

[특별세션]
Gravitational Wave Detection Technology

[구 GWDT-01] Ground based interferometric gravitational wave detector and its technologies

June Gyu Park (박준규), Chang-Hee Kim (김창희), Sungho Lee (이성호), Yunjong Kim (김윤종), Hyeon Cheol Seong (성현철), Ueejeong Jeong (정의정), Soonkyu Je (제순규),
Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원).

현재 중력파 관측은 레이저 간섭계 기반의 중력파 검출기를 통해 이루어지고 있고 검출기 성능이 개선되고 안정화 되어 초기 설계 사양 이상의 관측감도를 확보하였다. 이제 레이저 간섭계 기반의 중력파 관측 기술은 중력파 관측 가능성의 유무를 넘어 차세대 중력파 검출기의 건설을 앞당기는 수준이 되었으며 해외에서는 중력파 검출 기술을 선도하기 위한 공격적인 투자가 이루어 지고 있다. 이 발표에서는 현재 운영중인 레이저 간섭계 기반의 중력파 검출기의 중력파 검출 원리와 실제 중력파 검출기에서 사용되는 관련 핵심 기술들을 소개하고자 한다. 단순히 특정 분야의 일부 기술이 아닌 중력파 검출기 건설에 사용된 재료, 광학, 기계공학, 전자, 통신 등 다양한 분야의 기술을 소개하고 실제 중력파 검출기 관련 연구에 참여할 수 있는 연구 주제를 소개하고자 한다.

[구 GWDT-02] Development and International Collaborations on Quantum Noise Reduction Technology for Gravitational Wave Detectors (중력파 검출기 양자잡음 저감기술 개발 및 국제협력)

Sungho Lee (이성호)¹, Chang-Hee Kim (김창희)¹, June Gyu Park (박준규)¹, Yunjong Kim (김윤종)¹, Hyeon Cheol Seong (성현철)¹, Ueejeong Jeong (정의정)¹, Soonkyu Je (제순규)¹, Young-Sik Ra (라영식)², Geunhee Gwak (곽근희)², Youngdo Yoon (윤영도)², Byeong Yoon Go (고병윤)², Hyunjin Kim (김현진)², Chan Roh (노찬)²
¹*Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원),* ²*Korea Advanced Institute of Science and Technology (한국과학기술원)*

중력파 관측은 2015년에 사상 최초로 검출에 성공한 이래, 불과 5년 만에 주 1 회 이상 안정적으로 검출되고 있으며 검출기들의 성능이 계속 향상됨에 따라 관측 범위와 빈도가 급격히 확대되는 추세에 있다. 이제 중력파는 전자기파 외에 우주를 보는 새로운 창으로서 확고한 지위를 구축하고 있으며 향후 무궁무진한 발전의 잠재력을 보여주고 있다. 이러한 가능성을 일찌감치 내다본 미국과 유럽의 선도 국가들은 현재 운영 중인 LIGO와 Virgo 검출기의

지속적인 업그레이드는 물론 Cosmic Explorer, Einstein Telescope 등 차세대 거대 검출기 개발을 병행해서 진행하고 있으며, 일본, 인도, 중국, 호주 등 후발주자들도 제각기 다양한 중력파 검출기 계획들을 추진하고 있다. 이에 한국천문연구원에서도 2019년부터 중력파 검출기술 연구를 시작하였으며, 특히 한국과학기술원 물리학과와 협력하여 차세대 핵심기술인 양자잡음 저감기술을 중점적으로 개발하고 있다. 이 발표에서는 본 연구팀의 최근 연구 진행상황을 요약하고 국제 중력파 검출기 공동개발 참여 현황을 소개한다.

[구 GWDT-03] Development of 1064 nm squeezer for quantum non-demolition measurement in gravitational wave detector

June Gyu Park (박준규), Chang-Hee Kim (김창희), Sungho Lee (이성호), Yunjong Kim (김윤종), Hyeon Cheol Seong (성현철), Ueejeong Jeong (정의정), Soonkyu Je (제순규)
Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원)

Squeezed vacuum injection을 이용한 중력파 검출기의 관측감도 향상 기술은 중력파 검출기 광신호의 양자 잡음을 제어하여 관측감도를 높이는 기술로 이론적으로는 10dB에 가까운 신호 대 잡음비 향상을 달성할 수 있다. 실험실 환경에서는 이미 10dB 이상의 신호 대 잡음비 향상을 달성했으며 실제 중력파 검출기에서는 GEO600의 6 dB의 신호 대 잡음비 향상이 현재까지 가장 높은 수준이다. 한국천문연구원에서는 2019년부터 차세대 중력파 검출기 기술개발로 1064 nm 파장의 squeezer 개발을 추진했으며 현재 parametric down conversion을 이용해 squeezed vacuum을 생성하는 공진기를 제작하여 시험하는 단계에 있다. 이 발표에서는 한국천문연구원의 1064 nm squeezer 개발 연구와 개발 현황에 대해 소개하고자 한다.

[구 GWDT-04] Squeezed light generation at 1550nm (1550nm 파장의 압축광 개발)

Geunhee Gwak (곽근희)¹, Youngdo Yoon (윤영도)¹, Byeong Yoon Go (고병윤)¹, Chang-Hee Kim (김창희)¹, Sungho Lee (이성호)², June Gyu Park (박준규)², Soonkyu Je (제순규)², Ueejeong Jeong (정의정)², Yunjong Kim (김윤종)², Hyeon Cheol Seong (성현철)², Young-Sik Ra (라영식)¹
¹*Korea Advanced Institute of Science and Technology (한국과학기술원),* ²*Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원)*

차세대 중력파 검출기들이 1.5 μm 이상의 장파장에서 양자광원을 필요로 함에 따라, 이에 대한 기술 개발의 중요성이 대두되고 있다. 차세대 검출기들은 기존의 검출기에 사용되는 test mass를 fused silica에서 silicon으로 변경하면서 열팽창 현상으로 인해 생기는 정밀도의 한계를 뛰어넘으려한다. 하지만 1064 nm 파장의 경우 silicon