파에 대해 앞으로 얼마나 자주 듣게 될지에 대한 예측을 가능하게 해 준다”라고 말했다.

“We are starting to get a glimpse of the kind of new astrophysical information that can only come from gravitational wave detectors,” says MIT’s David Shoemaker, who led the Advanced LIGO detector construction program.

어드밴스드 라이고의 건설 프로그램을 이끌었던 MIT의 데이빗 슈메이커 박사는 “오직 중력과 검출을 통해서만 얻을 수 있는 새로운 천체물리학적 정보의 종류에 대해 엿볼 수 있게 된 것이다” 라고 말했다.

Both discoveries were made possible by the enhanced capabilities of Advanced LIGO, a major upgrade that increases the sensitivity of the instruments compared to the first generation LIGO detectors, enabling a large increase in the volume of the universe probed.

두번의 중력과 발견은 기기의 성능 개선을 통해 1세대 LIGO 검출기에 1세에 비해 향상된 감도와 이에 따르는 그 결과로 관측 가능한 우주위 범위가 현저하게 늘어났기 때문에 가능했던 것이다.

“With the advent of Advanced LIGO, we anticipated researchers would eventually succeed at detecting unexpected phenomena, but these two detections thus far have surpassed our expectations,” says NSF Director France A. Córdova. “NSF’s 40-year investment in this foundational research is already yielding new information about the nature of the dark universe.”

미국과학재단 이사장인 프란스 코르도바는 “어드밴스드 라이고의 출현을 통해 연구자들은 예측 못한 현상을 발견할 것으로 기대하고 있었지만 이 두 개의 검출은 이미 우리의 기대를 훨씬 뛰어넘은 것이다. 이 기초연구에 대한 미국과학재단의 40년 투자는 암흑 우주의 정보에 대해 새로운 정보를 이미 주기 시작했다” 라고 말했다.

Advanced LIGO’s next data-taking run will begin this fall. By then, further improvements in detector sensitivity are expected to allow LIGO to reach as much as 1.5 to 2 times more of the volume of the universe. The Virgo detector is expected to join in the latter half of the upcoming observing run.

어드밴스드 라이고의 다음 가동은 금년 가을에 시작된다. 그 때까지 검출기의 감도 향상이 이루어져 라이고가 첫 번째 가동에 비해 1.5에서 2배 넓은 영역의 우주를 탐사하게 될 것이다. 비르고 검출기는 다가오는 관측 가동의 후반부에 참여하게 될 것으로 기대하고 있다.

LIGO research is carried out by the LIGO Scientific Collaboration (LSC), a group of more than 1,000 scientists from universities around the United States and in 14 other countries. More than 90 universities and research institutes in the LSC develop detector technology and analyze data; approximately 250 students are strong contributing members of the collaboration. The LSC detector network includes the LIGO interferometers and the GEO600 detector.

라이고 연구는 미국과 14개국 대학과 연구소에 소속된 1000명 이상의 과학자로 구성된 연구 그룹인 라이고 과학협력단(LSC)에 의해 이루어진다. LSC의 90여개 대학과 연구기관이 검출기 관련 핵심 기술 개발과 데이터 분석을 수행하고 있다. LSC 회원 중 250여명은 학생들이며, 라이고 연구에 중요한 역할을 담당하고 있다. LSC의 검출기 네트워크는 라이고 간섭계와 GEO600 검출기를 포함하고 있다.

Virgo research is carried out by the Virgo Collaboration, consisting of more than 250 physicists

and engineers belonging to 19 different European research groups: 6 from Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) in France; 8 from the Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) in Italy; 2 in The Netherlands with Nikhef; the MTA Wigner RCP in Hungary; the POLGRAW group in Poland and the European Gravitational Observatory (EGO), the laboratory hosting the Virgo detector near Pisa in Italy.

비르고 연구를 이끌고 있는 비르고협력단은 유럽 각국의 19 개 연구 그룹에 소속된 250 명이 넘는 물리학자와 공학자들로 이루어져있다. 19 개 연구 그룹은 다음과 같다: 프랑스 국립 과학 연구소의 6 개 그룹, 이태리의 국립핵물리 연구소 소속의 8 개 그룹, 네덜란드의 국립 핵-고에너지 물리 연구소의 2 개 그룹, 헝가리의 위그너 물리연구소, 폴란드 중력연구 그룹, 마지막으로 비르고 검출기가 있는 이태리 피사 근교에 위치하고 있는 유럽 중력과 관측소.

