

라이고 세번째 중력파 검출 새로운 종류의 블랙홀 확인

레이저 간섭계 중력파 검출기인 라이고(LIGO)는 시공간의 흔들림인 중력파를 레이저 간섭계 중력파 검출기인 라이고(LIGO)는 시공간의 흔들림인 중력파를 세번째로 검출함으로써 천문학의 새로운 창이 열렸음을 확인하였다. 이전의 두 번 검출과 마찬가지로 이번 중력파도 두개의 블랙홀이 충돌하면서 방출된 것이다.

합병을 통해 새롭게 만들어진 블랙홀의 질량은 태양의 약 49 배이다. 이로서 앞서 LIGO 에 의해 발견된 두개의 합병된 태양의 62 배 (첫번째 검출)인 블랙홀 보다는 가볍고 21 배 (두번째 검출)인 블랙홀 보다는 무거운 질량의 블랙홀이 존재한다는 사실이 확인되었다.

라이고 과학 협력단의 대변인으로 새로 선출된 MIT 의 데이비드 슈메이커 박사는 “라이고가 최초로 발견한 중력파 검출 이전에는 태양질량의 20 배 보다 무거운 블랙홀이 존재한다는 사실을 알지 못했다. 이번 검출로 무거운 블랙홀의 존재를 다시 한 번 확인되었다”라고 말했다. 슈메이커 박사는 “인류가 수십억년 전에 수십억 광년 떨어진 곳에서 일어난 기이하고 극단적인 사건을 설명하고 이를 검증한 것은 주목할 만한 것이다. 라이고와 비르고 협력단의 전체 연구진이 노력을 함께 모아 이룩해낸 일이다.” 라고 덧붙였다. 라이고 과학 협력단은 약 1000 명의 전 세계 과학자가 참여하고 있는 국제 연구 협약체로, 라이고와 유럽에 있는 비르고 검출기를 사용하여 공동 연구를 수행하고 있다.

이번에 새롭게 발견된 중력파는 2016 년 11 월 30 일에 시작하여 금년 여름까지 진행되는 2 차 관측가동 중에 검출되었다. 라이고 관측은 워싱턴 주의 핸포드와 루이지애나 주의 리빙턴에 있는 쌍둥이 검출기를 이용하여 수행되었다. 캘리포니아공과대학교와 MIT 가 미국과학재단 (NSF)의 지원을 받아 이 두 곳의 검출기를 운영하고 있다.

라이고 연구진은 어드밴스트 라이고라 불리는 연구사업을 통해 라이고의 성능이 향상시켰고 이후에 있었던 제 1 차 관측가동 기간인 2015 년 9 월에 최초의 중력파 직접 검출에 성공한 바 있다. 이번에 세 번째로 발견된 중력파인 GW170104 는 2017 년 1 월 4 일 검출되었고 이 결과는 Physical Review Letters 에 출판 승인되었다.

세 경우 모두 한쌍의 블랙홀이 엄청난 에너지를 내는 합병하는 과정에서 나온 중력파이다. 이러한 충돌은 우주에서 모든 별과 은하가 내는 전체 광도보다 더 많은 에너지를 방출한다. 이번에 검출된 중력파는 약 30 억 광년이나 떨어진 곳에 있는 블랙홀에서 방출된 지금까지 발견된 것 중 가장 멀리에서 온 것이다. (첫 번째와 두 번째 검출은 각각 13 억광년과 14 억 광년 거리에서 방출된 중력파이다.)

이번 관측은 블랙홀의 회전 방향에 대한 실마리도 제공해 주고 있다. 두 블랙홀은 마치 두명의 스케이트 선수가 서로를 돌면서 각자 회전하듯이 서로의 돌레를 공전하면서 자신의 자전축을 중심으로 회전도 한다. 종종 블랙홀의 자전축 방향과 공전축 방향은 대체로 일치하며 이를 정렬된 회전이라고 부른다. 반면, 자전축 가운데 하나가 공전과 서로 반대 방향을 향하는 경우도 있어 이를 반정렬 회전이라고 부른다. 게다가 블랙홀 자전축은 공전축과 많이 기울어질 수도 있다. 결국 블랙홀은 어느 방향도 자전이 가능하다.

이번에 새로 검출된 중력과 관측 데이터로는 해당 블랙홀의 회전축이 기울어져 있는지는 확인할 수 없다. 하지만 이번 관측 데이터는 적어도 하나의 블랙홀은 공전축과 정렬되어 있지 않다는 것을 암시하고 있다. 블랙홀의 자전에 대해 확실한 결론을 내기 위해서는 더 많은 관측이 필요하지만 이 데이터는 적어도 블랙홀 쌍성이 어떻게 생성되었는지에 대한 실마리는 제공해 준다. “이번 관측은 블랙홀 자전축이 정렬되어 있지 않을 수 있다는 첫 번째 증거이다. 블랙홀이 밀집 항성계에서 만들어졌을지도 모른다는 점을 시사해 준다”라고 펜실베니아 주립대와 카디프 대학의 방갈로어 사티하프라가쉬 교수는 말했다. 사티하프라가쉬 교수는 라이고와 비르고 협력단 전체가 저자로 되어 있는 이번 논문의 편집자 중 하나이다.

