초강력 레이저과학 연구단

DOI: 10.3938/PhiT.22.041

남 창 희

Center for Relativistic Laser Science

Chang Hee NAM

The Center for Relativistic Laser Science (CoReLS) was established in 2012 to explore novel physical phenomena occurring in the relativistic laser intensity regime. Electron motion enters the relativistic regime at a laser intensity of 10^{18} W/cm² and protons behave relativistically at 10^{24} W/cm². To tackle the underlying physics of relativistic laser-matter interactions, the center utilizes a 30-fs petawatt (PW) laser facility developed at the Gwangju Institute of Science and Technology (GIST). Revealing the physics of relativistic and ultra-relativistic laser-matter interactions is a challenging task. We examine the fundamental physical processes in atoms, molecules, plasmas and subatomic entities occurring on an ultrafast time scale (atto- to zepto-second) and develop high-energy ultra-short particle (electron, proton, and ion) beams and radiation (X-ray and γ -ray) sources. Five research groups at CoReLS are pursuing these challenging tasks - laser, low-density laser plasma, high-density laser plasma, attosecond science, and laser-plasma theory groups.

초강력 레이저과학 연구단은 기초과학연구원의 광주과학기술원 캠퍼스연구단으로 2012년 12월에 발족하였다. 광주과학기술원에서 지난 9년간 수행되어 2012년에 종료된 극초단광양자

빔 사업(과제책임자: 이종민 교수)을 통하여 30 펨토초의 1.5 페타와트(10^{15} W) 레이저가 개발되었다. 최근 레이저 기술의 비약적인 발전으로 극초단 고출력 레이저 시스템의 크기를 작게 만들 수 있게 되었다. 페타와트의 초고출력을 내는 레이저의 규모도 크게 소형화할 수 있어서 대학 규모의 대형 실험실에서 구현을 할 수 있었다. 1.5 페타와트의 출력을 내는 이 티타늄사파이어 레이저는 현재 세계 최고 출력을 내는 레이저이다. 초강력 레이저과학 연구단은 이 페타와트 레이저 시설을 기반으로 초강력 레이저 펄스와 물질의 상호작용 물리를 탐구하여 이를 응용하는 연구를 수행하고 있다.

초고출력 레이저와 물질의 상호작용을 통해 생성된 플라스마는 그 온도나 전류밀도, 자기장 세기 등이 매우 큰 영역에 도달하여 물리적으로 극한 영역에서 일어나는 다양한 현상을 연구할 수 있도록 한다. 레이저의 세기가 10^{18} W/cm² 이상이 되면 플라스마의 전자 속도가 빛의 속도에 근접하는 상대론 영역에 도달한다. 현재 본 연구단에서 얻고 있는 표적에 집속된 레이저의 최고 세기가 6×10^{20} W/cm²에 이르므로, 전자가 상대론적 속도로 움직이는 플라스마를 발생시켜 이를 연구하고 있다. 상대론 영역의 레이저-플라스마에서 수십 MeV 양성자나 백 MeV 이상의 이온을 발생할 수 있고, 레이저를 이용한 전자 가속 연구에서는 수 GeV 에너지의 전자를 얻고 있다. 본 연구단에서는 이러한 전자나 양성자의 가속에 대한 새로운 실험 결과 획득과 이에 대한 이론적 해석과 새로운 원리를 발견하는 연구를 수행하고 있다. 그리고 초고출력 레이저를 이용하여 우주 환경을 본뜰 수 있는 영역을 찾아 우주 플라스마를 실험실에서 구현하여 이를 연구하고자 한다. 또한 상대론 영역의 플라스마를 이용한 광대역 고차조화파 발생과 이를 이용한 아토초 발생은 아토 과학 영역에서 새로운 장을 여는 계기가 될 것이다.

본 연구단은 레이저 그룹, 저밀도 레이저 플라스마 그룹, 고밀도 레이저 플라스마 그룹, 아토 과학 그룹, 레이저 플라스마 이론 그룹의 5개 연구 그룹으로 구성된다. 레이저 그룹은 초강력 레이저장 생성을 위한 레이저 기술을 개발하고, 저밀도 레

저자약력

남창희 교수는 프린스턴 대학에서 플라스마물리를 전공하여 1988년 박사 학위를 취득하였으며, 2012년까지 카이스트에서 교수로 재직하다 2012년 12월부터 광주과학기술원 물리광과학과 교수와 기초과학연구원의 광주과학기술원 캠퍼스 연구단장으로 재직하고 있다. (chnam@gist.ac.kr)

이저 플라즈마 그룹은 기체 표적을 초강력 레이저장과 상호작용 시켜 고에너지 전자 가속과 응용 연구를 수행하며, 고밀도 레이저 플라즈마 그룹은 고체나 액체 같은 고밀도 표적과 초강력 레이저장과의 상호작용을 통하여 고에너지 양성자와 이온 발생을 연구한다. 아토 과학 그룹은 초강력 레이저를 이용한 아토초/zepto초 펄스 발생과 이를 이용한 초고속 동역학 연구를 수행하고, 이론 그룹은 실험 그룹에서 필요한 상대론 영역의 레이저 플라즈마에 대한 이론적 해석과 실험 그룹에서 수행할 연구에 대한 이론적 근거를 제공한다. 레이저 그룹에서 제공하는 우수한 성능의 레이저를 바탕으로 3개의 실험 그룹이 초고출력 레이저와 물질의 상호작용으로 나타나는 다양한 물리 현상을 규명하고 이를 응용하며 또한 이론 그룹은 이들 실험 그룹과 밀접하게 연구를 수행하도록 구성되어 있다. 즉, 본 연구단은 각 연구 그룹이 페타와트 레이저의 대형 시설을 근간으로 상호 유기적으로 밀접하게 연구를 수행하는 연구 조직을 가지고 있다.

본 연구단은 초고출력 레이저를 이용하는 레이저 과학 분야에서 세계를 선도하는 레이저 연구소가 되고자 한다. 상대론 영역의 레이저 과학 분야에서 새로운 물리 연구 분야를 창출하고 선도하는 것은 레이저 과학 연구를 통하여 한국의 기초과학을 세계에 자랑할 수 있는 수준으로 끌어올리는 계기가 될 것이다. 또한 이러한 연구를 활용하여 레이저 양성자 암치료기와 같은 것을 개발하는 것은 인간의 삶을 더욱 윤택하게 하는 기초연구가 될 것이다.