The NSF leads in financial support for Advanced LIGO. Funding organizations in Germany (Max Planck Society), the U.K. (Science and Technology Facilities Council, STFC) and Australia (Australian Research Council) also have made significant commitments to the project. 미국과학재단은 어드밴스드 라이고에 대한 재정 지원을 책임지고 있다. 독일의 막스플랑크협회, 영국의 과학기술 평의회, 그리고 호주의 연구평의회등도 상당한 지원을 하고 있다.

Several of the key technologies that made Advanced LIGO so much more sensitive have been developed and tested by the German UK GEO collaboration. Significant computer resources have been contributed by the AEI Hannover Atlas Cluster, the LIGO Laboratory, Syracuse University, the ARCCA cluster at Cardiff University, the University of Wisconsin-Milwaukee, and the Open Science Grid. Several universities designed, built, and tested key components and techniques for Advanced LIGO: The Australian National University, the University of Adelaide, the University of Western Australia, the University of Florida, Stanford University, Columbia University in the City of New York, and Louisiana State University. The GEO team includes scientists at the Max Planck Institute for Gravitational Physics (Albert Einstein Institute, AEI), Leibniz Universität Hannover, along with partners at the University of Glasgow, Cardiff University, the University of Birmingham, other universities in the United Kingdom and Germany, and the University of the Balearic Islands in Spain.

어드밴스드 라이고의 감도 개선에 필요한 핵심 기술중 일부는 독일-영국 합작의 지오 600 협력단에서 개발과 테스트를 담당하였다. 데이터 분석에 사용된 컴퓨터 자원은 하노버의 알버트 아인슈타인 연구소가 보유한 아틀라스 클러스터, 라이고 실험실, 시라큐스 대학, 카디프 대학의 ARCCA 클러스터, 위스컨신-밀워키 대학, 그리고 오픈사이언스그리드]등이 상당부분을 제공하였다. 기타 어드밴스드 라이고의 핵심 부품의 설계, 제작, 테스트는 호주 국립 대학, 아델레이드 대학, 플로리다 대학, 스탠포드 대학, 컬럼비아 대학, 루이지애나 주립 대학 등 여러 기관이 담당하였다. 지오 연구팀의 구성원은 독일의 막스 플랑크 중력물리 연구소 (알버트 아인슈타인 연구소), 하노버의 라이프니츠 대학, 영국의 글래스고 대학, 카디프 대학, 버밍엄 대학외 기타 영국 유수의 대학, 스페인의 발레아릭 아일랜드 대학 소속의 과학자들이다.

Media Contacts:

MIT

Kimberly Allen
Director of Media Relations
Deputy Director, MIT News Office
617-253-2702 (office)
617-852-6094 (cell)
allenkc@mit.edu

Caltech

Whitney Clavin
Senior Content and Media Strategist
626-390-9601 (cell)
wclavin@caltech.edu

NSF

Ivy Kupec
Media Officer
703-292-8796 (Office)
703-225-8216 (Cell)
ikupec@nsf.gov

LIGO Scientific Collaboration

Mimi LaValle
External Relations Manager
Louisiana State University
225-439-5633 (Cell)
<http://mlavall@lsu.edu>

EGO–European Gravitational Observatory

Séverine Perus
Media Contact
severine.perus@ego-gw.it
Tel +39 050752325

Additional press contacts for help arranging interviews include:

GEO

Susanne Milde
Phone +49 331 583 93 55
Mobile: +49 172 3931349
milde@mildemarketing.de

UK Science and Technology Facilities Council

Terry O'Connor
+44 1793 442006
+44 77 68 00 61 84 (Cell)

terry.o'connor@stfc.ac.uk

Max Planck Institute for Gravitational Physics Hannover

Benjamin Knispel

Press Officer

+49 511 762 19104

benjamin.knispel@aei.mpg.de

CNRS -France

Véronique Étienne

Communication Office

Veronique.ETIENNE@cnrs-dir.fr

Tel. +33 1 44965137

Ana Poletto

apoletto@admin.in2p3.fr

Tel.+33 1 44964760

INFN-Italy

Antonella Varaschin

Communication Office

antonella.varaschin@presid.infn.it

Tel. +39 349 53 84 481

Eleonora Cossi

eleonora.cossi@presid.infn.it

Tel. +39 345 29 54 623

Nikhef Institute – The Netherlands

Vanessa Mexner

Communication Office

vanessam@nikhef.nl

Tel. +31 205925075

PAN – Poland

Agata Gozdzik

Communication Office

agata.gozdzik@pan.pl

Tel. +48 22 182 6601

MTA Wigner RCP - Hungary

Nora Szathmary

Communication Office

szathmari.nora@wigner.mta.hu

Tel.:+36 1 3922512