블랙홀 쌍성의 생성에 대해서는 두가지 모형이 있다. 하나는 두 블랙홀이 같이 태어났다는 것으로서 이미 존재했던 무거운 두 개의 별로 이루어진 쌍성계에 속한 별들이 각각 진화하면서 블랙홀 쌍성으로 바뀌었다는 것이다. 이 경우 블랙홀의 자전축은 공전축과 정렬되어 있어야 한다.

또 하나의 모형은 밀집된 항성계에서 따로따로 만들어진 블랙홀이 나중에 서로 만나 쌍성을 형성한다는 것이다. 이 이론에 의하면 블랙홀의 자전축은 공전축과 서로 임의의 다른 방향을 향할 수 있다. 라이고가 GW170104 블랙홀은 정렬되어 있지 않았다는 증거를 보았기 때문에 이번 데이터는 밀집 항성계에서의 생성 이론과 더 잘 맞는다.

이 논문의 편집자중 또 한사람으로서 라이고 햄포드 관측소에서 일하고 있는 칼텍 소속의 케이타 카와베 박사는 “이제 블랙홀 쌍성계에 대한 진정한 통계 자료를 얻기 시작한 것이다”라고 말한다 . “벌써 블랙홀 쌍성 형성에 대한 한 이론이 다른 이론보다 더 선호된다는 것은 흥미로운 일이며 장래에 더 확실히 알 수 있을 것이다.”

이 연구는 또 한번 아인슈타인의 이론을 검증해 주었다. 예를 들어 연구자들은 빛이 유리같은 매질을 통과할 때 파장에 따라 속도가 달라지기 때문에 나타나는 분산 효과를 들여다 보았다. 상대성 이론은 어떠한 분산도 허용하지 않으며 라이고는 이런 증거를 찾지 못했다.

라이고의 부대변인을 맡고 있는 조지아 공과대학의 라우라 카도나티 교수는 “앞서의 두개의 검출보다 두배 정도 떨어진 새로운 사건의 경우에도 아인슈타인이 옳았다. 일반 상대론의 예측으로부터 벗어난 어떤 증거도 찾지 못했으며 앞서의 경우보다 먼 거리는 이러한 사실을 더 확실하게 말할 수 있게 해 준다.”

비르고의 대변인인 네덜란드 아원자 물리 국립 연구소와 암스테르담 대학의 반덴브랜드 교수는 “라이고 기기는 놀라운 감도에 이르렀다. 유럽의 검출기인 비르고는 금년 여름에 중력과 네트워크에 참여하여 신호가 오는 방향을 좀 더 정확히 알 수 있게 해 줄 것이다” 라고 말했다.

라이고-비르고 팀은 라이고 데이터로부터 먼 우주에서 오는 시공간의 물결 신호를 찾기 위한 탐색을 계속하고 있다. 그들은 라이고의 2018년 후반부에 계획하고 있는 더 높은 감도로 다음 관측가동을 위한 기술적 성능향상 작업을 하고 있다.

라이고 실험실의 대장인 데이비드 라이츠 칼텍 교수는 “충돌하는 블랙홀로부터 나오는 중력파에 대한 세번째 확인된 검출은 라이고가 우주의 어두운 면을 보여주는 강력한 관측소로 확립되었음을 의미한다. 라이고는 이런 종류의 사건을 관측하는데 아주 적합하면서 또 중성자별 충돌과 같은 새로운 종류의 천체물리학적 사건을 볼 수 있게 되길 바란다” 라고 말했다.

라이고는 미국 과학재단(NSF)에 의해 지원되고 이 프로젝트를 구상하고 건설한 MIT와 칼텍이 운영한다. 어드밴스트 라이고 프로젝트를 위한 재정적 지원은 미국 NSF가 이끌고 있으며 독일의 막스플랑크 협회 영국의 과학기술 위원회, 그리고 호주 연구 위원회가 상당한 공헌과 기여를 하고 있다. 전세계의 1000명이 넘는 과학자들이 GEO 협력단을 포함하는 라이고 과학 협력단을 통해 같이 노력하고 있다. 라이고는 프랑스의 국립과학연구 센터(CNRS), 이태리의 핵물리 국립연구소(INFN), 네덜란드의 Nikef, 그리고 유럽 중력과 천문대 드에 의해 지원 받는 비르고 과학협력단과도 협력하고 있다. 전체 파트너 명단은 <http://ligo.org/partners.php>에 수록되어 있다.